รายงานการวิจัย

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

จัดทำโดย

ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
ปีการศึกษา 2560

ชื่อเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์
โดย ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์
สถานศึกษา วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ 2) หาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

วิธีดำเนินการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบบันทึกผลการทดลอง แบบประเมินหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมทำจากเหล็กกล่องขนาด 2.54 เซนติเมตร มีขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 58.5 x 59 x 70 เซนติเมตร มีถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นขนาด 35 ลิตร และมีถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นขนาด 4.5 ลิตร ใช้ปั๊มน้ำแรงดันต่ำขนาด 35 บาร์ มีกล้อง Snake Scope ใช้ร่วมกับจอมอนิเตอร์ ในการตรวจสอบขั้นตอนการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และมีเครื่องมือวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ

ประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เมื่อทดลองล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 9 คัน ด้วยแรงดันน้ำ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ พบว่า เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยแรงดันน้ำ 30 บาร์ ทำให้ระบบปรับอากาศรถยนต์มีประสิทธิภาพสูงสุด มีอุณหภูมิลดลง 6.3°C หรือเท่ากับ 40.6% และมีความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้น 30.8 m/s หรือเท่ากับ 55.6% ซึ่งผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลม จะมีค่าใกล้เคียงกับรถยนต์ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานและเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องนี้ จะใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 47 นาที ซึ่งจะใช้เวลาใกล้เคียงกับเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ในศูนย์บริการรถยนต์ทั่วไป และผลการประเมินหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.28 S.D. = 0.27) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านคู่มือการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.41 S.D. = 0.21) รองลงมาด้านการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.26 S.D. = 0.24) และด้านการออกแบบและสร้าง ($\overline{X}$ = 4.17 S.D. = 0.35)

ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ด้านการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.35 S.D. = 0.34) รองลงมา คือ ด้านการสร้าง ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34) และด้านการออกแบบ ($\overline{X}$ = 4.22 S.D. = 0.36)

Title Making and Finding Efficiency of Coil Cooler Cleaner Machine
Researcher Acting Lt. Chinnaphat Kaewkominthawong
College Nong Khai Technical College
Years 2017

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) design and making Coil Cooler Cleaner Machine, 2) look for an efficiency in used of the machine, 3) study the user' satisfaction.

Research methodology was the experimental research; used the Coil Cooler Cleaner Machine which making by researcher. The sample was a group of 20 users that chose by purposive sampling. The research instruments were result Recording Form, Performance Assessment Form and User Satisfaction Questionnaire. The research statistics used the mean, standard deviation, percentage and content analysis.

Results of the research were as follows: the result of designing and constructing the Coil Cooler Cleaner Machine had a square shape which made of steel box size of 2.54 centimeters in width x length x height; equal to 58.5 x 59 x 70 centimeters. The kit had a 35 liter water tank and a 4.5 liter cleaner tank. there was a 35 bar low pressure water pump and Snake Scope camera with the monitor to check the cleaning process of the machine. There were also an anemometer and a temperature detector.

The efficiency in use of the Coil Cooler Cleaner Machine as follow; when researcher had an experiment; cleaned the car coil cooler of 9 cars with water pressure at 5 bar, 15 bar and 30 bar, it found that while researcher was cleaning the car coil cooler with a water pressure of 30 bars, the car air conditioning system had the most efficient. The temperature dropped at 6.3 degree or equal to 40.6% and the wind speed increases by 30.8 m/s or equal to 55.6%. The results of the temperature and air velocity test were close a new car. Then, the time of cleaning the car coil cooler with the machine took an average of 47 minutes, which will take approximately the same time as a cleaner machine that used in general automotive service centers. The overall of the efficiency in used of the Coil Cooler Cleaner Machine was at high ($\overline{X}$ = 4.28 S.D. = 0.27). When considered in detail, it was found that the highest means were instruction manual ($\overline{X}$ = 4.41 S.D. = 0.21), usability ($\overline{X}$ = 4.26 S.D. = 0.24) and design and make ($\overline{X}$ = 4.17 S.D. = 0.35).

The overall of user' satisfaction of the Coil Cooler Cleaner Machine was at high ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34). When considered in detail, it was found that the highest sides

of satisfaction were usability ($\overline{X}$ = 4.35 S.D. = 0.34), making ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34) and design ($\overline{X}$ = 4.22 S.D. = 0.36) respectively.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัย เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.บรรจบ อรชร อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผศ.ดร.อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ ดร.สมภพ ปัญญาสมพรรค์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย ให้คำแนะนำ แนวคิด พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องวิธีการวิจัยต่าง ๆ และช่วยประเมินผลคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านผู้เชี่ยวชาญประเมินผลคุณภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น คือ ดร.พุทธ ธรรมสุนา ครูแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี นายมนัส ดิลกลาภ ครูแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย นายวิสุทธิ์ จันทะ ครูแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือหนองคาย และนายพีรพงศ์ ชุติภัทร์นิธิโชติ ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมรถยนต์ บริษัท หนองคาย ฮอนด้า ออโตโมบิล จำกัด นายณเดชน์ จันทาคีรี ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมรถยนต์ บริษัท โตโยต้าหนองคาย จำกัด นายบัญชา มีลา ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมรถยนต์ บริษัท สยามนิสสันไทยอุดม หนองคาย จำกัด

ขอขอบพระคุณนายอุดมภูเบศวร์ สมบูรณ์เรศ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย และครู อาจารย์ แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ ช่วยเหลือสนับสนุน และให้ใช้สถานที่ในทำงานวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณผู้ที่เป็นเจ้าของหนังสือ ตำรา เอกสารต่าง ๆ ในบรรณานุกรมทุกๆท่าน ที่ผู้วิจัยได้ใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงจนทำให้รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การศึกษาแก่บุตร ตลอดจนสมาชิกในครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย

ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล	7
หลักการเบื้องต้นของการปรับอากาศ	9
หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์	12
ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศรถยนต์	13
การล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์	20
เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทั่วไป	23
โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	26
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	44
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	54
ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	54
การออกแบบโครงสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	55
การสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	56
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	62
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	66
การวิเคราะห์ข้อมูล	74
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	75

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	77
ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	78
ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	85
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
สรุปผลการวิจัย	87
อภิปรายผลการวิจัย	89
ข้อเสนอแนะ	93
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	99
ภาคผนวก ก. การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	100
ภาคผนวก ข. คู่มือการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	107
ภาคผนวก ค. ขั้นตอนการทดลองเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	127
ภาคผนวก ง. ผลการทดลอง	143
ภาคผนวก จ. รายนามผู้เชี่ยวชาญ	146
ภาคผนวก ฉ. หนังสือเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ	148
ภาคผนวก ช. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	167
ภาคผนวก ซ. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	173
ภาคผนวก ฌ. หลักฐานการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	178
ประวัติผู้วิจัย	209

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ตารางแสดงผลอุณหภูมิและความเร็วลม	63
4.1	เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน ด้วยแรงดันน้ำ 5 บาร์	78
4.2	เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน ด้วยแรงดันน้ำ 15 บาร์	79
4.3	เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน ด้วยแรงดันน้ำ 30 บาร์	80
4.4	แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ในด้านการออกแบบและสร้าง	82
4.5	แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ในด้านการใช้งาน	83
4.6	แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ในด้านคู่มือการใช้งาน	84
4.7	แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยภาพรวม	84
4.8	แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อชุดเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	85
ง.1	ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 5 บาร์ กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 3 คัน โดยใช้รถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ง.2	ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 15 บาร์ กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 3 คัน โดยใช้รถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	144
ง.3	ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 30 บาร์ กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 3 คัน โดยใช้รถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	145
ง.4	ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมกับรถยนต์ใหม่ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน	145

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 วงจรการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ 12
2.2 คอมเพรสเซอร์ 14
2.3 คอนเดนเซอร์ 15
2.4 รีซีฟเวอร์ ดรายเออร์ 15
2.5 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว 16
2.6 อีวาพอเรเตอร์ 16
2.7 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ 17
2.8 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ชนิดท่อและแผ่นครีบ 17
2.9 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ชนิดแผ่นท่อวกวน 18
2.10 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ชนิดถ้วยดูด 18
2.11 ตำแหน่งการติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์แบบแขวน 19
2.12 ตำแหน่งการติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์แบบฝัง 20
2.13 การล้างตู้แอร์รถยนต์แบบไม่ถอดตู้ 21
2.14 การล้างตู้แอร์รถยนต์แบบถอดตู้ 21
2.15 วิธีการล้างตู้แอร์รถยนต์ด้วยกล้อง Micro cam 24
2.16 เครื่องล้างแอร์รถยนต์ยี่ห้อ Happy air 25
2.17 เปรียบเทียบการทำงานจังหวะเดียวและการทำงานสองจังหวะ 27
2.18 ส่วนประกอบของปั๊มแรงดันต่ำแบบลูกสูบชัก (Piston pump) รุ่น DQX jet cleaner 28
2.19 เกจวัดแรงดันแบบต่าง ๆ 30
2.20 กล้อง Snake Scope แบบสาย USB 31
2.21 กล้อง Snake Scope แบบไม่มีสาย 32
2.22 ส่วนประกอบของกล้อง Snake Scope แบบไม่มีสาย 32
2.23 จอมอนิเตอร์ ช่องเสียบสัญญาณแบบ VGA 34
2.24 จอมอนิเตอร์ แบบระบบรองรับสัญญาณภาพ HDMI ความละเอียดสูง 34
2.25 กล่องแปลงสัญญาณ ระบบ XGA TV to Box 35
2.26 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กล่องแปลงสัญญาณของระบบ XGA TV to Box 36
2.27 สายรับสัญญาณภาพ 37
2.28 ช่องเสียบสายรับสัญญาณ 37
2.29 หัวฉีดแบบแรงปะทะ 38

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
	2.30 หัวฉีดแบบรูพัด	39
	2.31 หัวฉีดแบบรูปกรวย	39
	2.32 มินิบอลวาล์วแบบ (FM) เกลียวขันนอกและเกลียวขันใน	40
	2.33 มินิบอลวาล์วแบบ (FF) เกลียวขันในทั้ง 2 ด้าน	40
	2.34 มินิบอลวาล์วแบบ (MM) เกลียวขันนอกทั้ง 2 ด้าน	41
	2.35 มินิบอลวาล์วแบบ (MMM) ข้อต่อแบบ 3 ทาง	41
	2.36 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ รุ่น DA 40	42
	2.37 น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	43
	2.38 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	53
	3.1 เครื่องล้างตู้แอร์รถยนต์ (ต้นแบบ)	55
	3.2 โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	56
	3.3 แบบโครงสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	57
	3.4 แท่นยึดปั๊มน้ำแรงดันต่ำ	57
	3.5 แท่นจับยึดถังบรรจุน้ำและถังบรรจุน้ำยา	58
	3.6 ชุดพับเก็บจอมอนิเตอร์	58
	3.7 ภาพด้านหน้าและด้านข้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	59
	3.8 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	63
	3.9 ปั๊มน้ำ	64
	3.10 เกจวัดแรงดันน้ำ	64
	3.11 กล้อง Snake Scope	65
	3.12 หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำ	65
	3.13 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ รุ่น DA 40	65
	3.14 นาฬิกาจับเวลายี่ห้อ CASIO	66
	3.15 น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	66
	3.16 วัดอุณหภูมิและความเร็วลมภายนอกห้องโดยสารรถยนต์	67
	3.17 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสาร	67
	3.18 ถอดชุดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับออก	67
	3.19 ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกจากคอนโซลหน้ารถยนต์	68
	3.20 ถอดเทอร์โมสตัตออกจากชุดคอยล์เย็น	68
	3.21 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง	69

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
	3.22 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างด้วยกล้อง Snake Scope	69
	3.23 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	69
	3.24 ใช้น้ำยาฉีดล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นและทำการตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope ผ่านจอมอนิเตอร์	70
	3.25 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์	70
	3.26 ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์ ก่อนทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าที่เดิม	70
	3.27 ประกอบสวิตช์เทอร์โมสตัตและลิ้นชักที่เก็บของในตำแหน่งเดิม	71
	3.28 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสารหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	71
	3.29 แผนภูมิขั้นตอนการทดลอง	72
	4.1 โครงสร้างส่วนประกอบเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	77
	4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำในการล้างทำความสะอาดที่ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และเปรียบเทียบกับรถยนต์ใหม่	81
	4.3 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์โดยใช้แรงดันน้ำในการล้างทำความสะอาดที่ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และเปรียบเทียบกับเครื่องล้างที่มีอยู่ในศูนย์บริการรถยนต์	82
ภาคผนวก		
	ก.1 โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	101
	ก.2 ภาพด้านหน้าและด้านข้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	101
	ก.3 ทำแท่นยึดปั๊มแรงดันต่ำ	102
	ก.4 ตัดและเจาะเหล็กตามขนาดที่กำหนด	102
	ก.5 เชื่อมฐานจับยึดถังบรรจุน้ำและถังบรรจุน้ำยา	102
	ก.6 พ่นสีแท่นจับยึดถังบรรจุน้ำและถังบรรจุน้ำยา	102
	ก.7 ส่วนประกอบของชุดพับเก็บจอมอนิเตอร์	103
	ก.8 ทำการทดสอบเลื่อนพับเก็บจอมอนิเตอร์ว่าสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกหรือไม่	103

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
	ก.9 ประกอบถังน้ำและถังน้ำยาเข้ากับโครงสร้างหลัก	104
	ก.10 ประกอบวาล์วน้ำทางด้านส่งออก	104
	ก.11 ประกอบชุดวาล์ว 3 ทาง	104
	ก.12 ใช้ยางรองป้องกันแรงสั่นสะเทือน	104
	ก.13 ประกอบปั๊มเข้ากับแท่นยึดปั๊ม	104
	ก.14 ประกอบวาล์วน้ำไหลกลับเข้ากับปั๊ม	105
	ก.15 ต่อสายยางเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	105
	ก.16 ประกอบกล่องแปลงสัญญาณ XGA to TV box เข้ากับจอมอนิเตอร์	105
	ก.17 ประกอบชุดวงจรไฟฟ้าเข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	106
	ก.18 ประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดให้เรียบร้อย	106
	ก.19 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์	106
	ข.1 เปิดฝาเครื่องด้านบนขึ้น เพื่อจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์	108
	ข.2 เปิดฝาปิดด้านหน้าออกเพื่อทำการต่อสายยางฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	108
	ข.3 ดึงกระเป๋าเก็บกล้อง Snake Scope ออกมาจากชั้นวาง	109
	ข.4 เปิดวาล์วส่งน้ำเข้าปั๊มแรงดันต่ำ	109
	ข.5 ติดตั้งกรวยเติมน้ำเข้ากับถังบรรจุน้ำสะอาด	109
	ข.6 ติดตั้งกรวยเติมน้ำยาเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	110
	ข.7 การติดตั้งอุปกรณ์พร้อมเติมน้ำและน้ำยาล้างทำความสะอาดลงถัง	110
	ข.8 เติมน้ำเปล่าลงในถังบรรจุน้ำในปริมาณ 20 ลิตรต่อการล้างหนึ่งครั้ง	110
	ข.9 ทำการผสมน้ำกับน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นอัตราส่วน 2:1	111
	ข.10 เทน้ำเปล่าลงไปผสมกับน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นในอัตราส่วนที่ตวงไว้ คือ 2:1	111
	ข.11 เติมน้ำยาที่ใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นลงในถังประมาณ 1 ลิตร	111
	ข.12 ติดตั้งจอมอนิเตอร์เพื่อใช้ในการแสดงภาพตรวจสอบขั้นตอนการทำงาน	112
	ข.13 แสดงตำแหน่งการติดตั้งจอมอนิเตอร์ที่ถูกต้อง	112
	ข.14 ประกอบสายยางฉีดล้างชุดคอยล์เย็นเข้ากับเกจวัดควบคุมแรงดันต่ำ	112
	ข.15 ประกอบสายยางฉีดล้างเข้ากับปลั๊กยึดสายยางฉีดล้าง	113
	ข.16 แสดงตำแหน่งในการติดตั้งชุดสายยางฉีดล้างทำความสะอาดที่ถูกต้อง	113

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ข.17	เปิดวาล์วป้อนน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นเพื่อส่งไปที่ปั๊มแรงดันต่ำ	114
ข.18	เปิดวาล์วน้ำยาทางด้านไหลกลับให้อยู่ในตำแหน่งเปิด	114
ข.19	เปิดวาล์วควบคุมการจ่ายน้ำให้อยู่ในตำแหน่งเปิด	115
ข.20	แสดงตำแหน่งการเปิดวาล์วน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	115
ข.21	ถอดชุดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับออก	116
ข.22	ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกจากคอนโซลหน้ารถยนต์	116
ข.23	ถอดเทอร์โมสตัตออกจากชุดคอยล์เย็น	117
ข.24	ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง	117
ข.25	ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างด้วยกล้อง Snake Scope	118
ข.26	เปิดสวิตช์ปั๊มตำแหน่ง ON ปั๊มก็จะทำงาน	118
ข.27	ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	119
ข.28	ใช้น้ำยาฉีดล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นและทำการตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope ผ่านจอมอนิเตอร์	119
ข.29	ปิดวาล์วจ่ายน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นแล้วเปิดวาล์วจ่ายน้ำเข้าปั๊ม	120
ข.30	ปิดวาล์วจ่ายน้ำยาและเปิดวาล์วน้ำส่งจ่ายไปยังสายฉีดล้าง	120
ข.31	ปิดวาล์วไหลกลับลูกบิดสีแดงของน้ำยาทำความสะอาดชุดคอยเย็น	120
ข.32	เปิดตำแหน่งวาล์วพร้อมใช้งานระบบฉีดน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	121
ข.33	ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์	121
ข.34	ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์ ก่อนทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าที่เดิม	121
ข.35	ประกอบสวิตช์เทอร์โมสตัตและลิ้นชักที่เก็บของในตำแหน่งเดิม	122
ข.36	ทำการปิดสวิตช์ตำแหน่ง OFF ให้เครื่องหยุดการทำงาน	122
ข.37	ปิดวาล์วส่งน้ำออกให้อยู่ในตำแหน่ง OFF หรือปิด	123
ข.38	ถอดสายยางฉีดล้างออกจากปลั๊กยึดสายยางฉีดล้าง	123
ข.39	ปิดจอมอนิเตอร์	123
ข.40	ปิดกล่องแปลงสัญญาณภาพ	124
ข.41	ถอดสายสัญญาณภาพออกจากช่องเสียบ AV Video	124

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
	ข.42 พับเก็บจอมอนิเตอร์ให้เรียบร้อย	124
	ข.43 ถอดกรวยรองน้ำออกจากถังบรรจุน้ำ	125
	ข.44 เก็บกล้อง Snake Scope เข้าชั้นเก็บให้เรียบร้อย	125
	ข.45 เก็บกล่องใส่กล้อง Snake Scope เข้าชั้นเก็บให้เรียบร้อย	125
	ข.46 ปิดฝาเครื่องให้เข้าที่ให้เรียบร้อย	126
	ค.1 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	128
	ค.2 นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Casio	129
	ค.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและตรวจจับความเร็วลม	129
	ค.4 น้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น Coilcare II	129
	ค.5 ถาดรองน้ำทิ้ง	130
	ค.6 ปลั๊กไฟฟ้า	130
	ค.7 น้ำสะอาดใช้เติมลงถังบรรจุน้ำเพื่อใช้ในการทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	130
	ค.8 ไฟส่องสว่าง	131
	ค.9 ผ้าเช็ดมือ	131
	ค.10 ปั๊มลมและปืนเป่าลมพร้อมสาย	131
	ค.11 วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสารก่อนล้างทำความสะอาด	132
	ค.12 ถอดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งผู้โดยสารข้างคนขับออก	132
	ค.13 ถอดลิ้นชักออกจากคอนโซลหน้า	133
	ค.14 ถอดเทอร์โมสตัสออกจากชุดคอยล์เย็น	133
	ค.15 สภาพชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างทำความสะอาด	134
	ค.16 การตรวจสภาพชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope	134
	ค.17 ตรวจสอบสภาพชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง	134
	ค.18 ทดสอบแรงดันการฉีดล้างของหัวฉีดล้างทำความสะอาด	135
	ค.19 ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยน้ำและน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น	135
	ค.20 เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยน้ำยาแล้วปล่อยทิ้งไว้ 3-5 นาที	136
	ค.21 ใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้ง	136
	ค.22 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นหลังทำการล้างทำความสะอาดด้วยกล้อง Snake Scope	136
	ค.23 ประกอบติดตั้งเทอร์โมสตัตเข้าตำแหน่งเดิม	137
	ค.24 ประกอบลิ้นชักหน้าเข้าที่ตำแหน่งเดิม	137

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ค.25	เก็บผลการทดลองหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น	137
ค.26	ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้กับรถยนต์ยี่ห้อ ISUZU รุ่น NEW 7	138
ค.27	ทำการทดลองกับรถยนต์ ยี่ห้อ ISUZU รุ่น NEW 7 โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ให้กับรถยนต์ครูแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย	138
ค.28	ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้กับรถยนต์ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP	139
ค.29	ทำการทดลองกับรถยนต์ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้กับรถยนต์ผู้ใช้บริการที่เข้าทำการทดลอง	139
ค.30	นำเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ไปทดลองให้ช่างประจำที่ศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทหนองคายฮอนด้าออโตบิล จำกัด	140
ค.31	ทำการล้างชุดคอยล์เย็นโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้ช่างประจำศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทหนองคายฮอนด้าออโตบิล จำกัด โดยทำการทดลองกับรถยนต์ ยี่ห้อ HONDA รุ่น CIVIC SEDAN COMPACT CAR และให้ช่างผู้เชี่ยวชาญช่วยประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องนี้	140
ค.32	นำเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ไปทดลองให้ช่างประจำที่ศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทมิตซูบิชิเจียงหนองคาย จำกัด	141
ค.33	ทำการล้างชุดคอยล์เย็นโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้ช่างประจำศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทมิตซูบิชิเจียงหนองคาย จำกัด โดยทำการทดลองกับรถยนต์ยี่ห้อ MISSUBISHI รุ่น TRITON CAB 2.5 GLT และให้ช่างผู้เชี่ยวชาญช่วยประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องนี้	141
ค.34	นำรถผู้ใช้บริการเข้ามาทดลองล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์	142

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ค.35	ทำการล้างชุดคอยล์เย็นโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้ผู้ใช้บริการดู ณ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย โดยทำการทดลองกับรถยนต์ยี่ห้อ NISSAN รุ่น NV และให้ผู้ใช้บริการช่วยประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องนี้	142

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อนและมลภาวะทางอากาศที่มีมากในปัจจุบันนั้น ทำให้รถยนต์ทุกคันมีความจำเป็นในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้ภายในรถยนต์เพื่อปรับสภาพอากาศให้เย็นสบายและมีความเหมาะสมกับความต้องการของผู้ขับขี่ และผู้โดยสารในการเดินทาง หรือนำรถไปใช้งาน เมื่อมีการเปิดใช้งานเป็นประจำทุก ๆ วัน ภายในห้องโดยสารจะมีฝุ่นละออง หรือสิ่งสกปรก เชื้อโรค และกลิ่นไม่พึงประสงค์ปะปนเข้ามากับอากาศทำให้รถยนต์มีกลิ่นอับชื้นเกิดขึ้น ซึ่งมาจากแหล่งต่าง ๆ คือ จากแอร์รถยนต์ พรม และเบาะที่นั่ง ทำให้รู้สึกอึดอัด หายใจไม่ค่อยสะดวก และไม่มีสมาธิในการขับรถ สิ่งเหล่านี้เป็นสัญญาณเตือนให้ผู้ขับรถทราบว่า ภายในรถยนต์นั้นมีมลพิษเกิดขึ้นแล้ว ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ที่ขับรถ หรือผู้โดยสารได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นโรคต่าง ๆ เช่น โรคหวัด โรคหลอดลมอักเสบ และโรคภูมิแพ้ การเกิดกลิ่นเหม็นและอับชื้น เป็นผลมาจากการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่ปะปนเข้าไปภายในรถ โดยเฉพาะบริเวณที่มีความชื่น และสิ่งสกปรกอยู่ด้วย เมื่อเปิดสวิตช์พัดลม แอร์ก็จะทำงานดูดเอาฝุ่นละอองต่าง ๆ เข้าผ่านครีบชุดคอยล์เย็น ที่มีความชื้นปะปนอยู่ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ฝุ่นละออง และสิ่งสกปรกปะปนมากับอากาศผสมกับความชื้น เปลี่ยนสภาพเป็นคราบสิ่งสกปรกเกาะติดแน่นที่ชุดคอยล์เย็น เป็นสาเหตุให้ชุดคอยล์เย็นเกิดการอุดตัน ทำให้ลมเย็นไม่สามารถเข้าผ่านได้สะดวก ประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบปรับอากาศรถยนต์ลดลง ถ้าปล่อยไว้เป็นเวลานานก็จะเป็นแหล่งสะสมของสิ่งสกปรก เชื้อโรคและกลิ่นอับชื้น ส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ขับขี่และผู้โดยสารรถยนต์ได้ และส่งผลกระทบอีกหลาย ๆ อย่าง เช่น สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เพราะคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศรถยนต์ทำงานหนักขึ้น เพื่อให้ได้ความเย็นเท่าเดิม และถ้าหากปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานานชุดคอยล์เย็นจะเกิดการอุดตันมากขึ้น และลมเย็นไม่สามารถเข้าผ่านไปได้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดลง

จากการศึกษาหลักการทฤษฎีของการปรับอากาศ เป็นการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในห้องโดยสารที่ทำให้ผู้ขับขี่หรือผู้โดยสารมีความรู้สึกสบาย โดยการควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมความชื้น การหมุนเวียนของอากาศ และการทำให้อากาศบริสุทธิ์ อย่างไรก็ตามเมื่อใช้เครื่องปรับอากาศรถยนต์เป็นระยะเวลานาน ๆ จะเกิดความสกปรกขึ้นโดยเฉพาะที่อีวาพอเรเตอร์ (คอยล์เย็น) มีสิ่งสกปรกเกาะติดฝังแน่น มีเชื้อโรคและกลิ่นอับทำให้เกิดความชื้น การหมุนเวียนของอากาศลดลง และไม่บริสุทธิ์ ส่งผลต่อผู้ขับขี่และผู้โดยสารได้ (ขนบ เพชรช้อน, 2561 หน้า 3)

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ได้กำหนดหลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรว่า การจัดการเรียนการสอนเน้นการปฏิบัติจริง สามารถจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายรูปแบบ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในวิธีการและการดำเนินงาน มีทักษะการปฏิบัติงานในขอบเขตสำคัญ และบริบทต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบงานประจำ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะไปสู่บริบทใหม่ สามารถให้คำแนะนำแก้ปัญหาเฉพาะ

ด้านและรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น มีส่วนร่วมในคณะทำงาน หรือมีการประสานงานกลุ่ม รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ เจตคติและกิจนิสัยที่เหมาะสมในการทำงาน (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2556 หน้า 3)

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการสอนวิชางานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 2101-2103 ให้กับนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสอนโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในวิธีการทำงานและมีทักษะในการปฏิบัติงาน แต่เพราะยังขาดวัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมที่ทันสมัย ทันต่อเทคโนโลยีที่ใช้ในยุคปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างและพัฒนาเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ขึ้น เพื่อเป็นต้นแบบในการนำไปใช้งาน และใช้ประกอบการเรียนการสอนให้นักเรียน แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ศึกษาเรียนรู้และได้ฝึกปฏิบัติก่อนออกไปทำงานจริงในศูนย์บริการรถยนต์ ซึ่งในปัจจุบันศูนย์บริการรถยนต์ จะใช้เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์อัตโนมัติในการให้บริการลูกค้า

วิธีการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์รถยนต์ในปัจจุบันที่นิยมใช้กัน จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างทำความสะอาดภายนอก และแบบไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็น ข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการล้างชุดคอยล์เย็นทั้ง 2 แบบ พบว่าแบบถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างทำความสะอาดภายนอกจะมีข้อเสียมากกว่า คือ มีขั้นตอนที่ยุ่งยากและใช้เวลานานในการให้บริการในแต่ละครั้ง ต้องถอดชุดคอนโซลออกก่อน ถึงจะถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างทำความสะอาดภายนอกได้ ซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์อื่น ๆ ชำรุดเสียหายได้ และจะต้องมีการปล่อยสารความเย็นออกจากระบบก่อน มีการเปลี่ยนรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ใหม่ ถ้าช่างขาดความชำนาญก็อาจจะทำให้อุปกรณ์อย่างอื่นชำรุดเสียหายได้ และจะมีค่าใช้จ่ายสูงในการให้บริการแต่ละครั้ง ค่าบริการประมาณ 3,000- 6,000 บาท ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของการถอด-ประกอบ เมื่อนำรถยนต์ไปทำการล้างชุดคอยล์เย็นแต่ละครั้ง จะใช้เวลานานประมาณ 3-5 ชั่วโมง แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ขึ้นด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์แบบอัตโนมัติ เพื่อนำมาใช้ในศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ เพื่อช่วยลดขั้นตอนการทำงานของคนมากขึ้น ทำงานง่ายกว่า ใช้เวลาน้อยกว่า และค่าบริการถูกกว่าแบบถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างทำความสะอาดภายนอก

ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร เว็ปไซด์ จากการสอบถามช่างประจำศูนย์บริการรถยนต์ และจากผู้ใช้รถยนต์ พบว่าคนส่วนใหญ่ที่นำรถยนต์เข้าศูนย์บริการนั้น จะไม่ค่อยมองเห็นถึงความสำคัญของการล้างแอร์รถยนต์ตามระยะเวลาที่กำหนด เพราะถือว่าไม่ใช่เรื่องที่มีความสำคัญ เป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และมองไม่เห็นถึงสาเหตุ หรือผลกระทบทางด้านสุขภาพที่จะเกิดขึ้นตามมา ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะรอให้เกิดปัญหาขึ้นกับแอร์รถยนต์เสียก่อนถึงจะนำรถมาเข้าศูนย์บริการให้ช่างทำการตรวจสอบสภาพรถยนต์

ด้วยเหตุนี้เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ จึงมีประโยชน์อย่างมากกับผู้ใช้รถยนต์ ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นทางด้านสุขภาพอนามัย เช่น โรคหวัด โรคหลอดลมอักเสบ และโรคภูมิแพ้ การเกิดกลิ่นเหม็นและอับชื้น ซึ่งเป็นผลมาจากการแพร่กระจายของเชื้อโรคต่าง ๆ ที่เข้าไปภายในรถยนต์ เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ ดังนั้นควรจะต้องมีการล้างทำความสะอาด

คอยล์เย็นรถยนต์ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือตามระยะทาง 30,000 – 50,000 กิโลเมตร เครื่องล้างคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ในศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ทั่วไปส่วนใหญ่จะเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะมีข้อดีกว่าวิธีการล้างแบบเดิม คือไม่ต้องถอดชุดคอนโซล ไม่ต้องปล่อยสารความเย็นออกจากระบบ ไม่ต้องเปลี่ยนรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ใหม่ มีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก ใช้เวลาน้อยประมาณ 1 ชั่วโมง ล้างทำความสะอาดได้ง่ายและมีราคาค่าบริการไม่แพงมากนัก ค่าบริการแต่ละครั้งประมาณ 2,000-2,500 บาท

จากหลักการปรับอากาศโดยการควบคุมสภาพแวดล้อมนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการควบคุมสภาพแวดล้อม โดยการควบคุมความชื้น การหมุนเวียนของอากาศและทำให้อากาศบริสุทธิ์ จะทำการควบคุมชุดคอยล์เย็นผ่านเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ผู้วิจัยมีแนวคิดออกแบบและสร้างเครื่องนี้ขึ้น ตามหลักทฤษฎีในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล จะต้องมีการวางแผนที่ดี มีแนวคิดในการออกแบบเชิงวิศวกรรมและเชิงเศรษฐศาสตร์ มีการออกแบบร่างอย่างเป็นมาตราส่วน มีการเขียนแบบ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ วิธีการผลิต รวมถึงต้นทุนการผลิตและการเลือกออกแบบผลิตภัณฑ์จะต้องศึกษาแนวโน้มทางการตลาด ผลการวิจัยและเทคโนโลยีใหม่ รวมถึงลิขสิทธิ์และความต้องการของลูกค้าด้วย (มานพ ตันตระบัณฑิตย์, 2545 หน้า 15)

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจที่จะพัฒนาเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อแก้ปัญหาด้านสุขภาพอนามัยให้กับผู้ใช้รถยนต์ ช่วยลดขั้นตอนในการทำงานของช่าง ช่วยประหยัดแรงงานคน ลดระยะเวลาในการทำงาน ลดต้นทุนในการผลิต ใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการนำไปใช้งานในศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ และช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ในการฝึกปฏิบัติ และนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนให้กับนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ในรายวิชางานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 2101-2103 เพื่อให้นักเรียน นักศึกษาได้เรียนรู้และได้ฝึกปฏิบัติก่อนออกไปทำงานจริงในศูนย์บริการรถยนต์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์

1.3.2 เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์แล้วจะทำให้มีอุณหภูมิภายในห้องโดยสารลดต่ำลง และมีความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้น ประสิทธิภาพในการทำความเย็นภายในห้องโดยสารรถยนต์ดีขึ้นไม่น้อยกว่า 30%

1.3.3 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์อยู่ในระดับมากขึ้นไป

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1.4.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ

1) ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอนเกี่ยวกับสาขาวิชาช่างยนต์ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 37 คน

2) ช่างประจำศูนย์บริการรถยนต์ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 85 คน

3) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ที่เรียนในรายวิชางานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 2101-2103 ในปีการศึกษา 2559 จำนวน 106 คน

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ

1) ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอนเกี่ยวกับสาขาวิชาช่างยนต์ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 5 คน

2) ช่างประจำศูนย์บริการรถยนต์ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 5 คน

3) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น ปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ที่เรียนในรายวิชางานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 2101-2103 ในปีการศึกษา 2559 จำนวน 10 คน

รวมทั้งหมดจำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4) ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ จะดำเนินการวิจัย 1 ปีการศึกษา 2559

1.4.5 ขอบเขตด้านตัวแปร

1.4.5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1.4.5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการออกแบบและสร้าง การหาประสิทธิภาพและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ หมายถึง เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์แบบไม่ต้องถอดล้างทำความสะอาดภายนอกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.5.2 คู่มือการใช้งาน หมายถึง เอกสารประกอบการใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบของเครื่อง วิธีการใช้ ข้อควรระวัง และการบำรุงรักษา

1.5.3 การหาประสิทธิภาพ หมายถึง ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และการสร้างแบบประเมินหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1.5.4 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เป็นการยอมรับ ชอบ และประทับใจในเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยวัดคะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์จากผู้ใช้บริการ

1.5.5 ปั๊มแรงดันต่ำแบบสูบชัก หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปั๊มอัดสร้างแรงดันของเหลวให้เกิดแรงดันไหลเทของเหลวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามวงจรการติดตั้งของระบบปั๊ม โดยอาศัยการเคลื่อนที่ดูดอัดของลูกสูบปั๊มในการสร้างแรงดัน ซึ่งจะถูกจำกัดแรงดันไว้ที่ 40 บาร์ ไปถึง 1 บาร์

1.5.6 หัวฉีดควบคุมแรงดันต่ำ หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ฉีดล้างทำความสะอาดด้วยน้ำหรือของเหลว โดยอาศัยแรงดันจากปั๊มแรงดันต่ำ ซึ่งทำหน้าที่ปั๊มอัดสร้างแรงดันของเหลวให้เกิดแรงดันไหลเทของเหลว จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามวงจรการติดตั้งของระบบปั๊มมาที่หัวฉีด

1.5.7 กล้อง Snake Scope หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือส่องตรวจสอบสภาพก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งจะสามารถมองเห็นภาพจากจอมอนิเตอร์ที่มาพร้อมกับตัวกล้อง ส่วนลำตัวกล้องจะมีลักษณะเป็นลำกล้องขนาดเล็กมีลำตัวยาวสามารถปรับโค้งงอได้ตามช่องพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก

1.5.8 จอมอนิเตอร์ หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แสดงภาพปฏิบัติงานในสถานะต่าง ๆ จากการเชื่อมต่อข้อมูลที่กล้อง Snake Scope โดยผ่านกล่องแปลงสัญญาณ

1.5.9 น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น หมายถึง น้ำยาที่ใช้สำหรับทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นที่มีคราบสิ่งสกปรกเกาะติด ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรดสามารถกำจัดคราบสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่เกาะติดหรืออุดตันที่ชุดคอยล์เย็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่มีประสิทธิภาพสูง จำนวน 1 เครื่อง ไว้ใช้สำหรับประกอบการเรียนการสอน วิชางานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 2101-2103

1.6.2 สถานประกอบการได้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ได้จริง ช่วยลดขั้นตอน ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายให้กับผู้ใช้บริการ

1.6.3 ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่สร้างขึ้น สามารถช่วยแก้ปัญหาความสกปรกและการอุดตันที่คอยล์เย็นรถยนต์ และไม่เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของนักเรียน ผู้ใช้งาน และผู้ใช้บริการ

1.6.4 ได้นวัตกรรมใหม่ที่สามารถนำมาใช้ในศูนย์บริการรถยนต์ หรืออู่ซ่อมรถยนต์ ซึ่งมีราคาถูกกว่าเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดที่มีราคาแพงกว่าและช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้

1.6.5 นักเรียนได้ประโยชน์จากการใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์เป็นการเตรียมความพร้อมทางด้านทักษะก่อนออกไปประกอบอาชีพหลังจากสำเร็จการศึกษา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ รวมทั้งมีความสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล
2.2 หลักการเบื้องต้นของการปรับอากาศ
2.3 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์
2.4 ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศรถยนต์
2.5 การล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์
2.6 เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทั่วไป
2.7 โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น
2.8 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล

ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล มีดังนี้

2.1.1 วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน (2534 : 12-13) ได้กล่าวว่า ผู้ออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล การเลือกใช้วัสดุทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกลจะพิจารณาจากหน้าที่การทำงาน ภาระและอายุการใช้งาน จากนั้นจึงจะพิจารณาจากวิธีการขึ้นรูปและการผลิต ต้นทุนการผลิตและการจัดหาวัสดุ และจะต้องมีพื้นฐานความรู้ดังต่อไปนี้

2.1.1.1 มีพื้นฐานความรู้ทางด้านความแข็งแรงของวัสดุเป็นอย่างดี เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเค้นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล จะต้องแข็งแรงและแข็งแกร่งเพียงพอที่จะรับแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

2.1.1.2 มีพื้นความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุวิศวกรรมที่ใช้กับเครื่องจักรกลเป็นอย่างดี ทั้งทางด้านโลหะวิทยา กรรมวิธีทางความร้อนต่าง ๆ และติดตามการพัฒนาทางด้านวัสดุอยู่ตลอดเวลา เพื่อจะได้นำวัสดุที่เหมาะสมที่สุดมาใช้

2.1.1.3 มีความรู้ทางด้านวิศวกรรมวิธีการผลิตต่าง ๆ หลักเศรษฐศาสตร์ของวิธีการผลิต เพราะชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ผลิตขึ้นมาจะต้องแข่งขันทางด้านราคา บางครั้งการออกแบบชิ้นส่วนชิ้นหนึ่งอาจเหมาะกับโรงงานผลิตแห่งหนึ่ง แต่ไม่เหมาะกับโรงงานผลิตอีกแห่งหนึ่งก็ได้ เช่น โรงงานผลิตที่มีแผนกเชื่อมที่ดีแต่ไม่มีแผนกหล่อ จะพบว่าการผลิตโดยวิธีเชื่อมจะประหยัดที่สุด แต่ในขณะเดียวกันโรงงานอีกแห่งหนึ่งอาจตัดสินใจใช้วิธีการหล่อ เพราะมีแผนกหล่อที่ดีอยู่แล้ว

2.1.1.4 มีความรู้เป็นพิเศษเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อคุณสมบัติของวัสดุ เช่น บรรยากาศที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน อุณหภูมิต่ำมาก ๆ หรือสูงมาก ๆ เป็นต้น

2.1.1.5 เตรียมพร้อมสำหรับการตัดสินใจอย่างฉลาดได้ว่า

1) ควรเลือกใช้ชิ้นส่วนที่มีจำหน่ายอยู่แล้วหรือต้องการออกแบบใหม่

2) ควรใช้สูตรสำเร็จที่ได้จากประสบการณ์ในการออกแบบชิ้นส่วนหรือไม่

3) ควรทดสอบชิ้นงานก่อนการผลิตหรือไม่

4) ต้องออกแบบเป็นพิเศษเพื่อควบคุมการสั่นสะเทือน ระดับเสียง และอื่น ๆ หรือไม่

2.1.1.6 มีความเข้าใจถึงความสวยงามบางประการ ซึ่งจะทำให้ผลิตผลจูงใจและดึงดูดใจผู้ใช้

2.1.1.7 มีความรู้ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการแข่งขันทางด้านราคา เพราะเหตุว่าวิศวกรรมมีหน้าที่ในการประหยัดเงินของผู้ว่าจ้าง การจะเพิ่มราคาสินค้าได้จะต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เช่น เพิ่มสมรรถนะ เพิ่มสิ่งดึงดูดใจ หรือเพิ่มความทนทานให้มากขึ้น

2.1.1.8 มีสัญชาตญาณในการเป็นนักประดิษฐ์และสร้างสรรค์สิ่งสำคัญที่สุดก็คือจะต้องทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด ความคิดสร้างสรรค์อาจเกิดขึ้นเพราะมีความขยันขันแข็งที่จะแก้ไขสิ่งที่ไม่ถูกใจและมีความเต็มใจที่จะทำ

2.1.2 มานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2545 : 15) ได้กล่าวว่า วิธีดำเนินการออกแบบเครื่องจักรกลหรือชิ้นส่วน จะต้องประกอบด้วยหลักการและขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1.2.1 การวางแผน (Planning) การเลือกงานที่จะออกแบบ

2.1.2.2 แนวคิด (Concept) การแจงรูปของงานออกแบบ การแบ่งแยกของระบบทำงาน รวมไปเป็นระบบการทำงานย่อย (Subsystem) การรวมแนวการออกแบบเพื่อให้เกิดเป็นระบบทำงาน รวมถึงการประเมินคุณค่า แนวการออกแบบในเชิงวิศวกรรมและเชิงเศรษฐศาสตร์

2.1.2.3 การออกแบบร่าง (Lay Out) เป็นการออกแบบร่างอย่างเป็นมาตราส่วน โดยจะต้องมีการประเมินคุณค่าการออกแบบเชิงวิศวกรรม และเชิงเศรษฐศาสตร์ และการปรับปรุงออกแบบร่างให้ดีขึ้นด้วยการออกแบบรูปร่างในโซนต่าง ๆ ให้ดูเหมาะสมมากขึ้น

2.1.2.4 การออกแบบรายละเอียด เป็นการออกแบบรูปร่างชิ้นส่วนย่อยให้มีความเหมาะสม การเขียนรายละเอียดจะประกอบด้วย การเขียนแบบ การเลือกใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน เช่น สกรู โซ่ สายพาน ตารางรายการวัสดุ วิธีการผลิต การประกอบ การขนส่ง และเก็บรักษา การตรวจสอบทุนการผลิต การสร้างชุดต้นแบบ (Prototype) หรือโมเดล (Model) และการตัดสินใจเพื่อการผลิตในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต ต้องมีแนวคิดในการเลือกออกแบบผลิตภัณฑ์จำเป็นจะต้องศึกษาแนวโน้มทางการตลาด ผลการวิจัยและเทคโนโลยีใหม่ ลิขสิทธิ์ความต้องการของลูกค้า

2.1.3 อรรณพ เรืองวิเศษ (2561 : 11-13) ได้กล่าวว่า การออกแบบเครื่องจักรกลจะต้องประกอบด้วยหลักการและขั้นตอนดังต่อไปนี้ เป็นการทำงานตั้งแต่การเขียนแบบ การเลือก

วัสดุ การปรับแต่งชิ้นงาน และการออกแบบโดยต้องวางแผน และรวบรวมสรุปการทำงานทั้งหมดเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างหรือปรับปรุงเครื่องจักรตามวัตถุประสงค์

2.1.3.1 แนวทางการออกแบบเครื่องจักรกล

1) เอกสารข้อกำหนดทางเทคนิค (Specification document)

เป็นเอกสารที่ระบุหัวข้อจำเป็นในการออกแบบเครื่องจักรกล เช่น วัตถุประสงค์การใช้งาน ความสามารถ ประสิทธิภาพ ขนาด ปริมาณการผลิต และข้อมูลอื่น ๆ ของเครื่องจักรที่สร้างขึ้น

2) จุดสำคัญของการออกแบบ โดยการออกแบบต้องเป็นไปตามจุดสำคัญดังต่อไปนี้

(1) เลือกกลไกที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้งานเครื่องจักร

(2) พิจารณาแรงที่กระทำกับแต่ละส่วนของเครื่องจักรอย่างถี่ถ้วน แล้วเลือกวัสดุที่ประหยัดและเหมาะสมกับส่วนนั้น จากนั้นกำหนดขนาดแต่ละส่วน

(3) พิจารณาให้กระบวนการทำชิ้นงานการประกอบ การใช้งาน และการซ่อมทำได้ง่าย

(4) ปรับชิ้นงานให้เข้ามาตรฐาน และลดค่าใช้จ่ายในการผลิตชิ้นงาน

(5) พิจารณาเครื่องจักรโดยรวม ให้มีแนวคิดใหม่ออกมาอยู่ตลอดเวลา ทำการออกแบบชนิดใหม่และพิจารณาเรื่องสีด้วย

(6) พิจารณาเรื่องสิ่งแวดล้อม พยายามให้ชิ้นงานเป็นทรัพยากรที่นำกลับมาใช้ได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการออกแบบเครื่องจักรกล ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ในการออกแบบสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์นั้นจะต้องประกอบด้วยหลาย ๆ ขั้นตอน คือ จะต้องมีความรู้ทางด้านวิศวกรรม มีความคิดสร้างสรรค์ที่จะคิดประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อใช้งานให้ตรงกับความต้องการ มีจุดประสงค์ของการออกแบบ มีการเขียนแบบร่าง สร้างต้นแบบ มีการทดลองก่อนการนำไปใช้งานจริง เพื่อตรวจสอบว่าทำงานได้ตรงกับความต้องการ หรือหากพบว่ามีข้อขัดข้อง ต้องตรวจสอบแก้ไขจนการทำงานของเครื่องเป็นที่น่าพอใจจึงจะนำไปใช้งานจริงต่อไป จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีหลักการออกแบบเครื่องจักรกลดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำสู่การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

2.2 หลักการเบื้องต้นของการปรับอากาศ

หลักการเบื้องต้นของการปรับอากาศ ได้มีการให้ความหมายไว้หลากหลายดังนี้

2.2.1 สมศักดิ์ สุโมตยกุล (2545 : 163-164) ได้กล่าวว่าการปรับอากาศ หมายถึง การปรับและควบคุมสภาวะอากาศดังนี้

2.2.1.1 ปรับและควบคุมอุณหภูมิ การปรับอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่คนเรากำลังรู้สึกสบายเป็นสิ่งสำคัญมาก โดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่มี

อากาศร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 84 องศาฟาเรนไฮต์ แต่อุณหภูมิที่คนกำลังสบายควรอยู่ระหว่าง 75-78 องศาฟาเรนไฮต์

2.2.1.2 ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อความสบายของมนุษย์เรามากพอ ๆ กับอุณหภูมิ เช่น ในฤดูหนาวบางวันซึ่งมีอุณหภูมิสูงเท่า ๆ กับในฤดูร้อนเราก็ยังรู้สึกว่าในฤดูหนาวเย็นสบายกว่า ในฤดูร้อนเหงื่อก็แห้งง่ายไม่เหนียวตัว เพราะในฤดูหนาวอากาศแห้งความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เหงื่อที่ผิวหนังระเหยได้ง่ายกว่าในฤดูร้อน ซึ่งมีอากาศชื้น ความชื้นสัมพัทธ์สูงเหงื่อที่ผิวหนังระเหยตัวได้ยาก หรือในฤดูหนาวบางวัน ซึ่งมีอุณหภูมิในช่วงที่คนเรากำลังสบาย (75-78 องศาฟาเรนไฮต์) แต่เป็นวันที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมาก การระเหยตัวของน้ำในร่างกายที่ผิวหนังหรือที่ริมฝีปากมากเกินไปทำให้ผิวหนังแห้งหรือริมฝีปากแตกได้จึงรู้สึกไม่สุขสบาย โดยทั่วไปความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับมนุษย์เราที่อยู่ได้สบายควรมีค่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

2.2.1.3 ระบายอากาศเสียทิ้งแม้ว่าในห้องปรับอากาศจะมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงที่พอเหมาะแต่ถ้าอากาศภายในห้องอับทึบและไม่บริสุทธิ์ ก็ย่อมทำให้ผู้อาศัยอยู่ข้างในรู้สึกอึดอัดและไม่สุขสบาย ดังนั้น การปรับอากาศจึงต้องคำนึงถึงการระบายอากาศเสียทิ้งอีกด้วย

2.2.1.4 การหมุนเวียนของอากาศบริสุทธิ์ ภายในห้องปรับอากาศต้องคำนึงถึงความเร็วของลม เพราะถึงแม้ว่าจะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศได้พอเหมาะแล้ว แต่ถ้าลมส่งที่พัดหมุนเวียนแรงเกินไป และปะทะส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายโดยตรงตลอดเวลา แล้วจะทำให้ผู้อยู่ในห้องมีความรู้สึกไม่สุขสบายได้

2.2.1.5 การกำจัดฝุ่นละออง ควันบุหรี่ กลิ่น และเสียง เนื่องจากห้องปรับอากาศเป็นห้องที่ปิดมิดชิด มีการปรับอากาศและระบายอากาศที่ดี ซึ่งเป็นการขจัดสิ่งสกปรกรบกวนต่าง ๆ ได้ เช่น ฝุ่นละออง ควัน กลิ่น และเสียงอึกทึกจากภายนอกให้ลดน้อยลงได้

2.2.2 วีระศักดิ์ มะโนน้อม (2549 : 9-10) ได้กล่าวว่าการปรับอากาศ มิได้หมายถึงเพียงการทำอากาศให้เย็นเท่านั้น แต่หมายความรวมถึงการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้มีอุณหภูมิพอเหมาะ ให้คนที่อยู่ภายในมีความรู้สึกสบาย ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ การระบายอากาศเสียทิ้ง รวมทั้งการหมุนเวียนของอากาศบริสุทธิ์ และการกรองอากาศที่สกปรกให้สะอาด นอกจากนี้ยังพอสรุปหน้าที่ของเครื่องปรับอากาศได้ดังนี้

2.2.2.1 ปรับและควบคุมอุณหภูมิ การปรับอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่มีความรู้สึกสบายเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เครื่องปรับอากาศจะต้องทำหน้าที่ควบคุมระดับอุณหภูมิให้อยู่ ณ ช่วงดังกล่าวตลอดระยะเวลาทำงาน นั่นหมายถึง ถ้าอากาศร้อนเกินไปเครื่องปรับอากาศจะต้องสามารถลดอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ต้องการ โดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศร้อนแต่อุณหภูมิมีความสบายอยู่ระหว่าง 23-25 องศาเซลเซียส

2.2.2.2 ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์จะมีผลต่อความสบายของมนุษย์มากพอ ๆ กับอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เหงื่อที่ผิวระเหยได้ง่ายกว่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเหงื่อที่ผิวหนังระเหยตัวได้ยาก การระเหยตัวของน้ำในร่างกายที่ผิวหนังมากเกินไป ทำให้ผิวหนังแห้งจึงรู้สึกไม่สบายตัว ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับมนุษย์เราที่อยู่ได้สบายควรมีค่าประมาณ 50%

2.2.2.3 การหมุนเวียนของอากาศบริสุทธิ์ ภายในห้องปรับอากาศต้องคำนึงถึงความเร็วของลมด้วย ถึงแม้ว่าจะควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศได้พอเหมาะแล้วก็ตาม

แต่ถ้าลมส่งที่พัดหมุนเวียนแรงเกินไป และปะทะส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายตลอดเวลาแล้ว ก็จะทำให้ผู้อยู่ในห้องมีความรู้สึกไม่สบายได้

2.2.2.4 การระบายอากาศเสียทิ้ง แม้ว่าภายในห้องปรับอากาศจะมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงที่พอเหมาะก็ตาม แต่ถ้าอากาศภายในห้องอับทึบ และไม่บริสุทธิ์ก็ย่อมทำให้ผู้อาศัยรู้สึกอึดอัด ดังนั้น การปรับอากาศจึงต้องคำนึงถึงการระบายอากาศเสียทิ้งอีกด้วย

2.2.2.5 การกำจัดฝุ่นละออง กลิ่น และเสียง ฝุ่นละอองเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ เครื่องปรับอากาศจึงถูกสร้างให้ทำหน้าที่ เป็นตัวกำจัดฝุ่นละอองในอากาศ ด้วยวิธีการให้ฝุ่นละอองผ่านออกมาในปริมาณที่น้อยที่สุด โดยการใช้แผ่นกรองฝุ่นหรือแผ่นฟิลเตอร์ เป็นตัวกรองฝุ่น มิให้ผ่านปนกับลมเย็นออกมา ทำให้อากาศหมุนเวียนมีระดับของฝุ่นละอองน้อยลง และเนื่องจากห้องปรับอากาศเป็นห้องที่ปิดมิดชิด มีการปรับอากาศและระบายอากาศที่ดี ซึ่งเป็นการขจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ได้ เช่น ฝุ่นละออง ควัน กลิ่น และเสียงจากภายนอกให้ลดลง

2.2.3 ขนบ เพชรช้อน (2561 : 3) ได้กล่าวว่า การปรับอากาศรถยนต์ หมายถึง การควบคุมสภาพแวดล้อมของอากาศภายในห้องโดยสาร ให้อยู่ในสภาวะที่ทำให้ผู้ขับขี่หรือผู้โดยสารเกิดความรู้สึกสบาย โดยการควบคุมสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ คือ

2.2.3.1 ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งจะต้องอยู่ในระดับที่พอดี ไม่ร้อนหรือหนาวเกินไป โดยปกติแล้วอุณหภูมิที่ทำให้ร่างกายรู้สึกสบาย จะอยู่ที่ประมาณ 75-78 องศาฟาเรนไฮต์ หรือประมาณ 24-26 องศาเซลเซียส

2.2.3.2 ควบคุมความชื้น ซึ่งถ้าอากาศที่มีความชื้นมากเกินไปจะทำให้ร่างกายรู้สึกเหนียวน่ารำคาญ แต่ถ้าอากาศมีความชื้นน้อยเกินไปก็จะทำให้ผิวหนังแห้ง ริมฝีปากแตก หรือทำให้การหายใจลำบาก ซึ่งความชื้นที่เหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณ 50-55%

2.2.3.3 ควบคุมการหมุนเวียนของอากาศบริสุทธิ์ โดยการควบคุมความเร็วของพัดลม ถ้าหากพัดลมหมุนเวียนแรงเกินไป เมื่อเกิดการปะทะกับส่วนใดของร่างกายโดยตรงตลอดเวลา จะทำให้มีความรู้สึกไม่สบายได้ อีกทั้งอากาศที่อยู่ภายในห้องโดยสารเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้อากาศเสียได้ ดังนั้นจึงต้องมีการทำให้อากาศเกิดการหมุนเวียน

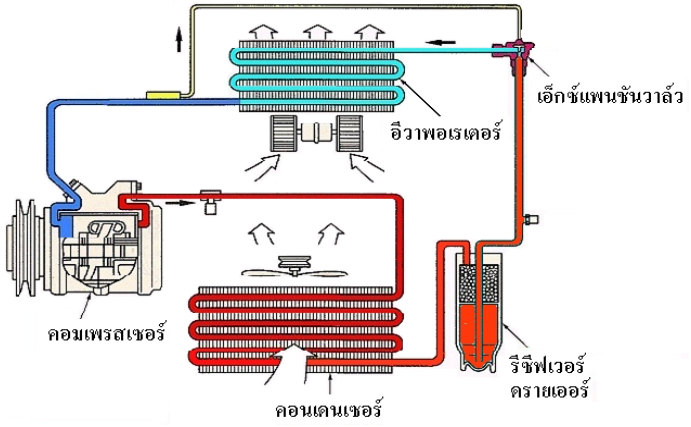
2.2.3.4 การทำให้อากาศบริสุทธิ์ โดยปราศจากกลิ่น ควันบุหรี่ ฝุ่นละอองต่าง ๆ และเสียงรบกวนที่มาจากภายนอกรถยนต์ให้ลดน้อยลง เพื่อให้คนที่อยู่ภายในห้องโดยสารเกิดความสุขสบาย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการปรับอากาศ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การปรับอากาศ หมายถึง การควบคุมอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมของอากาศภายในห้องปรับอากาศให้มีความเหมาะสมกับผู้อยู่ภายในห้อง ทำให้เกิดความรู้สึกสบาย โดยควบคุมสิ่งต่าง ๆ ดังนี้ อุณหภูมิ ความชื้น การหมุนเวียนของอากาศ และการทำอากาศให้บริสุทธิ์ จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการปรับอากาศรถยนต์ ไปออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการหมุนเวียนของอากาศภายในห้องโดยสารรถยนต์ ให้มีความเหมาะสมกับผู้ขับขี่ และผู้โดยสารภายในห้องโดยสารรถยนต์ต่อไป

2.3 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์

หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ ได้กล่าวไว้ดังนี้

2.3.1 สมศักดิ์ สุโมตยกุล (2545 : 48-49) ได้กล่าวว่า หลักการทำงานของวงจรทำความเย็นเครื่องปรับอากาศรถยนต์ เริ่มจากสารความเย็นเหลวในท่อพักสารความเย็นมีสถานะเป็นของเหลว ที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ถูกส่งเข้ายังเอ็กซ์แพนชันวาล์วโดยผ่านทางท่อลิควิด ซึ่งเอ็กซ์แพนชันวาล์วนี้ จะทำหน้าที่ควบคุมการไหลของสารความเย็นเหลวที่ผ่านเข้ายังอีวาพอเรเตอร์ ลดความดันของสารความเย็นเหลว ให้มีความดันต่ำลงจนสามารถระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส และดูดรับปริมาณความร้อนได้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ ภายในอีวาพอเรเตอร์ขณะที่สารความเย็นเหลวภายในอีวาพอเรเตอร์ระเหยตัวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส จะดูดรับปริมาณความร้อนจากอากาศโดยรอบ ทำให้อากาศโดยรอบที่อีวาพอเรเตอร์มีอุณหภูมิลดต่ำลง และทำให้อุณหภูมิภายในรถยนต์ลดลง อุณหภูมิและความดันต่ำจากอีวาพอเรเตอร์จะถูกคอมเพรสเซอร์ดูดผ่านเข้าทางซักชั่น และอัดส่งออกไปทางท่อดิสชาร์จในลักษณะของแก๊สที่มีอุณหภูมิและความดันสูง เพื่อส่งไปยังคอนเดนเซอร์และกลั่นตัวเป็นของเหลวด้วยการระบายความร้อนออก แต่สารความเย็นเหลวนี้จะยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่ และถูกส่งเข้าไปในท่อพักสารความเย็นเหลวก่อนที่จะถูกส่งไปยังเอ็กซ์แพนชันวาล์วอีกครั้งหนึ่ง อันเป็นการครบวงจร ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 วงจรการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์
(ที่มา : สมศักดิ์ สุโมตยกุล. 2545 : 45)

2.3.2 วีระศักดิ์ มะโนน้อม (2549 : 27-28) ได้กล่าวว่า ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ เริ่มจากสารความเย็นเหลวในท่อพักสารความเย็นมีสถานะเป็นของเหลวที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ถูกส่งผ่านทางท่อลิควิดเข้ายังเอ็กซ์แพนชันวาล์ว ซึ่งเอ็กซ์แพนชันวาล์วนี้จะทำหน้าที่ ควบคุมการไหลของสารความเย็นเหลวที่ผ่านเข้ามายังอีวาพอเรเตอร์ ลดความดันของสารความเย็นให้มีความดันต่ำลงจนระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส และดูดรับปริมาณความร้อนได้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ ภายในอีวาพอเรเตอร์ โดยขณะที่สารความเย็นเหลวระเหยตัวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส

จะดูดรับปริมาณความร้อนจากอากาศโดยรอบ ทำให้อากาศโดยรอบที่อีวาพอเรเตอร์มีอุณหภูมิลดต่ำลงทำให้อุณหภูมิภายในห้องผู้โดยสารลดต่ำลง แก๊สซึ่งมีอุณหภูมิและความดันต่ำจากอีวาพอเรเตอร์จะถูกคอมเพรสเซอร์ดูดผ่านเข้าทางท่อซักชั่น และอัดส่งออกไปทางท่อดิสชาร์จในลักษณะของแก๊สที่อุณหภูมิและความดันสูง เพื่อส่งไปกลั่นตัวเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์ แต่สารความเย็นเหลวนี้จะยังคงมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่ และถูกส่งเข้าไปในท่อพักสารความเย็นเหลวก่อนที่จะถูกส่งไปยังเอ็กซ์แพนชันวาล์วอีกครั้งหนึ่งจึงครบวงจรระบบการทำงาน

2.3.3 ขนบ เพชรช้อน (2561 : 6) ได้กล่าวว่า หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ เมื่อคอมเพรสเซอร์ดูดสารความเย็นในสถานะที่เป็นแก๊สที่มีความดันต่ำ และอุณหภูมิต่ำจากอีวาพอเรเตอร์ ซึ่งเข้ามาทางด้านดูดหลังจากนั้นคอมเพรสเซอร์ก็จะอัดสารความเย็นให้เป็นแก๊ส ให้มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง ไหลออกทางด้านอัดส่งต่อไปยังคอนเดนเซอร์ เพื่อระบายความร้อนออก ทำให้สารความเย็นเปลี่ยนสถานะจากแก๊สกลายเป็นของเหลว แต่ยังมีความดันสูงและอุณหภูมิสูงอยู่ ไหลออกไปยังรีซีฟเวอร์ตรายเออร์ เพื่อกรองสิ่งสกปรกและดูดความชื้น จากนั้นสารความเย็นเหลวก็จะไหลไปยังเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว แล้วฉีดออกเป็นฝอยละอองเข้าไปในอีวาพอเรเตอร์ สารความเย็นที่ฉีดออกเป็นฝอยคล้ายหมอกควันจะดูดความร้อนจากภายนอก เพื่อให้ตัวมันเองกลายเป็นแก๊สที่มีความร้อนเพิ่มขึ้น จากการดูดความร้อนแฝงให้กลายเป็นแก๊สนี้จะทำให้อุณหภูมิภายนอกรอบ ๆ ลดลง และสารความเย็นที่กลายเป็นแก๊สนี้ก็จะถูกคอมเพรสเซอร์ดูดกลับเข้าไปเพื่อส่งต่อไปหมุนเวียนเริ่มต้นการทำงานเป็นวัฏจักรเหมือนเดิมต่อไป

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า คอมเพรสเซอร์จะทำหน้าที่ดูดสารความเย็นมาจากอีวาพอเรเตอร์ในสถานะแก๊สที่มีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ และอัดสารความเย็นออกไปให้มีความดันสูงและมีอุณหภูมิสูงให้ไหลไปยังคอนเดนเซอร์ เพื่อระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ ทำให้สารความเย็นในสถานะแก๊สกลั่นตัว เป็นของเหลวมีอุณหภูมิลดลง และไหลต่อมายังรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ เพื่อดูดความชื้นและกรองสิ่งสกปรก จะถูกส่งต่อไปยังเอ็กซ์แพนชันวาล์ว เพื่อควบคุมอัตราการไหลและลดความดันของสารความเย็น โดยการฉีดให้เป็นฝอยละอองและกลายเป็นไอจะถูกดูดเข้าไปในอีวาพอเรเตอร์ ซึ่งเป็นท่อขนาดใหญ่ ทำให้แรงดันลดลงและสารความเย็นขยายตัวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ ทำให้จุดเดือดของสารความเย็นมีอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำ ถูกคอมเพรสเซอร์ดูดกลับไปทางด้านดูดครบรอบการทำงานและเริ่มต้นการทำงานแบบนี้ต่อไป

2.4 ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศรถยนต์

ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศรถยนต์ ได้มีการกล่าวไว้ดังนี้

2.4.1 สมศักดิ์ สุโมตยกุล (2545 : 44) ได้กล่าวว่าอุปกรณ์หลักของวงจรทำความเย็นเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ รีซีฟเวอร์ดรายเออร์ เอ็กซ์แพนชันวาล์ว อีวาพอเรเตอร์

2.4.2 วีระศักดิ์ มะโนน้อม (2549 : 22) ได้กล่าวว่า ระบบของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ แบ่งอุปกรณ์ของระบบทำความเย็นได้ 3 ประเภท คือ

2.4.2.1 อุปกรณ์หลัก เป็นอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนหลักในการทำงาน ถ้าขาดอุปกรณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้ว เครื่องปรับอากาศก็ไม่สามารถทำงานได้ อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ ตัวควบคุมน้ำยา และอีวาพอเรเตอร์

2.4.2.2 อุปกรณ์ช่วย เป็นอุปกรณ์ที่เพิ่มเข้ามาในระบบความเย็น ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบดีขึ้น และช่วยยืดอายุการทำงานของอุปกรณ์หลัก อุปกรณ์ช่วยที่สำคัญ ได้แก่ รีซีฟเวอร์ดรายเออร์

2.4.2.3 สารความเย็น เป็นน้ำยาที่ใช้ในระบบปรับอากาศ ทำหน้าที่ดูดความร้อนในขณะที่เปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส และจากแก๊สเป็นของเหลวตามลำดับ

2.4.3 ขนบ เพชรช้อน (2561 : 3-5) ได้กล่าวว่า ระบบปรับอากาศรถยนต์จะประกอบ ด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ที่สำคัญอยู่ 5 อย่าง ดังนี้ คือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ รีซีฟเวอร์ดรายเออร์ เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว และอีวาพอเรเตอร์ ซึ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

2.4.3.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นอุปกรณ์ ที่ทำหน้าที่ดูดสารความเย็นในสถานะที่เป็นแก๊ส 100 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำมาจากอีวาพอเรเตอร์ แล้วอัดสารความเย็นในสถานะที่เป็นแก๊สนี้ให้มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง ส่งต่อไปยังคอนเดนเซอร์เพื่อระบายความร้อนออกทำให้สารความเย็นเกิดการไหลเวียน ซึ่งกล่าวโดยสรุป คือ คอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ ดูดและอัดสารความเย็นให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น และทำให้สารความเย็นเกิดการไหลเวียนในระบบปรับอากาศนั่นเอง ดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

2.4.3.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ รับสารความเย็นในสถานะที่เป็นแก๊สที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง (ซุปเปอร์ฮีต) จากคอมเพรสเซอร์ แล้วระบายความร้อนออกจากสารความเย็น เพื่อให้สารความเย็นเกิดการกลั่นตัว หรือเปลี่ยนสถานะจากแก๊สเป็นของเหลว แต่ยังคงมีความดันสูงและอุณหภูมิสูงอยู่แล้วส่งต่อไปยังรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ ซึ่งโดยปกติคอนเดนเซอร์มีความดันประมาณ 150-300 PSI (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และสามารถทนแรงดันได้สูงถึง 400-500 PSI (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser)
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

2.4.3.3 รีซีฟเวอร์ ดรายเออร์ (Receiver Drier) ทำหน้าที่ 4 อย่าง ดังนี้ คือ

1) กรองสิ่งสกปรกออกจากสารความเย็น เพื่อไม่ให้เข้าไปอุดตันในระบบปรับอากาศก่อนที่สารความเย็นจะไหลเข้าไปยังเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว

2) ดูดรับความชื้นออกจากสารความเย็นในกรณีที่มีความชื้นเข้ามาภายในระบบก่อนที่จะไหลเวียนไปพร้อมกับสารความเย็น

3) เก็บพักสารความเย็นที่เป็นของเหลวให้มีปริมาณเพียงพอและสม่ำเสมอก่อนที่จะไหลต่อไปยังเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว

4) ตรวจสอบปริมาณของสารความเย็นในระบบปรับอากาศ โดยดูได้จากกระจกมองสารความเย็น ซึ่งอยู่บริเวณด้านบนของรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ ดังภาพที่ 2.4

ภาพที่ 2.4 รีซีฟเวอร์ ดรายเออร์ (Receiver Drier)
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

2.4.3.4 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว (Expansion Valve) มีหน้าที่ดังนี้ คือ

1) เป็นตัวแบ่งระหว่างความดันด้านสูงและความดันด้านต่ำของระบบปรับอากาศรถยนต์

2) ลดความดันของสารความเย็นเหลวที่ไหลออกมาจากรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ลง เพื่อทำให้สารความเย็นที่จะไหลเข้าไปยังอีวาพอเรเตอร์เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส

3) ควบคุมปริมาณการไหลของสารความเย็นที่ไหลเข้าสู่อีวาพอเรเตอร์ ให้มีปริมาณพอเหมาะกับปริมาณความร้อนในห้องโดยสารที่จะต้องถ่ายเทให้กับอีวาพอเรเตอร์ ดังภาพที่ 2.5

ภาพที่ 2.5 เอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว (Expansion Valve)
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

2.4.3.5 อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) หรือ ที่ช่างบริการระบบปรับอากาศรถยนต์ เรียกกันว่า คอยล์เย็น นั้นจะมีเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องโดยสารของรถยนต์ โดยอีวาพอเรเตอร์ อาจจะติดตั้งรวมเป็นชุด ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ คือ อีวาพอเรเตอร์ และมอเตอร์โบลเวอร์ หรือบางรุ่นอาจจะติดตั้งแยกกันอยู่ตามการออกแบบตัวอีวาพอเรเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีความเย็นเกิดขึ้นแล้วนำความเย็นนี้ไปกระจายภายในห้องโดยสาร ดังภาพที่ 2.6

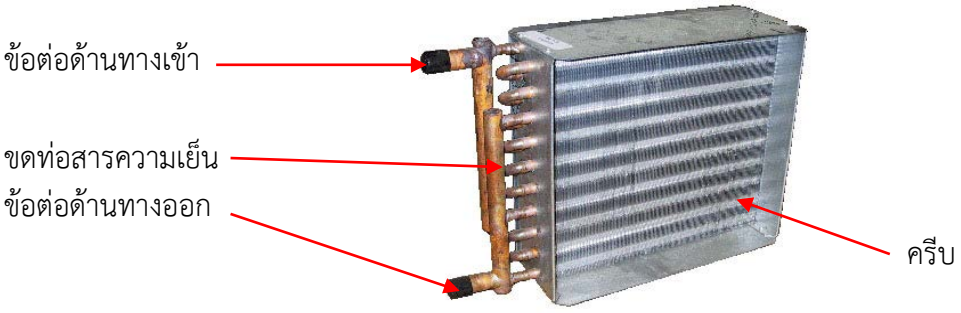
ภาพที่ 2.6 อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator)
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

1) ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ที่นำไปใช้ในระบบปรับอากาศรถยนต์ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

(1) ขดท่อสารความเย็น ทำหน้าที่ เป็นทางเดินของสารความเย็นเหลวที่ส่งมาจากเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว ซึ่งขดท่อสารความเย็นนี้โดยส่วนมากแล้วจะทำจากโลหะจำพวกอะลูมิเนียม หรือ ทองแดง

(2) ครีบ ทำหน้าที่ ให้พื้นที่ผิวในการดูดรับปริมาณความร้อนจากอากาศในห้องโดยสารเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้อีวาพอเรเตอร์ สามารถดูดรับความร้อนได้ปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งครีบของอีวาพอเรเตอร์จะเป็นแผ่นอะลูมิเนียมบาง ๆ ซึ่งติดอยู่รอบ ๆ ท่อสารความเย็น

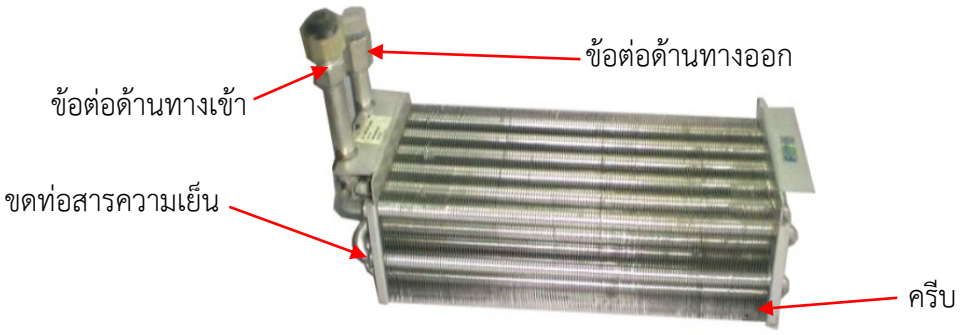
(3) ข้อต่อทางด้านทางเข้าและด้านทางออก ทำหน้าที่ ซึ่งข้อต่อด้านทางเข้าจะใช้สำหรับต่อเข้ากับเอ็กซ์แพนชั่นวาล์ว ในส่วนของข้อต่อด้านทางออกของท่อ จะใช้สำหรับต่อกับท่อสารความเย็นไหลกลับไปยังคอมเพรสเซอร์ ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

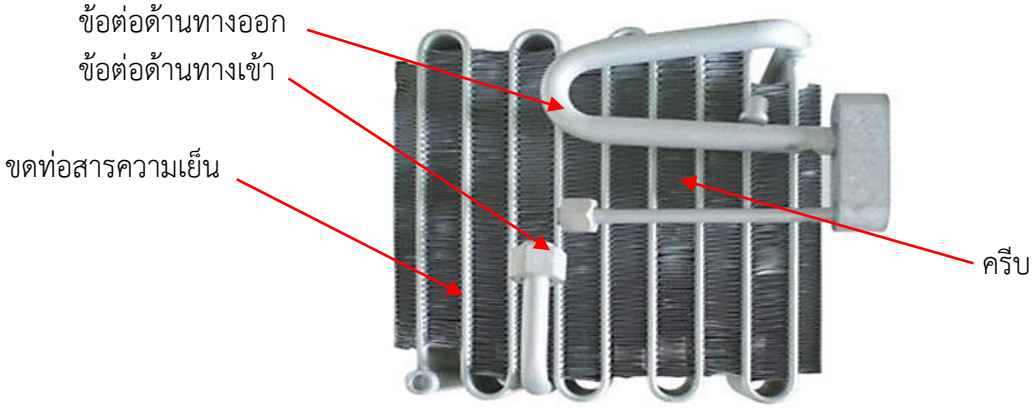
2) ชนิดของอีวาพอเรเตอร์ที่ใช้ในระบบปรับอากาศรถยนต์ จะมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ

(1) ชนิดท่อและแผ่นครีบ (Fin and Tube) อีวาพอเรเตอร์ชนิดนี้มีหลักการทำงาน คือ ในขณะที่สารความเย็นไหลเข้ามาทางท่อเดียว หลังจากนั้นสารความเย็นจะแยกไหลผ่านหลาย ๆ ท่อไปพร้อม ๆ กัน และเมื่อสารความเย็นจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สแล้วสารความเย็นก็จะไหลไปรวมกันที่ท่อด้านทางออก เพื่อสารความเย็นจะไหลกับไปยังคอมเพรสเซอร์อีกครั้งตามวงจรการทำงานของอีวาพอเรเตอร์แบบนี้ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมานานมีความทนทานต่อการรั่วซึมและการแตกชำรุดสูง ดังภาพที่ 2.8



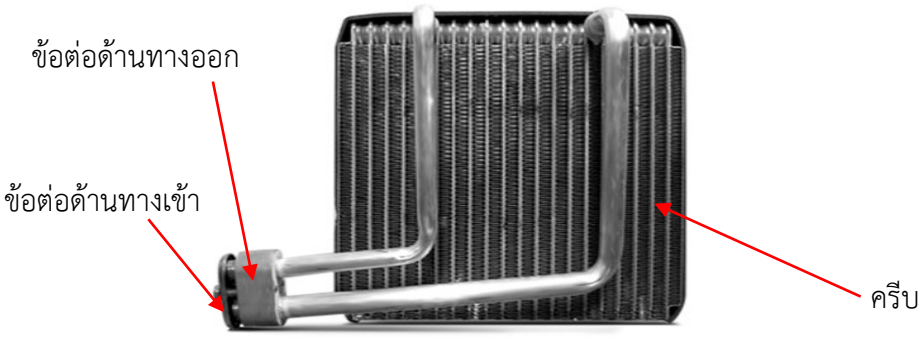
ภาพที่ 2.8 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ชนิดท่อและแผ่นครีบ
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

(2) ชนิดแผ่นท่อวกวน (Serpentine) อีวาพอเรเตอร์ ชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นท่อแบน เป็นท่ออะลูมิเนียมแบบขดไปมาเหมือนรูปตัว S ภายในท่ออะลูมิเนียมแบบนี้จะมีท่อเล็ก ๆ อยู่ภายในหลาย ๆ ท่อ เมื่อสารความเย็นไหลเข้ามาก็จะไหลไปพร้อม ๆ กันหลาย ๆ ท่อ ซึ่งบริเวณช่องว่างระหว่างท่ออะลูมิเนียมนี้ก็จะมีครีบคั่นอยู่ เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดความร้อน ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ชนิดแผ่นท่อวกวน
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

(3) ชนิดถ้วยดูด (Drawn Cup) อีวาพอเรเตอร์ชนิดนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยอีวาพอเรเตอร์ชนิดนี้ จะมีลักษณะเฉพาะ คือ โครงสร้างในการรับสารความเย็นจะแยกออกเป็นชิ้น ๆ และเพิ่มพื้นที่การไหลของสารความเย็น ทำให้ความจุของสารความเย็นเพิ่มขึ้น ไม่มีขดท่อแต่จะใช้แผ่นอะลูมิเนียมประกอบกัน และเชื่อมรอบ ๆ ทั้งหมดด้วยวิธีการบราสซิ่ง (Barzing) โดยช่องว่างตรงกลางจะทำหน้าที่เหมือนท่อและที่ช่องว่างระหว่างแผ่นอะลูมิเนียมแต่ละคู่ก็จะมีครีบคั่นอยู่ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ส่วนประกอบของอีวาพอเรเตอร์ชนิดถ้วยดูด
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

3) การติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์ จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือแบบแขวนและแบบฝัง โดยทั่วไปแบบแขวนจะสังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจน จะนิยมใช้กับรถยนต์รุ่นเก่า หรือกับรถยนต์ดัดแปลง ส่วนอีวาพอเรเตอร์แบบฝังนั้น จะถูกออกแบบอย่างมิดชิดภายในห้องโดยสาร และจะนิยมใช้กับรถยนต์รุ่นใหม่ ๆ การติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์ควรจะพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

(1) การติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์แบบแขวน

- ควรติดตั้งบริเวณคอลโซลหน้ารถยนต์ หรือ ตรงกึ่งกลางระหว่างคนขับกับคนนั่งด้านข้าง

- ตำแหน่งการติดตั้งจะต้องให้ชุดอีวาพอเรเตอร์ เงยหน้าขึ้นเล็กน้อย เพื่อให้ลมที่พัดผ่านออกมาจะตรงกับผู้ขับขี่และผู้โดยสาร และเมื่อความชื้นเกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำผ่านแผงอีวาพอเรเตอร์แล้วจะสะสมเป็นน้ำไหลออกทางท่อน้ำทิ้งได้สะดวก

- ตำแหน่งติดตั้งอีวาพอเรเตอร์จะต้องเป็นตำแหน่งที่สะดวกต่อการติดตั้งท่อสารความเย็น

- การติดตั้งท่อสายน้ำทิ้งจะต้องไม่พับงอ และน้ำจะต้องไหลได้สะดวกไม่เกิดการอุดตันภายในท่อน้ำทิ้ง ดังภาพที่ 2.11

ภาพที่ 2.11 ตำแหน่งการติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์แบบแขวน
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

(2) การติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์แบบฝัง

- ชุดอีวาพอเรเตอร์ที่จะทำการติดตั้งนั้นจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันและรุ่นเดียวกันกับที่ใช้ในรถยนต์รุ่นนั้นที่บริษัทผลิตออกมาจำหน่าย

- ช่างที่ให้บริการติดตั้งจะต้องทราบถึงตำแหน่งต่าง ๆ ในการถอดและติดตั้งเป็นอย่างดี

- ส่วนการติดตั้งท่อส่งลมเย็นจะต้องติดตั้งให้แน่น เพื่อป้องกันการสูญเสียของลมเย็นที่เป่าผ่านออกมาจากอีวาพอเรเตอร์ได้

- รถยนต์บางรุ่นจะมีแผ่นกรองอากาศติดตั้งที่อีวาพอเรเตอร์เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกไปเกาะติดที่แผงอีวาพอเรเตอร์ ดังภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.12 ตำแหน่งการติดตั้งชุดอีวาพอเรเตอร์แบบฝัง
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศรถยนต์ จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญอยู่ 5 อย่าง คือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ รีซีฟเวอร์ดรายเออร์ เอ็กซ์แพนชันวาล์ว และอีวาพอเรเตอร์ จากการศึกษาผลการจัดทำเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีขอบเขตเฉพาะล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ หรือ (อีวาพอเรเตอร์) ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปสู่การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

2.5 การล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์

วิธีการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์โดยทั่วไปมีวิธีการดังนี้

2.5.1 วิธีการล้างแอร์รถยนต์มีอยู่ 2 วิธี คือ ล้างแบบถอดตู้และล้างแบบไม่ถอดตู้ ซึ่งวิธีการล้างแอร์มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไปดังนี้ (แอร์รถยนต์ควรล้างแบบไหนดี, ม.ป.ป.)

2.5.1.1 การล้างตู้แอร์รถยนต์แบบไม่ถอดตู้

โดยทั่วไปแล้วการล้างตู้แอร์รถยนต์แบบไม่ถอดตู้ จะกำหนดน้ำยาที่ต้องใช้เฉพาะสำหรับการล้างเท่านั้น และการล้างแบบนี้จะเหมาะกับรถใหม่ รถที่ล้างแอร์รถยนต์ปีละ 1 ครั้ง หรือเหมาะกับรถที่ดูแลตู้แอร์รถยนต์เป็นประจำ ซึ่งจะมีข้อดีข้อเสียดังนี้ ดังภาพที่ 2.13

1) ข้อดี
   (1) ไม่ต้องถอดชุดคอนโซล
   (2) ทำความสะอาดง่าย
   (3) ค่าใช้จ่ายถูกกว่าแบบถอดตู้แอร์รถยนต์
   (4) ใช้เวลาในการทำความสะอาดเร็วกว่าแบบถอดตู้แอร์รถยนต์
2) ข้อเสีย
   (1) ถ้าตู้แอร์รถยนต์สกปรกมากอาจจะล้างไม่สะอาดเท่าที่ควร

ภาพที่ 2.13 การล้างตู้แอร์รถยนต์แบบไม่ถอดตู้
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

2.5.1.2 การล้างตู้แอร์รถยนต์แบบถอดตู้

วิธีการคือ ต้องถอดตู้แอร์แล้วเอาแผงคอยล์เย็นออกมาล้างสิ่งสกปรก ซึ่งการถอดตู้แอร์รถยนต์แบบนี้จะมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก และมีข้อดีข้อเสียดังนี้ ดังภาพที่ 2.14

1) ข้อดี
   (1) ทำความสะอาดได้ดีกว่าแบบไม่ถอดตู้แอร์รถยนต์
   (2) สามารถตรวจสอบหรือเช็คสภาพของตู้แอร์รถยนต์ได้
   (3) สามารถประเมินอายุการใช้งานของแอร์รถยนต์ได้
2) ข้อเสีย
   (1) มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก
   (2) ใช้เวลาทำความสะอาดนาน
   (3) มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าแบบไม่ถอดตู้แอร์รถยนต์

ภาพที่ 2.14 การล้างตู้แอร์รถยนต์แบบถอดตู้
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

2.5.2 วิธีล้างตู้แอร์รถยนต์ โดยทั่วไปมีอยู่ 2 วิธี ด้วยกัน คือ แบบถอดตู้แอร์รถยนต์ออกมาล้าง และแบบไม่ต้องถอดตู้แอร์รถยนต์ (ความรู้เกี่ยวกับแอร์รถยนต์, ม.ป.ป.)

2.5.2.1 ล้างแบบถอดตู้แอร์รถยนต์ออกมาล้าง

1) ข้อดี

(1) สามารถล้างได้สะอาดหมดจดมองเห็นได้ด้วยตาเปล่ารอบด้าน

2) ข้อเสีย

(1) การถอดประกอบถ้าช่างไม่รอบคอบ หรือขาดความชำนาญจะทำให้เกิดความเสียหายได้ เช่น ประกอบไม่แน่นทำให้เกิดเสียงดัง มีรอยรั่ว อุปกรณ์แตกหัก และใช้เวลานาน ต้องทำสุญญากาศและเติมสารความเย็น เติมน้ำมันคอมเพรสเซอร์ เปลี่ยนรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ใหม่ ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง

2.5.2.2 ล้างแบบไม่ต้องถอดตู้แอร์รถยนต์ ใช้เครื่องล้างอัตโนมัติ

1) ข้อดี

(1) สะดวกรวดเร็ว ไม่ต้องถอดอุปกรณ์มาก

(2) ประหยัดค่าใช้จ่าย

2) ข้อเสีย

(1) ล้างได้แค่ด้านเดียวไม่สะอาดทั้งหมด

(2) ถ้าใช้น้ำยาที่เป็นเคมีล้างจะทำให้ตู้แอร์รั่วได้

(3) มีสารเคมีตกค้างก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพในระบบทางเดินหายใจได้

2.5.3 วิธีทำความสะอาดตู้แอร์มี 4 วิธี คือ ล้างตู้แอร์แบบถอดตู้ การล้างแบบไม่ถอดตู้ การฉีดสเปรย์ทำความสะอาดตู้แอร์ และการใส่กรองแอร์ (เราควรล้างแอร์รถยนต์เมื่อไร, ม.ป.ป.)

2.5.3.1 ล้างตู้แอร์แบบถอดตู้ ต้องถอดตู้แอร์เอาคอยล์เย็นมาล้างภายนอก น้ำยาทำความสะอาดจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ช่างจะใช้น้ำยาอะไร เพื่อประหยัดต้นทุนราคาถูกก็จะใช้ผงซักฟอก โซดาไฟ ดังนั้นเวลาประกอบตู้แอร์กลับเข้าไปและเปิดแอร์จะรู้สึกว่ามีกลิ่นผงซักฟอก แสดงว่าล้างออกไม่หมด อาจกัดกร่อนคอยล์เย็นได้ และเมื่อสูดดมเข้าไปไม่ส่งผลดีต่อระบบหายใจ การถอดล้างตู้แอร์แบบนี้ จะต้องทำสุญญากาศ เติมน้ำยาแอร์ เปลี่ยนรีซีฟเวอร์ดรายเออร์ และเอ็กซ์แพนชันวาล์วใหม่ ซึ่งมีวิธีการล้างตู้แอร์แบบนี้จะมีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานาน

2.5.3.2 การล้างแบบไม่ถอดตู้ เพื่อช่วยให้ทำความสะอาดง่ายขึ้น เสร็จเร็ว ทางร้านได้เงินไว โดยทั่วไปเครื่องล้างตู้แอร์จะกำหนดน้ำยาที่ต้องใช้เฉพาะสำหรับการล้าง วิธีนี้จะเหมาะกับรถใหม่ รถที่ล้างแอร์ปีละ 1 ครั้ง หรือเหมาะกับรถที่ดูแลตู้แอร์เป็นประจำ ถ้าใช้มา 7-8 ปี แล้วช่างแอร์จะไม่ทำการล้างด้วยวิธีนี้ เพราะตู้แอร์อาจจะรั่วอยู่แล้ว แต่มีสิ่งสกปรกไปอุดตันรูรั่วไว้ พอล้างเอาสิ่งสกปรกออกรอยรั่วก็ปรากฏ

2.5.3.3 การฉีดสเปรย์ทำความสะอาดตู้แอร์วิธีการล้างแบบนี้จะใช้สารฉีดสเปรย์ทำความสะอาดให้ทั่วคอยล์เย็น คราบน้ำยาจะค่อย ๆ ออกมาพร้อมกับน้ำแอร์ตามท่อน้ำทิ้ง ถ้าตู้แอร์ไม่สกปรกมาก วิธีนี้ก็พอใช้ได้แต่จะต้องฉีดสเปรย์บ่อยครั้ง 2-3 เดือนต่อครั้ง เพราะอยู่ในเมืองจะมี

ฝุ่นมาก สเปรย์บางยี่ห้อจะช่วยขจัดกลิ่นได้ด้วย ราคาค่าฉีดสเปรย์รวมแล้วอาจจะมากกว่าการล้างตู้แอร์ แบบที่ 1 และแบบที่ 2

2.5.3.4 การใส่กรองแอร์ ไม่ใช่รถทุกรุ่นจะใช้ได้ เพราะกรองแอร์จะทำมาใช้สำหรับรถยนต์แต่ละรุ่น จะช่วยกรองฝุ่นได้อีกวิธีหนึ่ง แต่อายุการใช้งานประมาณ 5,000 กิโลเมตร ต้องเปลี่ยนใหม่ถ้าไม่เปลี่ยนลมจะผ่านเข้าตู้แอร์ไม่สะดวก ลมแอร์ที่ออกมาก็จะอ่อนกำลังลง ลมที่ตีกลับจะมีผลต่อคอมเพรสเซอร์แอร์ได้ กรองแอร์สำหรับรถยนต์แต่ละรุ่นราคาอาจจะแตกต่างกันไป

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า วิธีการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ศูนย์บริการรถยนต์ทั่วไปที่ใช้เป็นมาตรฐานการให้บริการ จะมีอยู่ 2 วิธี คือ การล้างแบบถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างภายนอก และการล้างแบบไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็น ซึ่งรถยนต์ที่ออกมาใหม่จะมีอายุการใช้งานไม่นาน หรือมีการดูแลและล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นเป็นประจำ จะนิยมล้างแบบไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็น แต่ถ้ารถยนต์ที่มีอายุการใช้งานเกิน 10 ปี ขึ้นไป หรือไม่ได้ล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นมาเป็นเวลานาน ๆ ส่วนมากแล้วช่างจะทำการล้างแบบถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างทำความสะอาดภายนอก ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกศึกษาการทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ ด้วยวิธีการล้างแบบไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็นในการวิจัยครั้งนี้ต่อไป

2.6 เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทั่วไป

เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ทั่วไปมีดังนี้

2.6.1 เครื่องล้างคอยล์เย็นรถยนต์ ยี่ห้อ Fresh air

2.6.1.1 ประโยชน์ของการล้างแอร์รถยนต์

1) อากาศภายในรถจะสะอาดบริสุทธิ์และได้ลมแอร์ที่เย็นสบายสดชื่น

2) ช่วยกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค เช่น เชื้อรา เชื้อแบคทีเรียที่ตู้แอร์รถยนต์ เพราะตู้แอร์รถยนต์เป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคหากผู้ใช้รถไม่ดูแลและไม่มีการบำรุงรักษาที่ดี

3) ช่วยป้องกันโรคภูมิแพ้ เช่น ไข้หวัด โรคทางเดินหายใจต่าง ๆ ทำให้ผู้ใช้รถยนต์หรือผู้โดยสารมีสุขภาพที่ดี

4) ช่วยให้เครื่องยนต์เป็นปกติ ไม่ทำงานหนัก และยังเป็นการช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงอีกทางหนึ่งด้วย เมื่อแอร์ทำงานปกติยังช่วยลดมลภาวะในอากาศ ช่วยลดปัญหาโลกร้อน

5) ยืดอายุการใช้งานของคอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

6) ทำให้มีความสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลาในการล้างแอร์เพียง 45 นาที และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษารถยนต์

2.6.1.2 ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดคอยล์รถยนต์ มีอยู่ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (ขั้นตอนการล้างแอร์รถยนต์, ม.ป.ป.)

1) ขั้นตอนที่ 1

ถอดที่เก็บของออก ถอดพัดลมแอร์ออก และนำผ้ายางปูพื้นออก ปูผ้ายางรองพื้น ป้องกันน้ำจากการล้างตู้แอร์ และทำความสะอาดฝุ่นที่เกาะในช่องพัดลมแอร์

2) ขั้นตอนที่ 2

เทน้ำยาล้างแอร์ของเฟรซแอร์ พรีเมี่ยม 1 ขวดต่อรถยนต์ 1 คัน และนำขวดที่เทน้ำยาล้างแอร์ออกแล้วใส่ถุงไว้ในรถลูกค้า

3) ขั้นตอนที่ 3

หัวฉีดน้ำยาที่บริเวณหน้าตู้แอร์ แล้วทิ้งไว้ 10 นาที ให้น้ำยาทำงาน ล้างด้วยน้ำเปล่าอีก 2 ครั้ง จำนวน 4 แกลอน ครั้งละ 2 แกลลอน และน้ำยาล้างแอร์ที่ฉีดออกมาจะเป็นละอองโฟม

4) ขั้นตอนที่ 4

ช่วงรอน้ำยาล้างแอร์ทำงาน 10 นาที ทำความสะอาดพัดลมแอร์ และกรองแอร์ ติดสติ๊กเกอร์เฟรซแอร์ พรีเมี่ยม ระบุวันเดือนปีที่ล้างแอร์ ระบุวันนัดครั้งต่อไป

5) ขั้นตอนที่ 5

ประกอบพัดลมแอร์เข้าที่และใส่ที่เก็บของเข้าที่เดิม นำผ้ายางปูพื้นใส่ตามเดิม พร้อมกับทดสอบลมแอร์ และขั้นตอนสุดท้ายของการล้างแอร์ทำการอบโอโซนภายในห้องโดยสารรถยนต์ใช้เวลาการอบโอโซน 10 นาที

2.6.2 เครื่องล้างคอยล์เย็นรถยนต์ ยี่ห้อ Air klean

การล้างแอร์รถยนต์เพื่อทำความสะอาด และเพิ่มความสดชื่นในการหายใจภายในรถ ด้วยระบบการล้างที่ทันสมัย โดยไม่มีการถอดคอนโซลและสามารถตรวจสอบสภาพตู้แอร์ก่อนการล้างด้วยกล้อง Micro cam ว่าสภาพตู้แอร์มีความสกปรกมากน้อยเพียงใด ก่อนตัดสินใจล้างและสามารถตรวจสอบความสะอาดได้หลังจากการล้างผ่านกล้อง Micro cam ดังภาพที่ 2.15 (บริการล้างแอร์ด้วยกล้อง Micro Cam, ม.ป.ป.)

ภาพที่ 2.15 วิธีการล้างตู้แอร์รถยนต์ด้วยกล้อง Micro cam
(ที่มา : https://www. pttfitauto.com)

2.6.2.1 ขั้นตอนการล้างแอร์รถยนต์

1) ล้างด้วยน้ำเปล่า เพื่อชำระล้างคราบสกปรกที่เกาะอยู่ให้หลุดออก
2) ล้างด้วยน้ำยา ช่วยทำความสะอาดคราบฝังแน่น
3) ล้างด้วยน้ำเปล่า เพื่อให้สะอาดได้อย่างหมดจด
4) อบโอโซน เพื่อเพิ่มความสดชื่นขจัดกลิ่นอับชื้น

2.6.3 เครื่องล้างคอยล์เย็นรถยนต์ยี่ห้อ Happy air

การล้างแอร์รถยนต์แบบไม่ต้องถอดคอนโซล ถือว่าเป็นการล้างแอร์รูปแบบใหม่ ซึ่งทำให้ประหยัดเงินและเวลาในการบำรุงรักษาระบบแอร์รถยนต์ได้มากกว่า อีกทั้งยังล้างได้บ่อยครั้งตามที่ต้องการ โดยไม่เกิดความเสียหายต่อตู้แอร์และยังช่วยเชื้อโรคและกำจัดกลิ่นอับชื้นได้อีกด้วย ดังภาพที่ 2.16 (ล้างแอร์รถยนต์แบบไหนดี, ม.ป.ป.)

ภาพที่ 2.16 เครื่องล้างแอร์รถยนต์ยี่ห้อ Happy air
(ที่มา : https://www.checkraka.com)

2.6.3.1 ขั้นตอนการล้างแอร์รถยนต์ด้วยเครื่อง Happy air มีอยู่ 4 ขั้นตอนดังนี้

1) ล้างด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงจนทำให้คราบสกปรกอ่อนตัว
2) ฉีดน้ำยาล้างสูตรเฉพาะของทาง Happy air ทิ้งไว้สักพักแล้วจึงล้างออกด้วยน้ำสะอาด
3) ฉีดน้ำยาฆ่าเชื้อโรคสูตรเฉพาะของ Happy air ทิ้งไว้สักพักแล้วจึงล้างออกด้วยน้ำสะอาด
4) ทำการอบโอโซนภายในห้องโดยสาร

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ นั้นเป็นนวัตกรรมใหม่ที่ศูนย์บริการรถยนต์นิยมใช้และทำการล้างด้วยระบบที่ทันสมัย ซึ่งมีขั้นตอนการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์อยู่ประมาณ 4-5 ขั้นตอน และควรทำการล้างอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือทุก ๆ ระยะทาง

30,000-50,000 กิโลเมตร จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่ใช้รถยนต์ คือ จะทำให้อากาศภายในรถสะอาด บริสุทธิ์ กำจัดฝุ่นละออง และแหล่งเชื้อโรค ช่วยป้องกันภูมิแพ้ ช่วยยืดอายุการใช้งานของระบบปรับอากาศรถยนต์ และส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นดีขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อดี-ข้อเสียของเครื่องล้างคอยล์เย็นแต่ละยี่ห้อ และนำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้การออกแบบสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

2.7 โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น มีส่วนประกอบดังนี้

2.7.1 ปั๊มน้ำ (Water Pump)

2.7.1.1 อำพล ซื่อตรง และธงชัย เสริมพงษ์พันธ์ (2558 : 206) ได้กล่าวว่า ปั๊มน้ำหรือเครื่องสูบ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ รับพลังงานกลที่เพลาหมุนใบพัดแล้วเปลี่ยนให้เป็นพลังงานการไหลให้แก่น้ำ หรือของเหลวที่ไหลผ่านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามต้องการ พลังงานที่นำมาเปลี่ยนให้แก่ของไหลนั้นอาจมาจากพลังงานที่เปลี่ยนมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์ แรงงานคน แรงน้ำ หรือแหล่งพลังงานอื่น ๆ เป็นต้น อัตราการเพิ่มพลังงานต่อหนึ่งปริมาตรของของไหลจะขึ้นอยู่กับลักษณะรูปทรงของใบพัดและอัตราการหมุน ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับรูปทรงของใบพัดที่ออกแบบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ช่องเปิดระหว่างฝาปะกับหรือความหนาของใบพัด ทิศทางการไหลออกของของไหลจากใบพัด ความโค้งและจำนวนครีบใบ

2.7.1.2 ปั๊มน้ำหรือเครื่องสูบน้ำ หมายถึง อุปกรณ์สำหรับส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งหรือหมุนเวียนน้ำหรือของเหลวให้ผสมกันในบริเวณที่จำกัด ปั๊มน้ำมีทั้งแบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและแบบที่ใช้เครื่องยนต์ โดยแบบที่ใช้ในบ้านส่วนใหญ่จะเป็นแบบไฟฟ้า ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ปั๊มน้ำแบบใบพัดและปั๊มน้ำแบบลูกสูบ (เครื่องสูบน้ำ, ม.ป.ป.)

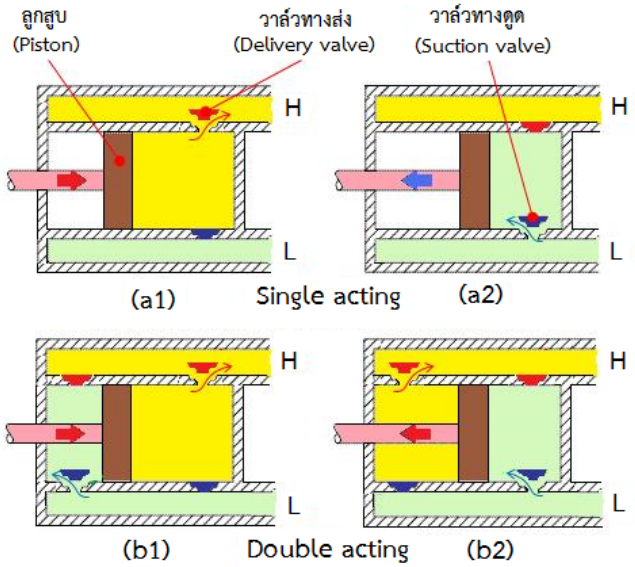
2.7.1.3 เครื่องปั๊มน้ำ หมายถึง อุปกรณ์ที่ช่วยส่งผ่านพลังงานจากแหล่งต้นกำเนิดไปยังของเหลว เพื่อทำให้ของเหลวเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูงกว่าหรือในระยะทางที่ไกลออกไป ปัจจุบันมีการจัดแบ่งประเภทของปั๊มน้ำออกเป็น 2 แบบ คือ (เครื่องปั๊มน้ำ Pump คืออะไร, ม.ป.ป.)

1) แยกตามลักษณะการไหลของของเหลวในปั๊ม
   (1) ประเภทปั๊มแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal)
   (2) ประเภทโรตารี่ (Rotary)
   (3) ประเภทลูกสูบชัก (Reciprocating)
   (4) ประเภทพิเศษ (Special)
2) แยกตามลักษณะการขับดันของเหลวในปั๊ม
   (1) ประเภททำงาน โดยไม่อาศัยหลักการแทนที่ของเหลว (Dynamic) เป็นปั๊มประเภทอาศัยแรงเหวี่ยงหนีจุดศูนย์กลางและแบบพิเศษ

(2) ประเภททำงาน โดยอาศัยหลักการแทนที่ของเหลว (Positive Displacement) คือ การเคลื่อนที่โดยอาศัยชิ้นส่วนของเครื่องสูบ ปั๊มประเภทนี้จะรวมเอาแบบโรตารีและแบบสูบชักเข้าอยู่ในกลุ่มนี้ด้วย

2.7.1.4 ปั๊มน้ำแบบลูกสูบชัก (Reciprocating pump)

1) เป็นปั๊มประเภทแทนที่บวก (Positive Displacement Pumps) โดยการสร้างโพรงขยาย (Expanding cavity) ขณะดูดของเหลวจะไหลเข้าไปในปั๊มเพื่อแทนที่โพรงขยายทั้งหมดและของเหลวดังกล่าวถูกเคลื่อนที่จะถูกปล่อยออกมาเนื่องจากปริมาตรโพรงถูกลดลง ซึ่งปริมาณการไหลจะเท่ากันในแต่ละวงจร โดยการเปรียบเทียบกันระหว่างการทำงานจังหวะเดียวและการทำงานสองจังหวะ (Single acting และ Double acting) ดังภาพที่ 2.17 (ปั๊มประเภทสูบชัก, ม.ป.ป.)



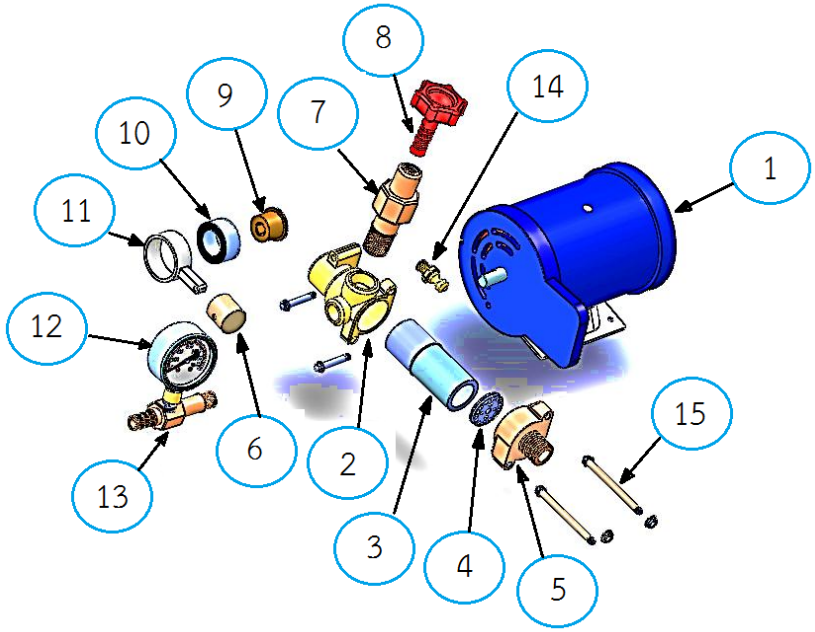
ภาพที่ 2.17 เปรียบเทียบการทำงานจังหวะเดียวและการทำงานสองจังหวะ
(ที่มา : http://industrialpumps-tsy.blogspot.com)

(1) การทำงานจังหวะเดียว (Single acting) รูป (a1) ลูกสูบ (piston) เคลื่อนที่มาทางขวา ดันของเหลวที่มีอยู่เต็มในกระบอกสูบแล้วทำให้ไหลถูกส่งออกผ่านไปวาล์วทางส่ง (delivery valve) ออกไปสู่แหล่งความดันสูง (H) ถัดมาที่รูป (a2) ลูกสูบเคลื่อนที่มาทางด้านซ้าย ทำให้เกิดแรงดูดนำเอาของเหลวด้านความดันต่ำ (L) ไหลผ่านวาล์วทางดูด (suction valve) เข้าไปแทนที่ในช่องว่างของห้องขวามือจนเต็ม ลูกสูบทำงานลักษณะเดียวกันครบหนึ่งรอบการไหลของของเหลวจะเข้าและออกหนึ่งรอบเช่นเดียวกัน ลักษณะเช่นนี้ที่เรียกว่า “การทำงานจังหวะเดียว” ซึ่งเป็นการทำงานแบบท่อนสูบ (Plunger)

(2) การทำงานสองจังหวะ (Double acting) รูป (b1) ลูกสูบเคลื่อนที่มาทางขวาดันของเหลวที่มีอยู่เต็มในห้องขวามือของกระบอกสูบให้ไหลออกผ่านวาล์วทางส่ง

ให้ไปสู่แหล่งความดันสูง (H) ขณะเดียวกันที่ห้องซ้ายมือเมื่อลูกสูบเคลื่อนมาทางซ้ายก็จะดูดเอาของเหลวไหลผ่านวาล์วทางดูดเข้าไปแทนที่ในช่องว่างของห้องซ้ายมือจนเต็มต่อมาตามรูป (b2) ในทำนองเดียวกันนั้น ลูกสูบก็เคลื่อนกลับมาทางขวาของเหลวจะถูกดูดเข้าไปให้เต็มห้องขวามือ และขับของเหลวในห้องซ้ายมือออกไปจะเห็นว่ามีการไหลของของเหลวเข้าและออก 2 ครั้งในหนึ่งคาบของการทำงานลักษณะ เช่นนี้เรียกว่า “การทำงานสองจังหวะ” ซึ่งเป็นการทำงานแบบลูกสูบ

2) โครงสร้างส่วนประกอบของปั๊มแรงดันต่ำแบบลูกสูบชัก (Piston pump) ดังภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 ส่วนประกอบของปั๊มแรงดันต่ำแบบลูกสูบชัก (Piston pump) รุ่น DQX jet cleaner (ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

(1) ส่วนประกอบปั๊มแรงดันต่ำแบบลูกสูบชัก (Piston pump) รุ่น DQX jet cleaner มีดังนี้

1. มอเตอร์
2. เสื้อปั๊ม
3. กระบอกสูบปั๊ม
4. ลิ้นกันกลับ
5. ฝาสูบปั๊ม
6. ลูกสูบปั๊ม
7. วาล์วควบคุมความดันน้ำ
8. สวิตช์วาล์วควบคุมความดันน้ำ
9. บู๊ตแบริ่งเพลาข้อเหวี่ยง
10. ตลับลูกปืนเพลาข้อเหวี่ยง
11. เพลาข้อเหวี่ยง
12. เกจวัดแรงดัน
13. วาล์วส่งน้ำ
14. ลิ้นระบายแรงดันน้ำ
15. สกรูยึดฝาสูบปั๊ม

(2) คุณสมบัติของปั๊มแรงดันต่ำแบบลูกสูบชัก รุ่น DQX jet cleaner

- อัตราการอัดฉีดน้ำประมาณ 2.9 ลิตรต่อนาที แรงดันคงที่
- กำลังมอเตอร์ไฟฟ้าขับปั๊ม แรงดันไฟฟ้า 250 วัตต์
- ปั๊มแรงดันอยู่ที่ 35 บาร์
- น้ำหนักของตัวปั๊ม 4.5 กิโลกรัม

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องปั๊มน้ำ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าปั๊มน้ำทำหน้าที่ส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือหมุนเวียนน้ำหรือของเหลวให้ผสมกันในบริเวณที่จำกัด ปั๊มน้ำมีแบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและแบบที่ใช้เครื่องยนต์ ซึ่งแบบที่ใช้ไฟฟ้าจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ปั๊มน้ำแบบใบพัดและปั๊มน้ำแบบลูกสูบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปั๊มน้ำแรงดันต่ำแบบสูบชัก จะอาศัยหลักการทำงานโดยการเคลื่อนที่ของลูกสูบและดูดของเหลวเข้ามาแทนที่ในกระบอกสูบ ผ่านทางลิ้นดูดและขับของเหลวผ่านทางลิ้นส่ง ซึ่งมีการทำงานอยู่ 2 ลักษณะ คือ การทำงานจังหวะเดียวและการทำงานสองจังหวะ จากการศึกษาผู้วิจัยได้นำไปเป็นส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

2.7.2 เกจวัดแรงดัน (Pressure gauge)

เกจวัดแรงดัน ได้มีการกล่าวไว้ดังนี้

2.7.2.1 ขนบ เพชรซ้อน (2556 : 216) ได้กล่าวว่า ความดันเกจ (Gauge pressure) หมายถึง ความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความดัน ซึ่งอาจจะสูงหรือต่ำกว่าความดันบรรยากาศ ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย P_{gauge} ถ้าค่าความดันที่อ่านได้ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ จะเรียกว่า ความดันสุญญากาศ (Vacuum Pressure) ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย P_{vac}

2.7.2.2 สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์ (2554 : 78) ได้กล่าวว่า ความดันเกจ (Gauge pressure) ค่าความดันเกจจะอ้างอิงค่าศูนย์ (Zero Reference) ที่ความดันบรรยากาศ โดยค่าที่บอกจะเป็นค่าที่สูงกว่าความดันบรรยากาศขึ้นไป ซึ่งค่าความดันบรรยากาศนี้จะถือที่ระดับน้ำทะเลเฉลี่ย (Mean Sea Level) มีค่าเท่ากับ 1.01325 bar_{abs} ถ้าวัด ณ จุดใด ๆ บนพื้นโลกจะมีค่าแตกต่างกันประมาณ 5% ในทางปฏิบัติจะถือโดยประมาณว่าเท่ากัน งานส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมจะบอกเป็นความดันเกจแทบทั้งสิ้น ค่าที่กำหนดเป็นความดันเกจนี้ จะมีตัวย่อต่อท้ายเป็น g หรือ G เช่น $bar_{g,}$ $kg/cm^2{}_G$ หรือ Psig

2.7.2.3 เพลชเชอร์เกจ (Pressure Gauge)

เพลชเชอร์เกจ หรือ เกจวัดแรงดัน จะใช้สำหรับวัดค่าความดันทั่วไป อ่านค่าความดันได้ที่หน้าปัด ส่วนใหญ่เป็นแบบบอนาล็อคหรือแบบเข็ม แบ่งเป็น Pressure gauge, Vacuum gauge, Compound gauge เพรชเชอร์สวิตช์หรือสวิตช์ความดัน และเพรชเชอร์ทรานมิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันและสามารถแปลงค่าความดันเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามาตรฐานได้ นิยมใช้ในระบบที่ต้องมีการควบคุมความดัน มีการทำงานแบบดิจิตอล ON-OFF เหมาะสำหรับทุกประเภทอุตสาหกรรมที่มีความต้องการวัดความดันแบบง่าย ๆ และรวดเร็ว ในการเลือกใช้งานอุปกรณ์วัดนั้นควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น วัดลมและวัดน้ำ ควรเลือกแบบย่านวัดต่ำแต่มีความละเอียดสูง วัดน้ำมันควรเลือกแบบช่วงสูง วัดสารที่กัดกร่อนควรเลือกแบบตัว

เรือนที่ทำจากสแตนเลสที่ทนการกัดกร่อนได้ดี ดังภาพที่ 2.19 (มารู้จักกับอุปกรณ์วัดแรงดัน Pressure กันเถอะ, ม.ป.ป.)

ภาพที่ 2.19 เกจวัดแรงดันแบบต่าง ๆ
(ที่มา : http://www.tic.co.th)

2.7.2.4 เครื่องมือวัดแรงดันน้ำ

เครื่องมือในการวัดแรงดันน้ำนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ เกจวัดแรงดันและอุปกรณ์ส่งสัญญาณแรงดัน (อุปกรณ์วัดแรงดันน้ำมีอะไรบ้าง, ม.ป.ป.)

(1) เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge) เป็นอุปกรณ์วัดแรงดันแบบอนาล็อกหรือแบบเข็ม แบ่งออกได้หลายชนิด ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์และความดันสุญญากาศ ภายในตัวอุปกรณ์อาจมีการบรรจุน้ำมันไตรกลีเซอไรด์เข้าไป เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการอ่านค่า เพราะเครื่องจักรบางชนิดมีแรงสั่นสะเทือนขณะทำงานทำให้เข็มของเกจได้รับผลกระทบได้

(2) อุปกรณ์ส่งสัญญาณแรงดัน (Pressure Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่วัดและเปลี่ยนค่าแรงดันเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าในรูปแบบ 4-20 mA หรือ 0-5 V เพื่อนำมาใช้ต่อในระบบที่ต้องการควบคุมให้แรงดันน้ำคงที่ผ่านตัวควบคุม (Controller) อีกทั้งยังนำมาประยุกต์ใช้กับระบบ Inverter เพื่อควบคุมความเร็วรอบของส่วนขับเคลื่อนได้ด้วย

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องเกจวัดแรงดัน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าเกจวัดแรงดันจะใช้สำหรับวัดค่าความดันของของไหลและความดันบรรยากาศ อ่านค่าความดันได้ที่หน้าปัด ซึ่งสามารถวัดความดันได้ทั้งแบบความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์และสุญญากาศ โดยจะแสดงผลจะเป็นแบบอนาล็อกหรือแบบเข็ม ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเกจวัดแรงดันน้ำที่จะนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งจะใช้ในการทดสอบและหาประสิทธิภาพในการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

2.7.3 กล้อง Snake Scope

กล้อง Snake Scope จะใช้สำหรับตรวจสอบงานในพื้นที่แคบๆ ที่เข้าถึงได้ยาก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์เท่ากับ 2 มิลลิเมตร ถึง 4 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 1 เมตร ถึง 3 เมตร สามารถปรับโค้งงอที่ปลายกล้องได้ มีไฟแสงสว่างติดตั้งอยู่ที่ปลายกล้อง ใช้สำหรับตรวจส่องสภาพในพื้นที่แคบที่เข้าถึงได้ยาก หรือ อาจเป็นกล้องที่ใช้สำหรับตรวจสอบภายในเครื่องยนต์ ตรวจสอบอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ ตรวจสอบงานในท่อ (กล้อง Snake Scope, ม.ป.ป.)

2.7.3.1 ชนิดของกล้อง Snake Scope

ในปัจจุบันกล้อง Snake Scope ใช้อยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ กล้องตรวจสอบงานภายในแบบสายและกล้องตรวจสอบภายในแบบไม่มีสายพร้อมจอมอนิเตอร์ ซึ่งจะมีข้อแตกต่างกัน ตามการเลือกใช้งานของผู้ใช้ในแต่ละแบบจะมีข้อแตกต่างและคุณสมบัติของกล้องตรวจสอบงานภายในมีดังต่อไปนี้

1) กล้อง Snake Scope สายเชื่อมสัญญาณแบบ USB กล้องแบบนี้จะมีลักษณะรูปแบบเฉพาะ ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก ๆ คือลำตัวกล้องจะเป็นสายอ่อนจะมีขนาดความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 17 มิลลิเมตร มีช่องเสียบสัญญาณภาพผ่านระบบ USB เข้ากับคอมพิวเตอร์ที่ด้านปลายสายของลำตัวกล้อง ความละเอียดในการถ่ายภาพเท่ากับ 640X480 Pixels มีไฟแสงสว่างติดที่ปลายกล้องจำนวน 6 ตัว ใช้กระแสไฟฟ้า DC. 5 โวลต์ ทนต่อแรงดันกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.1 แอมป์ ทำงานด้วยซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ Windows XP ,Windows 7 Windows Vista ติดตั้งง่ายและราคาถูกเมื่อเทียบกับกล้องกล้อง Snake Scope แบบไม่มีสายพร้อมจอมอนิเตอร์ ซึ่งจะมีข้อดีคือ สามารถบันทึกภาพลงในคอมพิวเตอร์ได้ทันทีในขณะทำการถ่ายบันทึกภาพ ส่วนข้อจำกัด คือ กล้องแบบนี้จะต้องเปิดใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในการถ่ายภาพเท่านั้นและใช้งานร่วมกับโปรแกรมซอฟแวร์ สำหรับเปิดใช้งานกล้องที่มาพร้อมกับตัวกล้อง จึงไม่สามารถรองรับการใช้งานกับอุปกรณ์แปลงสัญญาณภาพกับอุปกรณ์ภายนอกแบบอื่น ๆ ได้ ซึ่งมีโหมดคำสั่งการใช้งานจากโปรแกรมเฉพาะเท่านั้น ดังภาพที่ 2.20

ภาพที่ 2.20 กล้อง Snake Scope แบบสาย USB
(ที่มา : http://www.simonecybermall.com)

2) กล้อง Snake Scope แบบไม่มีสายมีส่วนประกอบหลัก ๆ คือ ขนาดลำตัวกล้องมีความยาว เท่ากับ 1 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 8.2 มิลลิเมตร ด้านปลายกล้องมีหลอดไปแสงสว่าง LED จำนวน 6 หลอดสำหรับมองในที่มืด จอแสดงภาพแบบสี ขนาด 3.5 นิ้ว แบตเตอรี่ขนาดความจุแรงดันกระแสไฟฟ้า 6 โวลต์ จำนวน 4 ก้อน ความละเอียดในการถ่ายภาพเท่ากับ 740X480 Pixels ลำตัวกล้องสามารถถอดแยกออกจากกล้องได้ มีปุ่มคำสั่งต่างๆ พร้อมใช้งานไม่ต้องต่อกล้องผ่านสายสัญญาณภาพเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ยุ่งยาก สามารถเปิดใช้งานที่เครื่องได้ทันที ดูภาพจากจอแสดงภาพ พกพาได้สะดวกมีไฟส่องสว่างขนาดใหญ่ 1 หลอด

เพื่อช่วยเพิ่มแสงสว่างในพื้นที่ที่เข้าถึงยาก เช่น พื้นที่ลึกเกินไป เป็นต้น ข้อเสียคือ ราคาแพงเมื่อเทียบกับกล้องแบบสายระยะเวลาการใช้งานต่อเนื่องค่อยข้างสั้นกว่ากล้อง Snake Scope แบบสาย ดังภาพที่ 2.21

ภาพที่ 2.21 กล้อง Snake Scope แบบไม่มีสาย
(ที่มา : http://www.simonecybermall.com)

2.7.3.2 ส่วนประกอบของกล้อง Snake Scope แบบไม่มีสาย ดังภาพที่ 2.22

ภาพที่ 2.22 ส่วนประกอบของกล้อง Snake Scope แบบไม่มีสาย
(ที่มา : ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์. 2560)

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องกล้อง Snake Scope ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มีคุณสมบัติที่เหมาะสมใช้ตรวจสอบงานในพื้นแคบ ๆ ที่เข้าถึงได้ยาก และมีแสงสว่างติดตั้งที่ปลายกล้อง ใช้สำหรับตรวจส่องสภาพในพื้นที่แคบและเข้าถึงได้ยาก ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย

ได้เลือกกล้อง Snake Scope แบบไร้สาย เพื่อไปใช้ตรวจสอบสภาพชุดคอยล์เย็นรถยนต์ก่อน-หลังทำการล้างร่วมกับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เนื่องจากมีราคาถูก และสามารถนำมาใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์

2.7.4 จอมอนิเตอร์

จอมอนิเตอร์ ได้มีการกล่าวไว้ดังนี้

2.7.4.1 บุญสิริ สุวรรณเพ็ชร์ (2539 : 46) ได้กล่าวว่า มอนิเตอร์ (Monitor) หมายถึง เครื่องแสดงผลลัพธ์ (Output) ที่รู้จักกันดีมากอย่างหนึ่ง มอนิเตอร์มีลักษณะคล้ายจอภาพโทรทัศน์ มีไว้สำหรับแสดงข้อมูลหรือสารสนเทศ คุณภาพของมอนิเตอร์วัดกันเป็น รีโซรูชั่น คือ คุณภาพของรายละเอียดของภาพ ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้บนจอภาพ ภาพจะมีคุณภาพดีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับจำนวนของพิกเซล (Pixel)

2.7.4.2 ชนธัญ วัฒนสุทธิ์ (2545 : 18) ได้กล่าวว่า จอมอนิเตอร์ (Monitor) หมายถึง จอภาพที่ทำหน้าที่แสดงผลทางกราฟฟิคออกมาเพื่อสื่อสารกับผู้ใช้ ปัจจุบันนิยมใช้เป็นแบบ LCD ซึ่งมีความบาง ประหยัดพลังงาน และถนอมสายตากว่า จอภาพแบบ CRT ที่หมดความนิยมไปแล้ว เพราะใช้พลังงานมากกว่าและมีขนาดใหญ่และใช้พื้นที่มาก

2.7.4.3 สุธีร์ นวกุล (2555 : 37) ได้กล่าวว่า มอนิเตอร์ หมายถึง หน้าจอแสดงภาพการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ มีให้เลือกหลายขนาดแล้วแต่การใช้งาน

2.7.4.4 จอมอนิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณภาพที่ข้อมูลถูกส่งมาจากอุปกรณ์ถ่ายทอดสัญญาณภาพให้เราสามารถมองเห็นสถานะทำงานต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่ถ่ายถอดสัญญาณภาพ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ กล้อง และอุปกรณ์ต่อพ่วงแบบอื่น ๆ เป็นต้น ในปัจจุบันจอมอนิเตอร์ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ อย่างเช่น ใช้เป็นเครื่องมือแสดงสถานะต่าง ๆ การทำงานของเครื่องจักรกลในภาคอุตสาหกรรม หรือใช้เป็นเครื่องมือใช้สำหรับตรวจสอบสภาพของผิวชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ความละเอียดสูง ยิ่งไปกว่านั้นยังใช้เป็นเครื่องมือสำหรับให้ความบันเทิงและใช้เป็นเครื่องมือในสำนักงาน เป็นต้น (จอมอนิเตอร์, ม.ป.ป.)

จอมอนิเตอร์มีหลายรุ่นหลายขนาดและถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีขึ้นในการถ่ายทอดสัญญาณภาพรวมไปถึงพัฒนาเรื่องของขนาดของรูปร่างให้เล็กกะทัดรัดกว่าจอมอนิเตอร์รุ่นเก่า ๆ จอมอนิเตอร์ถูกแบ่งออกเป็น 2 แบบ ด้วยกัน คือ

1) จอมอนิเตอร์แบบระบบรองรับช่องสัญญาณภาพ VGA จอมอนิเตอร์แบบนี้ เป็นจอมอนิเตอร์ที่มีระบบรองรับสัญญาณภาพในรูปแบบไฟล์สัญญาณภาพ VGA ที่มีความละเอียดในการถ่ายทอดสัญญาณภาพอยู่ในระดับปานกลาง และมีราคาถูกกว่าจอมอนิเตอร์แบบระบบรองรับสัญญาณภาพ HDMI ความละเอียดสูงและสามารถรองรับอุปกรณ์ต่อพ่วงหลายแบบที่สามารถรองรับกับระบบ VGA ทนทาน ข้อเสียคือ ไม่สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ไม่มีระบบรองรับสัญญาณภาพแบบ VGA ความละเอียดในการแสดงผลต่ำและประสิทธิภาพในการประมวนผลช้า เนื่องจากอุปกรณ์ส่วนกลางที่ใช้ในการประมวนผลที่ล่าสมัย ซึ่งเป็นจอมอนิเตอร์รุ่นเก่า ดังภาพที่ 2.23

ภาพที่ 2.23 จอมอนิเตอร์ ช่องเสียบสัญญาณแบบ VGA
(ที่มา : http://www.chakkham.ac.th)

2) จอมอนิเตอร์แบบระบบรองรับสัญญาณภาพ HDMI ความละเอียดสูง จอแบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากจอมอนิเตอร์แบบรองรับสัญญาณภาพ VGA เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าให้ความละเอียดของภาพที่สูงกว่า สามารถรองรับระบบสัญญาณได้ 2 แบบ คือ แบบสัญญาณ VGA และแบบสัญญาณ HDMI แต่จะประมวนผลภาพจาก ระบบ VGA ให้เป็นระบบ HDMI ด้วยการพัฒนาระบบการทำงานที่ทันสมัย จึงนิยมใช้เป็นเครื่องมือสำหรับทำงานที่ใช้ความละเอียดสูง ข้อเสียคือ ราคาสูง ราคาในการซ่อมสูงเครื่องมีปัญหาบ่อยใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงานมาก ดังภาพที่ 2.24

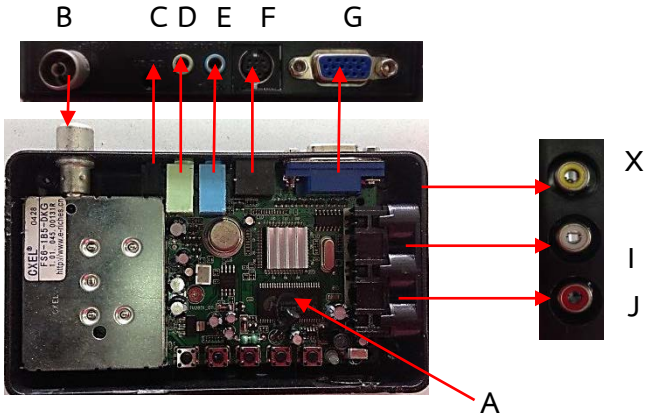
ภาพที่ 2.24 จอมอนิเตอร์ แบบระบบรองรับสัญญาณภาพ HDMI ความละเอียดสูง
(ที่มา : http://www.chakkham.ac.th)

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องจอมอนิเตอร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า จอมอนิเตอร์เป็นอุปกรณ์ถ่ายทอดสัญญาณภาพให้เราสามารถมองเห็นสถานะทำงานต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่ถ่ายถอดสัญญาณภาพ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ กล้อง และอุปกรณ์ต่อพ่วงแบบอื่น ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพจากการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

2.7.5 กล่องแปลงสัญญาณ

กล่องแปลงสัญญาณ ระบบ XGA TV to Box กล่องรับสัญญาณโทรทัศน์ที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ โดยไม่ต้องใช้สายเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพียงแค่ใช้แต่จอมอนิเตอร์ก็สามารถดูภาพโทรทัศน์ ผ่านสัญญาณจากแหล่งปล่อยสัญญาณทีวีได้ และกล่องแปลงสัญญาณ ระบบ XGA TV to Box ถูกออกแบบสร้างขึ้นมาให้สามารถรองรับอุปกรณ์เชื่อมต่อหลายอย่างด้วยกัน เพื่อสามารถเข้าถึงการใช้งานสำหรับอุปกรณ์ที่มีข้อจำกัดในเรื่องความแตกต่างของสัญญาณ อาทิ เช่น กล้องที่มีช่องปล่อยสัญญาณ AV รองรับเครื่องเสียง จอมอนิเตอร์ เครื่องเล่นที่ให้ความบันเทิงในแบบต่าง ๆ เป็นต้น กล่องแปลงสัญญาณ ระบบ XGA TV to Box จะแปลงสัญญาณภาพในรูปแบบ VGA ซึ่งย่อมาจากคำว่า Vedio Graphics Array แปลว่า กระบวนการปรับภาพแบบวีดิทัศน์ หมายถึง มาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับภาพสี กล่องแปลงสัญญาณ ระบบ XGA TV to Box จะใช้กระไฟฟ้า DC. 6 โวลต์ เพื่อใช้ในการทำงานของกล่องแปลงสัญญาณ เหมาะสำหรับจอมอนิเตอร์ แบบ LCD เพราะให้ความละเอียดกับภาพที่สูงในระดับ XGA ตั้งแต่ 640 x 480, 800 x 600, 1024 x 768, 1440 x 900, 1680 x 1050, 1920 x 1080, 1920 x 1200 แต่มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับคอมพิวเตอร์แบบพกพา Not bock ได้ เพราะอุปกรณ์ไม่มีระบบรองรับสัญญาณกับคอมพิวเตอร์แบบนี้ ดังภาพที่ 2.25 (กล่องแปลงสัญญาณ, ม.ป.ป.)

2.7.5.1 ส่วนประกอบวงจรการทำงานของกล่องแปลงสัญญาณ ระบบ XGA TV to Box



ภาพที่ 2.25 กล่องแปลงสัญญาณ ระบบ XGA TV to Box
(ที่มา : http://www.mrk-shop.com)

1) A คือ Shift แปลงสัญญาณ ทำหน้าที่ แปลงสัญญาณที่อุปกรณ์รับสัญญาณเชื่อต่อกับ Shift แปลงสัญญาณ เพื่อไปแสดงผลเป็นรูปแบบสัญญาณ XGA TV OUT

2) B คือ ช่องรับสัญญาณ TV IN ทำหน้าที่ เชื่อมต่อรองรับสัญญาณ TV แปลผลส่งข้อมูลไปให้ Shift แปลงสัญญาณ ทำการประมวลผลในเป็นรูปแบบสัญญาณโทรทัศน์ แล้วส่งไปสัญญาณออกไปที่จอมอนิเตอร์ทำการแสดงผล

3) C คือ ช่องเชื่อมต่อกระแสไฟฟ้า DC. 6 โวลต์ เข้ามาเลี้ยงกล่อง เพื่อให้กล่องแปลงสัญญาณทำงาน

4) D คือ ช่องสัญญาณ Audio Out ทำหน้าที่ ส่งสัญญาณออกจาก Shift แปลงสัญญาณไปยังอุปกรณ์เชื่อมต่อการทำงานในระบบเสียง

5) E คือ ช่องรับสัญญาณ PC Audio ทำหน้าที่ รับสัญญาณในรูปแบบเสียงจากคอมพิวเตอร์ป้อนให้กับ Shift แปลงสัญญาณ เพื่อแปลงสัญญาณเป็นรูปแบบสัญญาณ VGA แล้วส่งไปยังอุปกรณ์เชื่อมต่อ

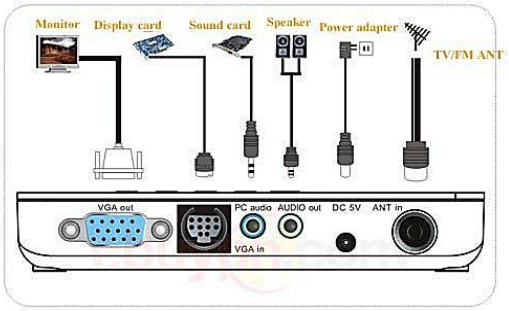
6) F คือ ช่องรับสัญญาณ VGA In ทำหน้าที่ รับสัญญาณ VGA จากอุปกรณ์เชื่อมต่อ Display card Lส่งให้ CPU ทำการประมวลผลแปลงสัญญาณให้เป็นรูปแบบ VGA ส่งไปยังอุปกรณ์เชื่อมต่อ

7) G คือ ช่องส่งสัญญาณ VGA Out ทำหน้าที่ป้อนข้อมูลที่ได้รับจาก CPU ส่งไปยังจอมอนิเตอร์ เพื่อทำการแสดงผลในรูปแบบสัญญาณภาพ VGA

8) X คือ ช่องรับสัญญาณ VEDIO Out ทำหน้าที่รับสัญญาณภาพวีดิโอจากอุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อส่งไปยัง CPU แปลงสัญญาณภาพให้เป็นสัญญาณรูปแบบ VGA ส่งไปยังจอมอนิเตอร์เพื่อทำการแสดงผล

9) I คือ ช่องรับสัญญาณเสียง Audio ในโหมด Studio จากอุปกรณ์เชื่อมต่อ ส่งสัญญาณไปที่ CPU ทำการแปลงสัญญาณให้เป็นในรูปแบบสัญญาณ VGA ก่อนจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์เชื่อมต่อ

10) J คือ ช่องรับสัญญาณเสียง Audio จากอุปกรณ์เชื่อมต่อส่งสัญญาณไปที่ CPU ทำการแปลงสัญญาณให้เป็นในรูปแบบสัญญาณ VGA ก่อนจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์เชื่อมต่อ



ภาพที่ 2.26 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กล่องแปลงสัญญาณของ ระบบ XGA TV to Box (ที่มา : http://www.mrk-shop.com)

2.7.5.2 สายรับสัญญาณภาพเนื่องจากประสิทธิภาพของการทำงานของระบบจะมีประสิทธิภาพในการใช้งานหรือไม่นั้น ส่วนหนึ่งก็เป็นผลมาจากการเลือกใช้สายรับสัญญาณ เนื่องจากสัญญาณภาพนั้นจะต้องส่งข้อมูลผ่านสายรับสัญญาณ เพื่อไปยังเครื่องรับสัญญาณ ถ้าหากเลือกใช้สายรับสัญญาณที่ไม่ได้ตามมาตรฐานหรือมีคุณภาพต่ำก็จะทำให้ภาพที่ได้นั้นไม่มีประสิทธิภาพที่เพียงพอต่อการมองเห็น ดังภาพที่ 2.27

ภาพที่ 2.27 สายรับสัญญาณภาพ
(ที่มา : http://www.mrk-shop.com)

2.7.5.3 ช่องเสียบสายรับสัญญาณ อุปกรณ์ที่จะนำมาแปลงสัญญาณภาพได้นั้นจะต้องมีตัวเสียบที่ช่องรับสัญญาณตัวเดียวกันเครื่องแปลงสัญญาณภาพวีดิโอจึงจะสามารถประมวลผลร่วมกันได้ ดังภาพที่ 2.28

ภาพที่ 2.28 ช่องเสียบสายรับสัญญาณ
(ที่มา : http://www.mrk-shop.com)

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องกล่องแปลงสัญญาณ ผู้วิจัยสรุปได้ว่ากล่องแปลงสัญญาณ เป็นกล่องรับสัญญาณโทรทัศน์ที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ได้โดยไม่ต้องใช้สายเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพียงแค่ใช้แต่จอมอนิเตอร์ก็สามารถดูภาพโทรทัศน์ผ่านสัญญาณจากแหล่งปล่อยสัญญาณทีวีได้ และกล่องแปลงสัญญาณถูกออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อให้สามารถรองรับอุปกรณ์เชื่อมต่อหลายอย่างด้วยกัน เพื่อสามารถเข้าถึงการใช้งานสำหรับอุปกรณ์ที่มีข้อจำกัดในเรื่องความแตกต่างของสัญญาณ อาทิ เช่น กล้องที่มีช่องปล่อยสัญญาณ AV รองรับเครื่องเสียง จอมอนิเตอร์ เครื่องเล่นที่ให้ความบันเทิงในแบบต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์โดยใช้ร่วมกับจอมอนิเตอร์ต่อไป

2.7.6 หัวฉีดควบคุมแรงดันต่ำ

หัวฉีด เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของเครื่องพ่นของเหลวอาทิเช่น ปั๊ม ซึ่งทำหน้าที่หลายอย่างพร้อม ๆ กัน ได้แก่ทำให้ของเหลวแตกตัวเป็นละอองให้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ และบังคับอัตราการไหลของของเหลวให้มากหรือน้อย หัวฉีดที่ใช้กับปั๊มจึงมีหลายชนิดจะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน จะทำหน้าที่ เช่น ทำให้สารแตกกระจายเป็นละอองสาร ควบคุมการกระจายของละอองสารและควบคุมอัตราการไหลของสาร (หัวฉีดควบคุมแรงดันต่ำ, ม.ป.ป.)

2.7.6.1 ชนิดของหัวฉีดควบคุมแรงดันต่ำ

1) หัวฉีดใช้แรงดันของเหลว หัวฉีดชนิดนี้ นิยมใช้กันมากสำหรับเครื่องพ่นของเหลวชนิดต่าง ๆ ทั้งขนาดเล็กที่ไม่ใช้กับเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ ซึ่งมีหลักการคือจะใช้ความดันบังคับให้ของเหลวไหลผ่านรูฉีดเล็ก ๆ ของเหลวที่หลุดพ้นออกจากรูหัวฉีดออกไปจะแตกตัวเป็นละอองต่าง ๆ มีขนาดเล็กขนาดใหญ่แตกต่างกันไปตามการปรับระดับความละเอียดของหัวฉีดขึ้นอยู่กับแรงดันขนาดความกว้างของท่อและขนาดของรูหัวฉีด ถ้าแรงดันสูง ละอองสารจะละเอียดมาก แต่ถ้าความดันต่ำละอองสารจะหยาบ ขนาดของรูฉีดก็เช่นกัน ขนาดรูฉีดก็เช่นกัน รูฉีดขนาดเล็กผลิตละอองสารที่ละเอียดและรูฉีดขนาดใหญ่ จะผลิตละอองสารที่หยาบหัวฉีดกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ แบบแรงประทะ แบบรูใบพัด และแบบรูปกรวย

(1) หัวฉีดแบบแรงปะทะ ซึ่งเป็นหัวฉีดสำหรับใช้พ่นสารเคมีกำจัดวัชพืชโดยเฉพาะ สร้างขึ้นด้วยโลหะหรือพลาสติกแข็งเป็นชิ้นเดียวกัน มีรูขนาดเล็กตรงกลาง ของเหลวที่ไหลผ่านรูนี้จะปะทะกับแผ่นกั้น แล้วกระจายตัวออกเป็นฝอยละอองสารในลักษณะรูปใบพัด มีมุมระหว่าง 25 – 180 องศา ขึ้นอยู่กับความดันที่ใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ความดันต่ำอยู่ที่ประมาณ 5 – 10 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อทำให้ละอองสารที่หยาบจะได้ไม่ปลิวไปถูกพืชชนิดอื่นที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง พื้นที่ที่ละอองสารตกลงไปจะเป็นลักษณะรูปวงรีแคบ ๆ บริเวณด้านปลายทั้ง 2 ข้างจะโตเล็กน้อย ดังภาพที่ 2.29

ภาพที่ 2.29 หัวฉีดแบบแรงปะทะ
(ที่มา : http://www.dripcenter-thailand.com)

(2) หัวฉีดแบบรูพัด หัวฉีดแบบนี้สร้างขึ้นให้เป็นวัสดุชิ้นเดียว มีลักษณะกลม แบนตรงกลางจะเป็นรูปวงรีเล็ก ๆ เพื่อให้ของเหลวไหลผ่าน ของเหลวที่ไหลผ่านรูฉีดด้วยความดันสูงจะแผ่เป็นรูปพัด มีความกว้างของมุมที่ของเหลวออกมาที่ต่างกันระหว่าง 65 องศา ถึง 80 องศา อัตราการไหลจะมากหรือจะน้อยจะขึ้นอยู่กับขนาดของรูฉีดแรงแรงดัน หัวฉีดชนิดนี้

เหมาะสำหรับใช้ในงานป้องกันกำจัดวัชพืชด้วยความดันต่ำประมาณ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อบังคับให้ฝอยละอองของเหลวจะได้ไม่พัดผิวของเหลวไปถูกพืชผลบริเวณข้างเคียง นอกจากนั้นยังใช้พ้นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงหรือใช้ในงานสาธารณสุขพ่นสารกำจัดยุงซึ่งเป็นพาหะนำโรคภัยมาสู่มนุษย์ด้วยความดันสูงประมาณ 40-60 ปอนด์/ตารางนิ้ว เพื่อให้ได้ละอองสารที่ละเอียดดังภาพที่ 2.30

ภาพที่ 2.30 หัวฉีดแบบรูพัด
(ที่มา : http://www.dripcenter-thailand.com)

(3) หัวฉีดแบบรูปกรวย เป็นหัวฉีดที่ใช้กันมากในการกำจัดศัตรูพืชหรือการให้น้ำกับพืชชนิดต่าง ๆ ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 2 ชิ้น คือ รูฉีด สร้างขึ้นจากโลหะบาง ๆ หรือเป็นแท่งกลมจะมีรูหรือร่องเอียง เพื่อทำให้ของเหลวไหลผ่าน เพื่อเกิดการหมุนวนด้านหลังของรูฉีด และผ่านออกไปเป็นรูปกรวยกลม ถ้าพื้นที่ตรงกลางรูปกรวยนั้นว่าง เรียกว่า หัวฉีดแบบกรวยกลวงมากกว่ากรวยทึบ เนื่องจากสิ้นเปลืองสารที่ฉีดพ่นออกมาน้อยกว่าหัวฉีดแบบนี้ ซึ่งมีขนาดของรูและแผ่นซึ่งทำให้เกิดกระแสน้ำวนให้เลือกหลายขนาด เพื่อให้ได้อัตราในการไหลและขนาดของละอองสารที่ต้องการมักจะใช้ความดันสูง ตั้งแต่ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้วขึ้นไป ดังภาพที่ 2.31

ภาพที่ 2.31 หัวฉีดแบบรูปกรวย
(ที่มา : http://www.dripcenter-thailand.com)

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องหัวฉีดควบคุมแรงดันต่ำ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าหัวฉีดควบคุมแรงดันต่ำจะใช้สำหรับฉีดของเหลวให้แตกตัวเป็นฝอยละออง ให้กระจายตัวสม่ำเสมอและบังคับอัตราการไหลของของเหลวให้มากหรือน้อยได้ หัวฉีดแรงดันต่ำมีอยู่ 3 ชนิด คือ หัวฉีดแบบแรงปะทะ หัวฉีดแบบรูพัด และหัวฉีดแบบรูปกรวย ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้หัวฉีดแบบรูพัดมาใช้เป็นส่วนประกอบของชุดหัวฉีดเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป ซึ่งของเหลวที่ไหลผ่านรูฉีดด้วยความดันสูงจะแผ่เป็นรูปพัดมีความกว้างของมุมที่ของเหลวออกมาที่ต่างกันระหว่าง 65-80 องศา อัตราการไหลจะมากหรือจะน้อยจะขึ้นอยู่กับขนาดของรูฉีดแรงดัน

2.7.7 มินิบอลวาล์ว (Mini ball valve)

มินิบอลวาล์ว คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเป็นตัวเปิด-ปิดการไหลของน้ำผ่านวาล์ว ควบคุมแรงดัน ซึ่งผลิตจากวัสดุทองเหลือง โดยวิธีการปั๊มร้อนขึ้นรูปชุบนิเกิ้ล ด้ามจับทำจากอลูมิเนียม และใช้เทฟล่อนทำแหวนรองรับลูกบอล เพื่อป้องกันการรั่วซึม ส่วนลูกบอลที่อยู่ภายในจะเป็นตัวทำการบังคับทางไหลของน้ำทำจากทองเหลืองปราศจากการเกิดสนิมทำให้การเปิด-ปิดสะดวก มินิบอลวาล์วถูกออกแบบสร้างขึ้นมาสำหรับการใช้งานหลากหลายประเภทที่มีความแตกต่างกัน โดยจะมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ หลัก ๆ คือ (มินิบอลวาล์ว, ม.ป.ป.)

2.7.7.1 มินิบอลวาล์วแบบ (FM) เกลียวขันนอกและเกลียวขันใน

มินิบอลวาล์วแบบ (FM) ข้อต่อแบบนี้จะมีด้านปลายต่อที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ เกลียวสกรูขันนอกใช้สำหรับขันต่อท่อแบบเกลียวใน และเกลียวสกรูขันในสำหรับจับยึดข้อต่อแบบเกลียวนอก ซึ่งจะเหมาะสำหรับใช้ยึดท่อที่ต้องการแยกทางเดินของน้ำได้หลาย ๆ ทิศทาง และใช้แรงดันน้ำไม่สูงมาก ดังภาพที่ 2.32

ภาพที่ 2.32 มินิบอลวาล์วแบบ (FM) เกลียวขันนอกและเกลียวขันใน
(ที่มา : http://www.sanwa.co.th)

2.7.7.2 มินิบอลวาล์วแบบ (FF) เกลียวขันในทั้ง 2 ด้าน

มินิบอลวาล์วแบบ (FF) ข้อต่อแบบนี้จะมีด้านปลายเหมือนกัน คือ ปลายข้อต่อทั้ง 2 ด้าน จะมีเกลียวสกรูใช้สำหรับจับยึดข้อต่อแบบขันยึดด้านใน ทั้ง 2 ด้าน สำหรับขันต่อท่อแบบเกลียวนอกทั้ง 2 ด้าน ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ยึดท่อที่มีแรงไหลผ่านที่สูง เนื่องจากมีบ่ารองรับจากภายนอกที่แข็งแรงจึงเหมาะสมที่จะใช้งานได้ทุกสภาวะได้ดี ดังภาพที่ 2.33

ภาพที่ 2.33 มินิบอลวาล์วแบบ (FF) เกลียวขันในทั้ง 2 ด้าน
(ที่มา : http://www.sanwa.co.th)

2.7.7.3 มินิบอลวาล์วแบบ (MM) เกลียวขันนอกทั้ง 2 ด้าน

มินิบอลวาล์วแบบ (MM) เกลียวขันนอกทั้ง 2 ด้าน ข้อต่อแบบนี้จะมีด้านปลายเหมือนกัน คือ ปลายข้อต่อทั้ง 2 ด้าน จะมีเกลียวสกรูด้านนอกทั้ง 2 ด้าน ใช้สำหรับจับยึดข้อต่อแบบขันยึดด้านในทั้ง 2 ด้าน สำหรับขันต่อท่อแบบเกลียวใน ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ยึดท่อที่จำเป็นต้องใช้ข้อต่อ 2 ตัวขึ้นไป หรือนำไปต่อกับข้อต่อแยกแบบ 3 ทาง ที่ต้องการใช้ทิศทางการจ่ายน้ำหลาย ๆ ทาง ดังภาพที่ 2.34

ภาพที่ 2.34 มินิบอลวาล์วแบบ (MM) เกลียวขันนอกทั้ง 2 ด้าน
(ที่มา : http://www.sanwa.co.th)

2.7.7.4 มินิบอลวาล์วแบบ (MMM) ข้อต่อแบบ 3 ทาง

มินิบอลวาล์วแบบ (MMM) ข้อต่อแบบ 3 ทาง เป็นวาล์วข้อต่อที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีปลายต่อท่อเกลียว 3 ด้าน ซึ่งถูกออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อใช้เชื่อมต่อท่อได้หลายทิศทางโดยมีเกลียวขันรองรับชนิดของท่อเกลียวได้ 2 แบบ ได้แก่ แบบเกลียวนอกและแบบเกลียวในจึงเหมาะใช้งานสำหรับแยกประเภทของของเหลวที่จะใช้ส่งจ่ายผ่านท่อต่าง ๆ ได้ดี ดังภาพที่ 2.35

ภาพที่ 2.35 มินิบอลวาล์วแบบ (MMM) ข้อต่อแบบ 3 ทาง
(ที่มา : http://www.sanwa.co.th)

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องมินิบอลวาล์ว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มินิบอลวาล์ว คืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเป็นตัวปิด-เปิดการไหลของน้ำผ่านวาล์วควบคุมแรงดัน ซึ่งจะถูกออกแบบสร้างมาสำหรับการใช้งานหลากหลายประเภทที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของชุดเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยได้นำเอาไปใช้เป็นวาล์วปิด-เปิดการไหลของน้ำ เพื่อใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

2.7.8 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ (Anemo Meter)

เครื่องวัดความเร็วลมพร้อมวัดอุณหภูมิในตัวเดียวกัน เหมาะสำหรับใช้งานกับเครื่องปรับอากาศ วัดความเร็วในอากาศ ปิดเครื่องอัตโนมัติเมื่อไม่ใช้งาน ใช้เซนเซอร์เทอร์มิสเตอร์ที่มีการตอบสนองในการวัดอุณหภูมิที่รวดเร็ว มีการคงค่าข้อมูล (Data Hold) บันทึกค่าสูงสุดค่าต่ำสุดและเรียกกลับมาดูใหม่ได้ สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง เช่น ตรวจสอบความเร็วลมของระบบปรับอากาศ ความเร็วลมของท่อลม พัดลม มอเตอร์ เครื่องเป่าลม สภาพอากาศในสายการผลิต สภาวะการไหล และระบบให้ความร้อนในเตาเผาและห้องพ่นสี ดังภาพที่ 2.36 (เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ, ม.ป.ป.)

ภาพที่ 2.36 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ รุ่น DA 40
(ที่มา : https://www.taradplaza.com)

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องเครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความเร็วลมและวัดอุณหภูมิ เหมาะในการใช้งานกับเครื่องปรับอากาศ ตรวจสอบความเร็วลมของระบบปรับอากาศ การวัดความเร็วในอากาศ ความเร็วลมของท่อลม พัดลม มอเตอร์ เครื่องเป่าลม ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำเครื่องมือนี้มาใช้วัดความเร็วลมและอุณหภูมิ เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

2.7.9 น้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น Coilcare II

เป็นน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ น้ำยามีประสิทธิภาพสูงในการช่วยขจัดคราบสกปรก ฝุ่น คราบเมือก และแบคทีเรียที่ชุดคอยล์เย็น ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคภูมิแพ้ โรคปอดอักเสบ โรคหอบหืด และน้ำยาล้างคอยล์เย็นจะไหลลงสู่ท่อน้ำทิ้งเพื่อขจัดคราบเมือกและสิ่งสกปรก ซึ่งเป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็นอับจากระบบปรับอากาศ ดังภาพที่ 2.37 (น้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น Coilcare II, ม.ป.ป.)

ภาพที่ 2.37 น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น
(ที่มา : https://www.prakard.com)

2.7.9.1 คุณสมบัติของน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น

1) ให้ความปลอดภัยขณะใช้งาน ไม่มีกลิ่นฉุนรุนแรง และไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้

2) ใช้งานง่าย ไม่เป็นสื่อไวไฟ ไม่กัดกร่อนทำลายวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งรักษาอุปกรณ์ไม่ให้เป็นสนิม

3) น้ำยาไม่มีฤทธิ์เป็นกรด จึงสามารถใช้ล้างทำความสะอาดได้หลายครั้งตามความต้องการประหยัดเวลาและค่าใช้ในการบำรุงรักษา

2.7.9.2 วิธีการใช้งาน

1) ให้หยุดเครื่องปรับอากาศก่อนใช้งาน

2) อัตราส่วนผสมน้ำยา 1 ส่วนต่อน้ำ 4-10 ส่วน ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของสิ่งสกปรก

3) ใช้ภาชนะที่ฉีดออกเป็นฝอยละออง หรือเครื่องฉีดน้ำแบบแรงดันต่ำเพื่อให้น้ำยาเข้าถึงชุดคอยล์เย็นและฉีดให้ทั่วพื้นผิวที่ต้องการล้างทำความสะอาด

4) หลังจากล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาแล้วทิ้งไว้ประมาณ 15-30 นาที แล้วจึงเปิดเครื่องปรับอากาศให้ทำงาน

5) กรณีที่เกิดคราบสกปรกฝังแน่นควรล้างด้วยน้ำยาล้างทำสะอาดชุดคอยล์เย็นซ้ำอีกรอบ

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็นมีคุณสมบัติในการช่วยขจัดคราบสกปรก ฝุ่น คราบเมือก และแบคทีเรียที่ชุดคอยล์เย็น เป็นสาเหตุของโรคภูมิแพ้ โรคปอดอักเสบ โรคหอบหืด และเป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็นอับจากระบบปรับอากาศ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

2.8 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ความพึงใจ คือสภาวะจิตที่ปราศจากความเครียด เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ ความสุขใจ และเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ และมีผู้ให้ความหมายความพึงพอใจ (Satisfaction) พอสรุปได้ดังนี้

2.8.1 ความหมายของความพึงพอใจ

จรัส ธรรมธนารักษ์ (2541 : 10) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึก รัก ชอบ ยินดี เต็มใจ หรือมีเจตคติที่ดีของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับผลตอบสนองความต้องการทั้งทางด้านวัตถุและจิตใจ

ศุภสร ทรงกลด (2541 : 17) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกส่วนตัวที่รู้สึกเป็นสุข หรือยินดีที่ได้รับการตอบสนองความต้องการในสิ่งที่ขาดหายไป หรือสิ่งที่ทำให้เกิดความไม่สมดุล ความพึงพอใจเป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมที่จะแสดงออกของบุคคล ซึ่งมีผลต่อการเลือกที่จะปฏิบัติในกิจกรรมใด ๆ นั้น

กัณฑพร กากแก้ว (2542 : 6) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจที่มีต่อองค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่าง ๆ และเขาได้รับการตอบสนองความต้องการของเขา

มณีรัตน์ ธงชัย (2542 : 7) ได้สรุปความหมายของความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึก หรือทัศนคติทางด้านบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นต่อเมื่อสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการให้แก่บุคคลนั้นได้ แต่ทั้งนี้ความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่าง หรือหมายถึง ความรัก ชอบ ประทับใจ หรือ ทัศนคติของบุคคลหนึ่งมีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งในเชิงประเมินค่าได้ ซึ่งความพึงพอใจนี้จะเกิดจากสิ่งเร้าต่าง ๆ

วิรุฬ พรรณทวี (2542 : 68) ได้กล่าวว่าความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหมายถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือ มีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดี จะมีความพึงพอใจมากแต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิด หวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่งเมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย

สุรชัย เลศะวานิช (2544 : 6) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจว่า คือความพยายามที่จะขจัดความตึงเครียด หรือความกระวนกระวาย หรือภาวะไม่ได้ดุลยภาพในร่างกาย ซึ่งเมื่อมนุษย์สามารถขจัดสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้แล้วมนุษย์ย่อมได้รับความพึงพอใจในสิ่งที่ตนต้องการ

กาญจนา อรุณสุขรุจี (2546 : 35) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่สามารถสังเกต โดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนและต้องมีสิ่งเร้าที่ตรง

จากความหมายของความพึงพอใจที่มีผู้ให้ความหมายไว้ข้างต้น พอสรุปได้ว่าความพึงพอใจหมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีความสุข ความอิ่มเอมใจ ของบุคคลที่มีต่อเรื่องใด

เรื่องหนึ่ง ซึ่งจะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับทัศนคติ ซึ่งเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ เมื่อได้รับการตอบสนองต่อความต้องการหรือได้รับสิ่งตอบแทนตามที่คาดหวังไว้

2.8.2 การวัดความพึงพอใจ

เนื่องจากความพึงพอใจจะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับทัศนคติที่เป็นนามธรรม และค่อนข้างละเอียดอ่อน ซับซ้อน จึงสามารถวัดความพึงพอใจได้โดยทางอ้อม โดยวัดความคิดเห็นของบุคคลนั้นแทนทั้งนี้การแสดงความคิดเห็นของบุคคลนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงจึงจะสามารถวัดความพึงพอใจได้ มิฉะนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนในการวัดความพึงพอใจได้

ภณิดา ชัยปัญญา (2541 : 3) กล่าวว่า มีวิธีที่สามารถวัดความพึงพอใจได้ดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถามจัดทำแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น สามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ ซึ่งคำถามดังกล่าวอาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

ภณิดา ชัยปัญญา (2541 : 5 อ้างอิงมาจากเดย์ Day 1997 : 54) ได้เสนอแนวความคิดในการประเมินผลความพึงพอใจไว้ 2 แบบ ดังนี้

1. การประเมินผลทางจิตวิทยา (Psychological Interpretation of Satisfaction) แนวทางนี้มอง Satisfaction ว่าเป็นการยืนยัน (Confirmation) ของความคาดหวังที่เกิดขึ้น (Prior Expectation) ความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจขึ้นกับการเปรียบเทียบกับสิ่งที่ได้รับ ซึ่งก็คือแนวทางของ Disconfirmation Process

2. การประเมินผลตามทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory Interpretation of Satisfaction) เป็นการอ้างอิงทฤษฎีในด้านเศรษฐศาสตร์ โดยมีสมมุติฐานว่าผู้บริโภคที่มีเหตุผล (Rational Consumer) ซึ่งต้องการทำให้ตนบรรลุความพอใจสูงสุดเมื่อเกิดอรรถประโยชน์สูงสุดและทำให้เกิด Ideal Point ว่าน้อยกว่า เท่ากับหรือมากกว่า และระยะห่างมากน้อยเพียงใด โดยการนำมาเปรียบเทียบกับความคาดหวัง (Expectation) และการรับรู้ (Perception)

จากการวัดความพึงพอใจที่มีกล่าวไว้ข้างต้น โดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกต ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการใช้แบบสอบถามเพื่อ นำไปเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยสรุปได้ว่าในการศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจนั้น โดยทั่วไปนิยมศึกษากันในสองมิติ คือ มิติความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงานและมิติความพึงพอใจในการรับบริการเป็นสำคัญ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

สมคิด ไชยรัตน์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการนำพลังงานความร้อนจากคอนเดนเซอร์ (Reheat Coil) มาลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศที่ต้องการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์อย่างแม่นยำเพื่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งจะทดลองกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 30,000 Btu/hr. และใช้ Reheat Coil ขนาดประมาณ 30% ของคอนเดนเซอร์เดิม (ติดตั้งอยู่ที่ Condensing Unit) โดยนำไปติดตั้งไว้ที่ Fan Coil Unit เพื่อทำหน้าที่ลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศและจะทำการทดลอง Room Sensible Heat Ratio ต่ำสุดเท่ากับ 0.05 จากผลการวิจัยพบว่าพลังงานความร้อนจากคอนเดนเซอร์ (Reheat Coil) สามารถลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศได้ประมาณ 10-15% RH โดยที่ค่า COP ขณะ Reheat เมื่อเทียบกับระบบเดิมจะเพิ่มขึ้นประมาณ 5% และค่าลงทุนที่เพิ่มขึ้นสามารถชดเชยค่าพลังงานความร้อนของระบบเดิม ซึ่งใช้ความร้อนในการ Reheat จากฮีตเตอร์ไฟฟ้าประมาณ 2 ปี

เรืองฤทธิ์ ลำมะยศ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 12,500 บีทียู/ชม. โดยการใช้น้ำหล่อเย็นฉีดเข้าที่แผงระบายความร้อน โดยเอาน้ำทิ้งจากคอยล์เย็นมาฉีดให้เป็นละออง เพื่อช่วยในการระบายความร้อนออกจากแผงระบายความร้อนให้ได้มากขึ้น พบว่า เมื่อได้ทำการฉีดละอองน้ำเข้าไปที่แผงระบายความร้อนในอัตราที่เท่ากับปริมาณน้ำทิ้งที่ออกมาจากระบบปรับอากาศ จะทำให้ความดันอิ่มตัวในแผงระบายความร้อนลดลงโดยเฉลี่ย 103.43 kPa (15.02psi) หรือ 5.29% อุณหภูมิของอากาศที่แผงระบายความร้อนลดลงโดยเฉลี่ย 1.90 °C ซึ่งทำให้การระบายความร้อนที่แผงระบายความร้อนเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ย 4.69% ในขณะที่อัตราการทำความเย็นที่คอยล์เย็นเพิ่มขึ้น 4.80% ค่า COP และ EER เพิ่มขึ้น 8.99% ซึ่งเป็นผลให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงโดยเฉลี่ย 61.65 W หรือ 3.94%

ธนวรา ทองล้วน (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบทั้งสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ แบบระบายความร้อนด้วยอากาศกับแบบระบายความร้อนโดยการพ่นน้ำ การทดสอบกระทำที่สภาวะอากาศเดียวกันและยังศึกษาความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบพ่นน้ำกับเครื่องปรับอากาศขนาดการทำความเย็น 15,000 และ 48,000 Btu/hr. จากการวิจัยนี้พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนโดยการพ่นน้ำดีกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ เครื่องปรับอากาศขนาดการทำความเย็น 15,000 Btu/hr. สามารถลดพลังงานไฟฟ้า ที่ป้อนให้กับระบบกว่า 15% และค่า COP เพิ่มขึ้น 18% ส่วนเครื่องปรับอากาศขนาดการทำความเย็น 48,000 Btu/hr. สามารถลดพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับระบบกว่า 16% และค่า COP เพิ่มขึ้น 20% ส่วนผลทดสอบจากห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศมาตรฐานได้ทำการทดสอบกับเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr. ซึ่งสามารถลดพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับระบบกว่า 9% ขีดความ สามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 6% และค่า COP เพิ่มขึ้น 16% ระบบพ่นน้ำนี้สามารถติดตั้งได้กับเครื่องปรับอากาศเพียงเครื่องเดียว หากเครื่องปรับอากาศมีขนาดการทำความเย็น 48,000 Btu/hr. หรือมากกว่านี้ขึ้นไป

พูนพงศ์ สวาสดิพันธ์, อำไพศักดิ์ ทีบุญมา และ ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศอัดไอแบบธรรมดากับเครื่องปรับอากาศอัดไอแบบธรรมดาที่ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ Liquid Intercooler เพื่อลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ พารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ผลจากการทดลองพบว่าเครื่องปรับอากาศใช้อัดไอแบบธรรมดาที่ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ Liquid Intercooler สามารถเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งมีค่ามากกว่าแบบธรรมดา โดยเฉลี่ยประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์

เสริมศักดิ์ สุวรรณณาลัย (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องดูดเก็บน้ำยาเครื่องปรับอากาศรถยนต์ที่ใช้น้ำยา R-134a วิธีที่ใช้ในการวิจัยคือการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) แบบ One-shot case study โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ การประเมินของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการทำงานระบบปรับอากาศทั่วภาคกลาง จำนวน 17 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยเครื่องดูดเก็บน้ำยาเครื่องปรับอากาศที่ใช้น้ำยา R-134a คู่มือการใช้และแบบประเมินประสิทธิภาพของเครื่องดูดเก็บน้ำยา ผลการวิจัยปรากฏว่าเครื่องดูดเก็บน้ำยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการดูดเก็บน้ำยาเท่ากับร้อยละ 84.4 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

ทวีผล แปงณีวงค์ (2552 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการทดสอบอุปกรณ์สำหรับลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศรถยนต์โดยวิธีการซับคูล โดยได้ออกแบบให้เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นแล้วนำไปติดตั้งกับชุดทดสอบระบบปรับอากาศรถยนต์ ที่ใช้กับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน มีความจุกระบอกสูบ 1600 ซีซี โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าปรับรอบด้วย Inverter ขับ Compressor แทนเครื่องยนต์และควบคุมสภาวะอากาศที่ไหลผ่าน Evaporator และ Condenser ตามมาตรฐานการทดสอบเครื่องปรับอากาศของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม (สมอ.) ทดสอบที่ความเร็วรอบ Compressor ที่ 750, 1000, 1200, 1500, 1700, 2000, 2500 และ 3000 รอบต่อนาที นำผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดทดสอบระบบปรับอากาศรถยนต์เมื่อไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ต้นแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ได้ออกแบบเข้ากับชุดทดสอบระบบปรับอากาศรถยนต์ ที่ความเร็วรอบคอมเพรสเซอร์ 750 – 1500 RPM อัตราการถ่ายเทความร้อนที่ Evaporator มีค่าน้อยกว่าและใช้เวลามากกว่าแบบไม่ติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและงานที่ Compressor ต้องการเพิ่มขึ้น จากการคำนวณพบว่าถ้าใช้ระบบปรับอากาศเป็นเวลา 4 ชั่วโมงต่อวันทำให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 0.03, 0.03, 0.01 และ 0.02 ลิตร ตามลำดับของความเร็วรอบต่าง ๆ แต่ที่ความเร็วรอบของ Compressor ที่ 1700-3000 RPM ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของ Evaporator จะเพิ่มขึ้นและจะใช้เวลาในการถ่ายเทความร้อนน้อยกว่าแบบที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแต่เนื่องจากงานที่ให้กับ Compressor เพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าใช้ระบบปรับอากาศเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 0.07, 0.10, 0.11 และ 0.09 ลิตรตามลำดับ

อรุณศักดิ์ ฮอหรินทร์ (2553 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มสมรรถนะระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยการพ่นละอองน้ำระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศ

รถยนต์ ซึ่งในการทดลองเพื่อหาสมรรถนะการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ จะใช้ระบบปรับอากาศรถยนต์ที่ใช้สารทำความเย็น R-134a และอุปกรณ์ประกอบของเครื่องปรับอากาศไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในการทดลองจะไม่มีการพ่นละอองน้ำ และพ่นละอองน้ำที่คอนเดนเซอร์ สำหรับรถยนต์ที่อยู่กับที่และรถยนต์ที่มีลมภายนอกไหลผ่านที่ความเร็ว 5 , 8 , 10 และ 15 m/s และที่ทุกความเร็วจะเก็บค่าพารามิเตอร์ P_1, T_1 , P_2, T_2, P_3, T_3 , P_4 และ T_4 ที่ 3 , 5 , 8 และ 10 นาที นำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาทำการคำนวณหาค่า COP จากผลการทดลองพบว่าที่ระยะเวลาในการฉีดทุก ๆ 1 นาที ให้ค่า COP เท่ากับ 4.64 สูงสุด กรณีที่รถยนต์อยู่กับที่ไม่มีลมภายนอกไหลผ่าน เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มีการพ่นละอองน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.3 และที่ระยะเวลาในการฉีดทุก ๆ 3 นาที ให้ค่า COP เท่ากับ 6.08 สูงที่สุด ในกรณีที่รถยนต์อยู่กับที่แต่มีลมภายนอกไหลผ่านที่ระดับความเร็ว 5 m/s และเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มีการพ่นละอองน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.6

มาวิช สงวนตระกูล และ จีระศักดิ์ อุปวงค์ (2554 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องเครื่องล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ เพื่อหาสมรรถนะของเครื่อง และออกแบบสร้างให้มีขนาด กว้างxยาวxสูง : 45x5x90 cm ในการทดลองล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ จำนวนรถยนต์ 9 คัน แบ่งการล้างออกเป็น 3 ชุด ชุดที่ 1 ใช้แรงดันลม 4 bar ชุดที่ 2 ใช้แรงดันลม 5 bar และชุดที่ 3 ใช้แรงดันลม 6 bar โดยการเก็บข้อมูลของรถแต่ละคันจะทำการล้างคันละ 1 ครั้ง แล้ววัดอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากช่องลม ก่อนและหลังการล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ วัดอุณหภูมิและความเร็วลม ครั้งละ 3 นาที โดยปรับความเร็วพัดลมที่ระดับสูงสุดและปรับอุณหภูมิที่ระดับต่ำสุด โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความเร็วลม พบว่าเมื่อนำค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความเร็วลม หลังการล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ ที่แรงดันลม 4 bar, 5 bar และ 6 bar ล้างด้วยแรงดันลมที่ 4 bar ค่าเฉลี่ยความเร็วลม 9 m/s อุณหภูมิ 3.5°C ล้างด้วยแรงดันลมที่ 5 bar ค่าเฉลี่ยความเร็วลม 9.5 m/s อุณหภูมิ 3.1°C และล้างด้วยแรงดันลมที่ 6 bar ค่าเฉลี่ยความเร็วลม 9.7 m/s อุณหภูมิ 2.7°C เปรียบเทียบกับชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน จะเห็นได้ว่า เมื่อล้างด้วยแรงดันลมที่ 6 bar อุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากช่องลมมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานมากกว่าการล้างด้วยแรงดัน 4 bar และ 5 bar ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ที่แรงดัน 6 bar มีความเหมาะสมในการทำงานสะอาดชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์

จิรวัตน์ กรุณา (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพระบบปรับอากาศรถยนต์ ในกรณีอีวาพอเรเตอร์อุดตัน โดยใช้แผนภาพมอลเลียร์ ซึ่งการทดสอบการอุดตันของอีวาพอเรเตอร์นี้ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับการอุดตันน้อยกว่า 25%, 50%, 75% และมากกว่า 75% ที่ระดับความเร็วรอบคอมเพรสเซอร์ 800 rpm, 1,500 rpm และ 2,000 rpm ผลจากการทดสอบพบว่าที่ระดับการอุดตันของอีวาพอเรเตอร์เพิ่มขึ้นและที่ระดับความเร็วรอบคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพระบบปรับอากาศรถยนต์ลดลงตามระดับการอุดตันของอีวาพอเรเตอร์

ศิริพล ทองอ่อน และพิเชษฐ์ บุญญาลัย (2559 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศรถยนต์แบบปกติ และระบบปรับอากาศ

รถยนต์แบบติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ผลการวิจัยระบบปรับอากาศรถยนต์แบบติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้อุณหภูมิสารทำความเย็นที่ออกจากอุปกรณ์ลดลงเฉลี่ย 1.6 องศาเซลเซียส ที่ความยาวท่อ 1.2 เมตร และที่ความยาวท่อ 1.6 เมตร อุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 1.8 องศาเซลเซียส ทำให้อุณหภูมิที่เข้าอีวาพอเรเตอร์ลดลง จึงทำให้อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.68% ที่ความยาวท่อ 1.2 เมตร และ 22.24% ที่ความยาว 1.6 เมตร อีกทั้งยังรวมไปถึงสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.69% ที่ความยาวท่อ 1.2 เมตร และ 22.4% ที่ความยาว 1.6 เมตร โดยมีปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศรถยนต์ คือ การทำให้สารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิลดลงเพื่อดึงความร้อนออกจากห้องโดยสารผ่านอีวาพอเรเตอร์ได้สูงขึ้น

Goswami, Mathur Kulkami (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการนำระบบการระเหยของน้ำ (Evaporative Cooling System) มาใช้กับเครื่องปรับอากาศแบบความร้อน ด้วยอากาศขนาด 2.5 tonR (8.8kW) เพื่อลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ โดยการใช้วัสดุตัวกลางที่มีน้ำไหลผ่านติดตั้งไว้ในด้านที่อากาศเข้าคอนเดนเซอร์ ณ เมือง Gainesville ในรัฐ Florida พบว่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีระบบการระเหยของน้ำ โดยเฉลี่ยลดลงจาก 3.0 kW เป็น 2.4 kW หรือคิดเป็น 20% และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานงาน (EER) โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 9 เป็น 11 หรือคิดประมาณ 22% เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบที่มีระบบการระเหยของน้ำ และพลังงานที่ประหยัดได้สามารถชดเชยค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปได้ภายในระยะเวลาน้อยกว่า 2 ปี

EPS (Environmental Process Systems Limited) (2541 : บทคัดย่อ) ได้คิดค้นระบบ EcoMESH โดยมีหลักการ Evaporative Cooling ซึ่งจะลดอุณหภูมิอากาศขาเข้าระบบปรับอากาศ โดยให้น้ำเย็นไหลผ่าน Mesh ที่เป็นลักษณะโครงตาข่าย แล้วนำไปติดตั้งทางเข้าของอากาศของ Condenser ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพที่แลกเปลี่ยนความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ ซึ่งสามารถลดพลังงานที่ใช้ในช่วงการใช้พลังงานสูงสุดได้ถึง 17%

Manohar Prasad (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการใช้ Evaporative Condenser สำหรับการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศแบบ Split Type โดยเรียกว่าระบบ Hybrid Split Air-Condition โดยจากการทดลองพบว่าสามารถลด Head Pressure จาก 21 bar ลงเหลือ 15 bar ดังนั้นจะช่วยยืดอายุการใช้งานของ Compressor และจากการเปรียบเทียบระบบปรับอากาศแบบ Split Type โดยทั่วไปกับระบบ Hybrid Split Air-Condition พบว่าสามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 15%

2.9.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

เฉลียว ขอจิตต์ (2552 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น 2) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น 3) เพื่อหาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ทดลองใช้เครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อ

การผลิตลูกชิ้นในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 10 ราย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม จำนวน 3 ชุด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความต้องการจำเป็นในการพัฒนาเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านคุณสมบัติในการทำงานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น รองลงมา ด้านกายภาพของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น และด้านสภาพการทำงานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น

2. ออกแบบและสร้างเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น ได้ออกแบบตรงความต้องการจำเป็นของผู้ประกอบการโรงงานลูกชิ้นในจังหวัดกำแพงเพชร โดยผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลความต้องการจำเป็นจากผู้ประกอบการ ทำให้ทราบความต้องการของผู้ประกอบการที่ต้องการให้มีเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้นที่มีคุณลักษณะทั้ง 3 ด้าน

3. ประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านคุณสมบัติในการปฏิบัติงาน รองลงมาด้านสภาพการทำงาน ด้านคุณสมบัติทางกายภาพ และด้านการผลิตและการประกอบเครื่อง เมื่อทดลองการตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น เปรียบเทียบโดยคนตัดชิ้นเนื้อและใช้เครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น จำนวน 5 ครั้ง คนสามารถตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้นได้โดยเฉลี่ย 56.40 กก./5 นาที การตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้นโดยเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น จำนวน 5 ครั้ง เครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น ได้โดยเฉลี่ย 331.80 กก./5 นาที จากการศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อการผลิตลูกชิ้น เมื่อเปรียบเทียบการทำงานแล้วพบว่าเครื่องสามารถตัดชิ้นเนื้อได้มากกว่าคนเป็น 5.9 เท่า คิดเป็นร้อยละ 5.88.30

4. ความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านกายภาพของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น รองลงมา ด้านสภาพการทำงานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้นและด้านคุณสมบัติในการทำงานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น

ขนบ เพชรช้อน (2553 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำวิชางานทดลองเครื่องกล การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้ชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนจากการสอนโดยใช้ชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักศึกษาแผนกวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคยะลา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 3101-2003 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับชั้น ปวส. 2/1 จำนวน 17 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้วิธีการจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ วิชางานทดลองเครื่องกล รหัสวิชา 3101-2003

ชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ

ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำมีคุณภาพในด้านการออกแบบชุดทดลองโดยภาพรวม อยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.02) ด้านการสร้างชุดทดลอง โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.11) ด้านการใช้งานชุดทดลองโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.11) และด้านเอกสารประกอบการทดลอง โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.12) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนจากการสอน โดยใช้ชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำในทุกเรื่องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.16)

สมพงษ์ สุขอู๊ด (2553 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ใช้เครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็กในตำบลวังทอง อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 10 ราย ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม จำนวน 3 ชุด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า

1. จากการศึกษารูปแบบที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านวัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก รองลงมาด้านความสามารถในการทำงานของเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก และด้านระบบขับเคลื่อนย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก

2. การพัฒนาเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก โดยการออกแบบและสร้างเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็กและตรงความต้องการจำเป็นของเกษตรกร

3. ประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็กมีอัตราการย่อยเฉลี่ย 39.08 กิโลกรัม/ชั่วโมง เมื่อทดลองย่อยวัชพืชเปรียบเทียบโดยใช้แรงงานคนและใช้เครื่องย่อยอเนกประสงค์ คนสามารถย่อยวัชพืชได้โดยเฉลี่ย 14.04 กิโลกรัม/ชั่วโมง จากการศึกษาหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็กเมื่อเทียบการทำงานแล้วพบว่าเครื่องสามารถย่อยวัชพืชได้มากกว่าคนเป็น 2.8 เท่า

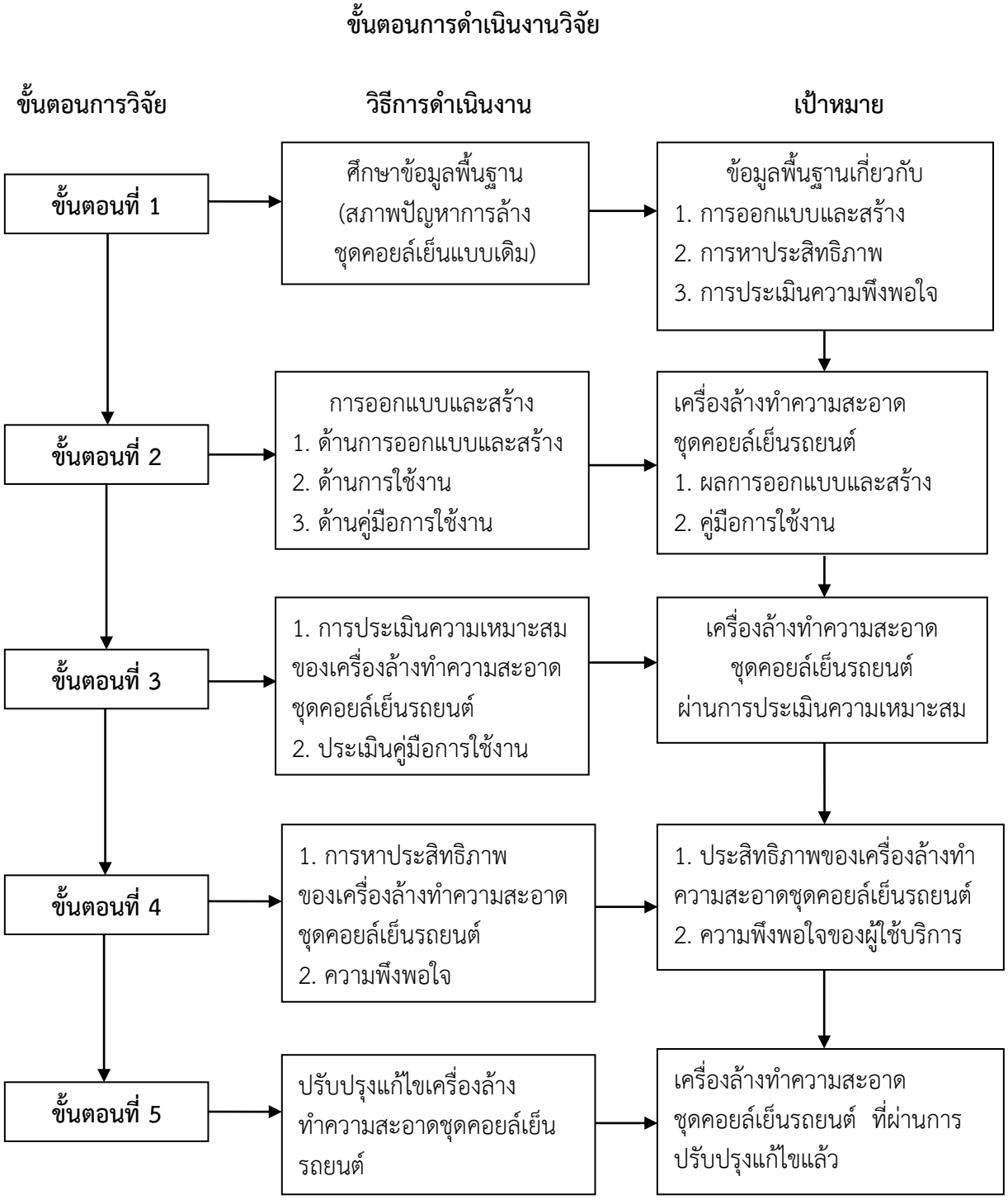
4. ความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านสภาพการทำงานของเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก รองลงมา คุณสมบัติในการทำงานของเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็กและด้านกายภาพเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก

สรุปเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล หลักการเบื้องต้นของการปรับอากาศ หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศรถยนต์ การล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ เครื่องล้างทำความสะอาด

คอยล์เย็นรถยนต์ทั่วไป รวมทั้งโครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ประกอบด้วยปั๊มแรงดันต่ำแบบลูกสูบชัก เกจวัดแรงดัน กล้อง Snake Scope จอมอนิเตอร์ กล่องแปลงสัญญาณ หัวฉีดควบคุมแรงดันต่ำ มินิบอลวาล์ว เครื่องวัดความเร็วและตรวจจับอุณหภูมิ และน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น โดยได้นำมาเป็นส่วนประกอบเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

จากผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพหรือเพิ่มสมรรถนะเครื่องปรับอากาศรถยนต์ โดยการออกแบบ ปรับปรุงระบบปรับอากาศ รวมทั้งควบคุมพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปรับอากาศ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มสมรรถนะเครื่องปรับอากาศได้ เช่น การควบคุมระบบปรับอากาศ การปรับและควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ การควบคุมการหมุนเวียนของอากาศทำให้อากาศบริสุทธิ์ การบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบปรับอากาศรถยนต์ ซึ่งจะทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มสมรรถนะเครื่องปรับอากาศรถยนต์ การประหยัดพลังงาน ค่าใช้จ่าย และแรงงานในการบำรุงรักษาได้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำไปสู่การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป หลังจากนั้นได้จัดให้มีการประเมินคุณภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ ทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข และหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังแผนภูมินี้



ภาพที่ 2.38 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้าง และหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เปรียบเทียบก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้ คือ

3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
3.2 การออกแบบโครงสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์
3.3 การสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์
3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
3.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ในการวางแผนการปฏิบัติงานนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย จากหนังสือ ตำรา สื่อสิ่งพิมพ์ เว็บไซด์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล หลักการเบื้องต้นของการปรับอากาศ หลักการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศรถยนต์ การล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ทั่วไป และโครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ การเพิ่มประสิทธิภาพ และการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศผ่านการควบคุมอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ การควบคุมการหมุนเวียนของอากาศ และการทำให้อากาศบริสุทธิ์ จากนั้นนำเข้าสู่การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

3.1.2 ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเครื่องกล ครูแผนกช่างยนต์ ร้านซ่อมแอร์รถยนต์ และช่างประจำศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ โดยการเขียนแบบร่าง กำหนดขนาดรูปร่างของตัวเครื่องคร่าว ๆ และกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เช่น ปั๊มน้ำแบบลูกสูบชัก เกจวัดแรงดัน กล้อง Snake Scope จอมอนิเตอร์ กล่องแปลงสัญญาณ หัวฉีดควบคุมแรงดันต่ำ วาล์วน้ำ เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ และน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่กล่าวมาข้างต้นช่วยตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำมาออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ต่อไป

3.2 การออกแบบโครงสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ขั้นตอนการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาสภาพปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เนื่องจากผู้วิจัยเคยศึกษาและได้ทดลองสร้างเครื่องล้างตู้แอร์รถยนต์มาก่อนแล้ว และได้พบปัญหาหลาย ๆ อย่างจากการทดลองใช้งานเครื่องต้นแบบจึงได้นำปัญหาต่าง ๆ ที่ได้จากการใช้งานเครื่องนี้ มาขอคำปรึกษาและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเครื่องกล ครูแผนกช่างยนต์ ร้านซ่อมแอร์รถยนต์ และช่างที่มีประสบการณ์ในการให้บริการงานซ่อมแอร์รถยนต์ เพื่อขอคำแนะนำเพิ่มเติม และนำข้อมูลที่ได้มาทำการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข เพื่อออกแบบสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้ดียิ่งขึ้นต่อไป ดังภาพที่ 3.1

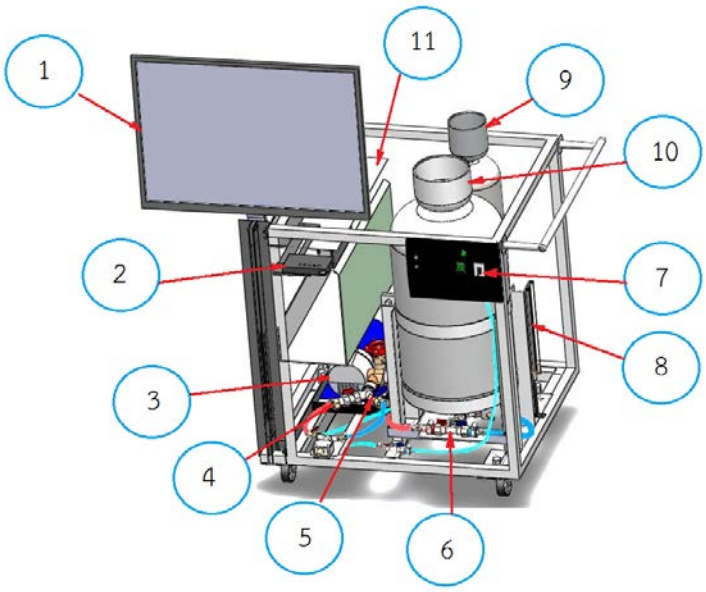
ภาพที่ 3.1 เครื่องล้างตู้แอร์รถยนต์ (ต้นแบบ)

3.2.2 เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นแล้วก็นำมาออกแบบและเขียนแบบ รูปร่าง ลักษณะ และกำหนดขนาด ตำแหน่งการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นก่อนนำไปสร้างจริง

3.2.3 ออกแบบโครงสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยยึดหลักการออกแบบ คือ มีความแข็งแรงทนทาน ใช้งานได้ง่าย วัสดุอุปกรณ์หาง่ายภายในประเทศ โครงสร้างไม่สลับซับซ้อน มีราคาต้นทุนในการผลิตต่ำและมีความปลอดภัยในการใช้งานสูง

3.2.4 จัดซื้อและจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ในการสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เช่น ปั๊มแรงดันต่ำ หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำ วาล์วน้ำ สวิตช์ควบคุมการทำงาน จอมอนิเตอร์ กล่องแปลงสัญญาณ และกล้อง Snake Scope

3.2.5 โครงสร้างส่วนประกอบโดยรวมของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

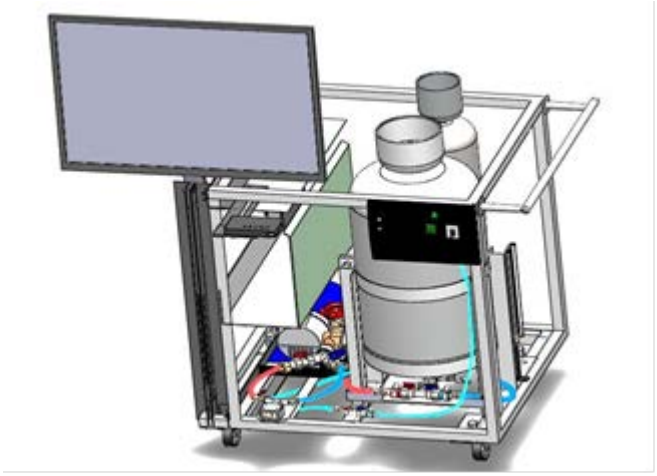
1. จอมอนิเตอร์
2. กล่องแปลงสัญญาณ
3. ปั๊มน้ำแรงดันต่ำ
4. วาล์วน้ำสายหัวฉีด
5. วาล์วน้ำไหลกลับถัง
6. วาล์วปล่อยน้ำเข้าปั๊มแรงดันต่ำ
7. สวิตช์ควบการทำงานเปิด-ปิดเครื่อง
8. เกจวัดระดับน้ำ
9. ถังบรรจุน้ำยาล้างแผงคอยล์เย็นขนาด 4.5 ลิตร
10. ถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดขนาด 35 ลิตร
11. ชั้นวางเครื่องมือ

3.3 การสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.3.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

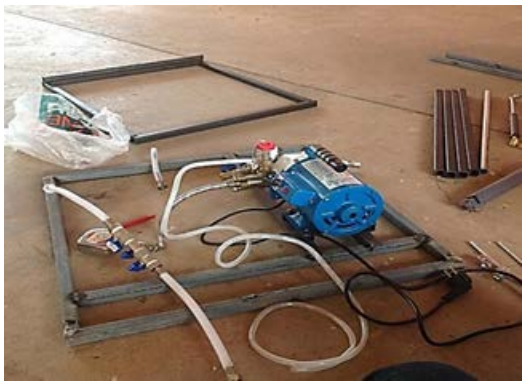
ผู้วิจัยได้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และเริ่มดำเนินการสร้างเครื่องนี้ขึ้นตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1.1 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ตัวเครื่องมีขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 58.5 x 59 x 70 เซนติเมตร มีถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นขนาด 35 ลิตร และถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นขนาด 4.5 ลิตร ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แบบโครงสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.3.1.2 แท่นยึดปั๊มน้ำแรงดันต่ำ ใช้เหล็กฉากหนาขนาด 2 มิลลิเมตร วัดขนาดความยาวได้ 50 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน จากนั้นเจาะรูยึดปั๊มน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร วัดขนาดความกว้างเหล็กคานด้านข้างมีความยาว 54 เซนติเมตร เหล็กยึดปั๊มน้ำชิ้นที่ 1 มีขนาด 14 เซนติเมตร และเหล็กแท่นยึดปั๊มน้ำชิ้นที่ 2 วัดระยะห่างจากเหล็กแท่นยึดชิ้นที่ 1 ให้มีระยะห่างเท่ากับ 9 เซนติเมตร จากนั้นทำการเชื่อมติดให้แน่น ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แท่นยึดปั๊มน้ำแรงดันต่ำ

3.3.1.3 แท่นจับยึดถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด และถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น ถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 30 เซนติเมตร มีความสูงเท่ากับ 55 เซนติเมตร และถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 15 เซนติเมตร และมีความสูงเท่ากับ 35 เซนติเมตร ใช้เหล็กแผ่นเรียบหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 4 เส้น สำหรับยึดถัง 2 ใบ โดยกำหนดขนาด กว้างxยาวx สูง เท่ากับ 30 x 20 x 45 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 30 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร และทำการเชื่อมยึดติดเข้าด้วยกัน ดังภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5 แท่นจับยึดถังบรรจุน้ำและถังบรรจุน้ำยา

3.3.1.4 ชุดพับเก็บจอมอนิเตอร์ ใช้เหล็กหนาขนาด 2 มิลลิเมตร ความกว้าง 2 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร จำนวนอย่างละ 2 ท่อน ทำการประกอบยึดกับเหล็กเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นเสาหลักของคานเลื่อน โดยนำมุมฉากของเหล็กด้านนอกประกอบเข้าด้วยกันทั้ง 2 ข้าง และมีแผ่นรองกั้นกลางขนาดความกว้าง 2 เซนติเมตร ความยาว 4 เซนติเมตร ใช้รองด้านปลายสุดของเหล็กฉากทั้ง 2 ด้าน เพื่อให้มีช่องว่างพอดีกับคานเลื่อน จากนั้นทำการจับยึดด้วยสกรูยึดติดให้แน่น และนำคานเลื่อนประกอบเหล็กเข้าด้วยกันทั้ง 2 ด้าน โดยใช้แผ่นรองสอดวางกั้นตรงกึ่งกลาง เพื่อให้มีช่องว่างประกอบเข้ากับเสาเลื่อนให้พอดี เพื่อให้จังหวะทำการเลื่อนขึ้นลงได้สะดวก และตัดเหล็กให้มีความยาวเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร เพื่อนำมายึดติดกับเหล็กคานเลื่อนทำเป็นปลอกรับเสาเลื่อนสำหรับจอมอนิเตอร์ จากนั้นใช้เหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เท่ากับ 1.5 เซนติเมตร มีความยาวเท่ากับ 30 เซนติเมตร นำมาทำเป็นเสาเลื่อนของจอมอนิเตอร์ แล้วนำมาประกอบเข้ากับเหล็กบานพับที่จอมอนิเตอร์ เมื่อเสร็จแล้วให้นำเหล็กเสาเลื่อนจอมอนิเตอร์มาประกอบเข้ากับปลอกรับเสาเลื่อนให้แน่น เมื่อทำการประกอบเสร็จแล้วให้ทำการทดสอบเลื่อนพับเก็บจอมอนิเตอร์ดูว่าสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกหรือไม่ ดังภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 ชุดพับเก็บจอมอนิเตอร์

3.3.1.5 ประกอบแท่นจับยึดถังบรรจุน้ำและประกอบถังบรรจุน้ำเข้ากับแท่นจับยึด โดยมีวิธีการติดตั้งดังต่อไปนี้ ดังภาพที่ 3.7

1) นำเหล็กแท่นยึดถังบรรจุน้ำประกอบเข้ากับฐานโครงสร้างหลัก โดยให้ปลอกจับยึดถังบรรจุน้ำอยู่ที่ตำแหน่งด้านหน้าสุด อยู่ระหว่างชุดสวิตช์เปิดการทำงานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

2) ยึดสกรูประกอบแท่นจับยึดถังบรรจุน้ำทุกตำแหน่ง ด้วยยึดสกรูขนาด 10 มิลลิเมตร จำนวน 6 ตัว

3) ประกอบถังบรรจุน้ำโดยให้ถังน้ำอยู่ในแนวตั้งฉากกับโครงสร้างหลัก และทำการวางถังลงไปที่แท่นจับยึดถัง จากนั้นทำการขันนอตยึดให้แน่น

3.3.1.6 ประกอบวาล์วน้ำทางด้านส่งออกไปยังปั๊มน้ำแรงดันต่ำเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น และประกอบชุดวาล์ว 3 ทาง เพื่อป้อนน้ำเข้าปั๊มโดยผ่านทางท่อสายยาง

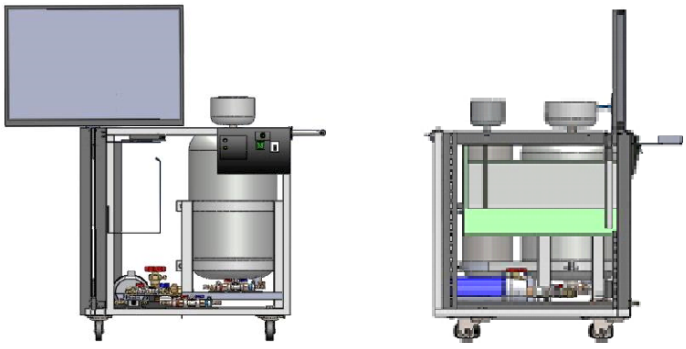
3.3.1.7 ประกอบปั๊มน้ำแรงดันต่ำ โดยยึดเข้ากับแท่นปั๊มน้ำและจะใช้ยางรองป้องกันแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานของปั๊มน้ำแรงดันต่ำ

3.3.1.8 ประกอบชุดวาล์วน้ำไหลกลับเข้ากับปั๊มน้ำแรงดันต่ำ แล้วต่อสายยางเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด

3.3.1.9 ประกอบกล่องแปลงสัญญาณ XGA to TV box เข้ากับจอมอนิเตอร์

3.3.1.10 ประกอบชั้นวางกล่องเครื่องมือเข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.3.1.11 ประกอบชุดวงจรไฟฟ้าเข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก.)



ภาพที่ 3.7 ภาพด้านหน้าและด้านข้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

เมื่อสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ และนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน แล้วจัดทำคู่มือการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ วิธีการใช้งาน ข้อควรระวัง และการบำรุงรักษา

3.3.1.11 ผู้วิจัยได้นำเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ไปทดลองล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ ให้ผู้เชี่ยวชาญ ครูแผนกช่างยนต์ ช่างประจำศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ และให้ช่วยประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเบื้องต้น พร้อมทั้งขอคำแนะนำ และนำผลที่ได้จากการประเมินมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามคำแนะนำต่อไป

3.3.1.12 เมื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จากการประเมิน และตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ก็จะได้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์และคู่มือการใช้งานที่มีประสิทธิภาพที่ดี

3.3.2 การสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินขึ้นตามวิธีการของลิเคิร์ท (Likert) และศึกษาการสร้างแบบประเมินจากหนังสือการวิจัยเบื้องต้นของ บุญชม ศรีสะอาด มีลำดับการสร้างดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 66 - 74)

3.3.2.1 ศึกษาหลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จากเอกสาร ตำรา บทความวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

3.3.2.2 สร้างแบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของ ลิเคิร์ท (Likert) โดยกำหนดระดับคะแนนของประสิทธิภาพเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การแปลความหมายดังต่อไปนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก
ระดับ 3 หมายถึง มีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อย
ระดับ 1 หมายถึง มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยมาก

เกณฑ์การแปลค่าระดับ

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับน้อยที่สุด

3.3.2.3 นำแบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วจำนวน 20 ข้อ เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตลอดจนภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมชัดเจนของเนื้อหาที่ใช้ เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และค่าสถิติต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย

1) รศ.บรรจบ อรชร อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2) ผศ.ดร.อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3) ดร.สมภพ ปัญญาสมพรรค์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3.3.2.4 นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับ ครูผู้สอนในสาขาวิชาช่างยนต์ และช่างประจำศูนย์บริการรถยนต์ ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 10 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสม และถือเกณฑ์ความเหมาะสม ตั้งแต่ 0.05 ถึง 1.00 โดยพิจารณาความสอดคล้องเป็นดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงตามเนื้อหาที่ระบุไว้

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงตามเนื้อหาที่ระบุไว้

ให้ 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ได้วัดตรงตามเนื้อหาที่ระบุไว้

ปรากฏว่า ค่า IOC ของแบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94

3.3.2.5 นำแบบประเมินมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2.6 จัดพิมพ์แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานฉบับจริง เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามวิธีการของลิเคิร์ท (Likert) และศึกษาการสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากหนังสือการวิจัยเบื้องต้นของ บุญชม ศรีสะอาด มีลำดับการสร้างดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 68 - 76)

3.3.3.1 ศึกษาเอกสาร ข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจต่าง ๆ เพื่อกำหนดกรอบของการวัดความพึงพอใจ

3.3.3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของ ลิเคิร์ท (Likert) โดยกำหนดระดับคะแนนของความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การแปลความหมายดังต่อไปนี้

ระดับคะแนนความพึงพอใจ 5 หมายถึง พอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับคะแนนความพึงพอใจ 4 หมายถึง พอใจอยู่ในระดับมาก

ระดับคะแนนความพึงพอใจ 3 หมายถึง พอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับคะแนนความพึงพอใจ 2 หมายถึง พอใจอยู่ในระดับน้อย

ระดับคะแนนความพึงพอใจ 1 หมายถึง พอใจอยู่ในระดับน้อยมาก

เกณฑ์การแปลค่าระดับ

ความพึงพอใจมากที่สุด	มีค่าเฉลี่ย	4.51-5.00
ความพึงพอใจมาก	มีค่าเฉลี่ย	3.51-4.50
ความพึงพอใจปานกลาง	มีค่าเฉลี่ย	2.51-3.50

ความพึงพอใจน้อย มีค่าเฉลี่ย 1.51-2.50
ความพึงพอใจน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย 1.00-1.50

3.3.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วจำนวน 15 ข้อ เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับข้อ 3.3.2.3 เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของข้อคำถาม และประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหาของแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้ใช้บริการมีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้สูตร IOC

3.3.3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้ (Try Out) กับครูผู้สอนในสาขาวิชาช่างยนต์ และช่างประจำศูนย์บริการรถยนต์ ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 10 คน และนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ที่เรียนในรายวิชางานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 2101-2103 ในปีการศึกษา 2559 จำนวน 10 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเหมาะสมและถือเกณฑ์ความเหมาะสม ตั้งแต่ 0.05 ถึง 1.00 โดยพิจารณาความสอดคล้องเป็นดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงตามเนื้อหาที่ระบุไว้
ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงตามเนื้อหาที่ระบุไว้
ให้ 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ได้วัดตรงตามเนื้อหาที่ระบุไว้

ปรากฏว่า ค่า IOC ของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.96

3.3.3.5 จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการทำวิจัย เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทดลองดังนี้

3.4.1 แบบบันทึกข้อมูลการทดลองเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

แบบบันทึกข้อมูลการทดลอง มีวัตถุประสงค์ในการหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยเปรียบเทียบการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 9 คัน โดยล้างด้วยแรงดันน้ำที่แตกต่างกัน กำหนดแรงดันน้ำที่ใช้ในการทดลองที่ 5 bar 15 bar และ 30 bar ตามลำดับ

3.4.1.1 ตารางแสดงผลอุณหภูมิและความเร็วลม

ตารางแสดงผลอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลัง ทำการล้างชุดคอยล์เย็นในระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำที่แตกต่างกัน โดยกำหนดแรงดันน้ำที่ 5 bar 15 bar และ 30 bar ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยแรงดันน้ำที่แตกต่างกันทุก ๆ 3 คัน รวมทั้งหมด 9 คัน ขนาดของคอยล์เย็นมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 5 x 22 x 35

เซนติเมตร เวลาที่ใช้วัดอุณหภูมิและความเร็วลม ก่อนและหลังการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมใช้ระยะเวลา 3 นาที

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงผลอุณหภูมิและความเร็วลม

รถยนต์ 3 คัน	อุณหภูมิที่ออกจากช่องลม (°C)		ความเร็วลมที่ออกจากช่องลม (m/s)		เวลาที่ใช้ในการล้าง (นาที)
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
คันที่ 1					
คันที่ 2					
คันที่ 3					
ค่าเฉลี่ย					

3.4.2 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

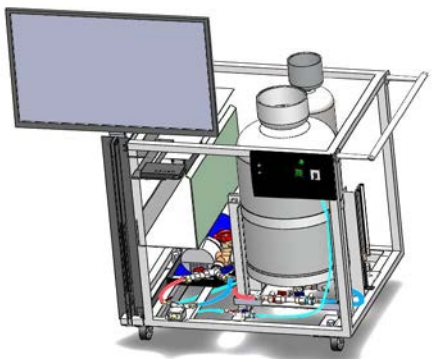
1) ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

2) ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน

3) ตอนที่ 3 คำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.4.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองทำการวิจัย

3.4.3.1 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีถังบรรจุน้ำสะอาดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นขนาด 35 ลิตร และถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นขนาด 4 ลิตร สามารถใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์แบบไม่ต้องถอด ใช้เวลาในการล้างทำความสะอาดประมาณ 1 ชั่วโมง ต่อ 1 คัน ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.4.3.2 ปั๊มน้ำ (Water Pump) ใช้สำหรับสูบและอัดส่งน้ำ หรือของเหลวจากถังน้ำและถังน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นส่งไปยังหัวฉีดน้ำแรงดันต่ำ มีแรงดันน้ำอยู่ที่ 35 บาร์ เพื่อฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ 3.9

ภาพที่ 3.9 ปั๊มน้ำ

3.4.3.3 เกจวัดแรงดันน้ำ (Pressure Gauge) ใช้สำหรับวัดค่าแรงดันน้ำที่ใช้ทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นที่มีแรงดันน้ำที่แตกต่างกัน โดยกำหนดค่าแรงดันน้ำในการทดสอบไว้ที่ 5 bar 15 bar และ 30 bar ดังภาพที่ 3.10

ภาพที่ 3.10 เกจวัดแรงดันน้ำ

3.4.3.4 กล้อง Snake Scope ใช้สำหรับตรวจสอบงานในพื้นที่แคบ ๆ เข้าถึงได้ยาก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์เท่ากับ 2 - 4 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 1- 3 เมตร สามารถปรับโค้งงอที่ปลายกล้องได้ และมีไฟแสงสว่างติดตั้งอยู่ที่ปลายกล้องใช้สำหรับส่องตรวจสภาพในพื้นที่แคบที่เข้าถึงได้ยาก หรือ อาจเป็นกล้องที่ใช้สำหรับตรวจสอบภายในเครื่องยนต์ หรือ ตรวจสอบอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและตรวจสอบงานในท่อ ดังภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.11 กล้อง Snake Scope

3.4.3.5 หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำ ใช้สำหรับฉีดน้ำสะอาดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และใช้สำหรับฉีดน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น สามารถปรับที่หัวฉีดให้เป็นแบบพุ่งตรงหรือปรับให้เป็นฝอยละอองแบบหยาบหรือละเอียดได้ ดังภาพที่ 3.12

ภาพที่ 3.12 หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำ

3.4.3.6 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ รุ่น DA 40 เพื่อใช้ในการวัดค่าความเร็วลมและอุณหภูมิภายในห้องโดยสารรถยนต์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ 3.13

ภาพที่ 3.13 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ รุ่น DA 40

3.4.3.7 นาฬิกาจับเวลายี่ห้อ CASIO ใช้ในการจับเวลาในการทดลองล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ 3.14

ภาพที่ 3.14 นาฬิกาจับเวลายี่ห้อ CASIO

3.4.3.8 น้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น Coilcare II ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15 น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 การทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO ด้วยแรงดันน้ำที่กำหนดไว้ ให้มีแรงดันแตกต่างกัน คือ 5 bar 15 bar และ 30 bar โดยทำการล้างด้วยแรงดันน้ำ 5 bar จำนวนรถยนต์ 3 คัน ล้างด้วยแรงดันน้ำ 15 bar จำนวนรถยนต์ 3 คัน และทำการล้างด้วยแรงดันน้ำ 30 bar อีกจำนวน 3 คัน รวมทั้งหมดที่ใช้รถยนต์ในการทดลองครั้งนี้ จำนวน 9 คัน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.5.1.1 ขั้นตอนที่ 1

ทำการวัดอุณหภูมิและวัดความเร็วลมภายนอกรถยนต์ แล้วทำการเก็บผลที่ได้ นำค่าที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสาร ก่อนทำการล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ 3.16

ภาพที่ 3.16 วัดอุณหภูมิและความเร็วลมภายนอกห้องโดยสารรถยนต์

3.5.1.2 ขั้นตอนที่ 2

ทำการตรวจวัดอุณหภูมิและความเร็วลมในแต่ละตำแหน่งของพัดลมที่ความเร็ว 1-4 Speed และทำการบันทึกค่าเอาไว้ก่อนทำการล้างชุดคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อนำค่าที่วัดได้ก่อนทำการล้างไปเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพกับค่าที่วัดได้หลังจากทำการล้างด้วยเครื่องนี้แล้ว ดังภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสาร

3.5.1.3 ขั้นตอนที่ 3

ทำการถอดชุดคอนโซลด้านหน้ารถยนต์ตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับออกเพื่อทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ดังภาพที่ 3.18

ภาพที่ 3.18 ถอดชุดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับออก

3.5.1.4 ขั้นตอนที่ 4

หลังจากทำการถอดชุดคอนโซลออกเรียบร้อยแล้ว ให้ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกมาไว้ด้านนอกด้วย เพื่อให้มีพื้นที่ในการปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกและสามารถมองเห็นชุดคอยล์เย็นได้อย่างชัดเจน ดังภาพที่ 3.19

ภาพที่ 3.19 ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกจากคอนโซลหน้ารถยนต์

3.5.1.5 ขั้นตอนที่ 5

ถอดเทอร์โมสตัตออกจากชุดคอยล์เย็น เพื่อให้มีช่องในการตรวจสอบและใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ 3.20

ภาพที่ 3.20 ถอดเทอร์โมสตัตออกจากชุดคอยล์เย็น

3.5.1.6 ขั้นตอนที่ 6

ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบสภาพภายในชุดคอยล์เย็น เพื่อทำการประเมินก่อนว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใดภายในชุดคอยล์เย็น ก่อนที่จะทำการล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ 3.21 และ 3.22

ภาพที่ 3.21 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง

ภาพที่ 3.22 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างด้วยกล้อง Snake Scope

3.5.1.7 ขั้นตอนที่ 7

ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ขั้นตอนนี้จะใช้แรงดันน้ำในการทดลองที่แตกต่างกัน คือ 5 bar 15 bar และ 30 bar โดยใช้น้ำสะอาดฉีดล้างคราบโคลนและสิ่งสกปรกที่ติดฝังแน่นอยู่ที่คอยล์เย็นให้เกิดการอ่อนตัวก่อน เสร็จแล้วใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นฉีดซ้ำเข้าไปอีกครั้ง และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้น้ำยาไปขจัดคราบสิ่งสกปรกออกจากคอยล์เย็นให้หมด ดังภาพที่ 3.23 และ 3.24

ภาพที่ 3.23 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ 3.24 ใช้น้ำยาฉีดล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นและทำการตรวจสอบ
ด้วยกล้อง Snake Scope ผ่านจอมอนิเตอร์

3.5.1.8 ขั้นตอนที่ 8

เมื่อฉีดน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้น้ำยาได้ขจัดคราบสิ่งสกปรกออกจากชุดคอยล์เย็นดีแล้วก็ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำสะอาดล้างคราบน้ำยาและคราบสกปรกให้หลุดออกจากคอยล์เย็นจนหมด ขั้นตอนนี้จะใช้แรงดันน้ำในการทดลองที่แตกต่างกัน คือ 5 bar 15 bar และ 30 bar จากนั้นใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นอีกครั้งว่าสะอาดพอหรือยัง ถ้ายังมีคราบสิ่งสกปรกหลงเหลืออยู่ก็สามารถล้างทำความสะอาดซ้ำอีกได้ตามขั้นตอนเดิม ถ้าสะอาดดีแล้วก็ใช้ลมเป่าชุดคอยล์เย็นให้แห้ง แล้วทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าไปเหมือนเดิม ดังภาพที่ 3.25 และ 3.26

ภาพที่ 3.25 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและใช้กล้อง
Snake Scope ตรวจสอบอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์

ภาพที่ 3.26 ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้ง
ผ่านจอมอนิเตอร์ ก่อนทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าที่เดิม

3.5.1.9 ขั้นตอนที่ 9

ประกอบสวิตช์เทอร์โมสตัตเข้ากับชุดคอยล์เย็น แล้วทำการประกอบลิ้นชักที่เก็บของเข้ากับชุดคอนโซลหน้ารถยนต์และทำการตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง ดังภาพที่ 3.27

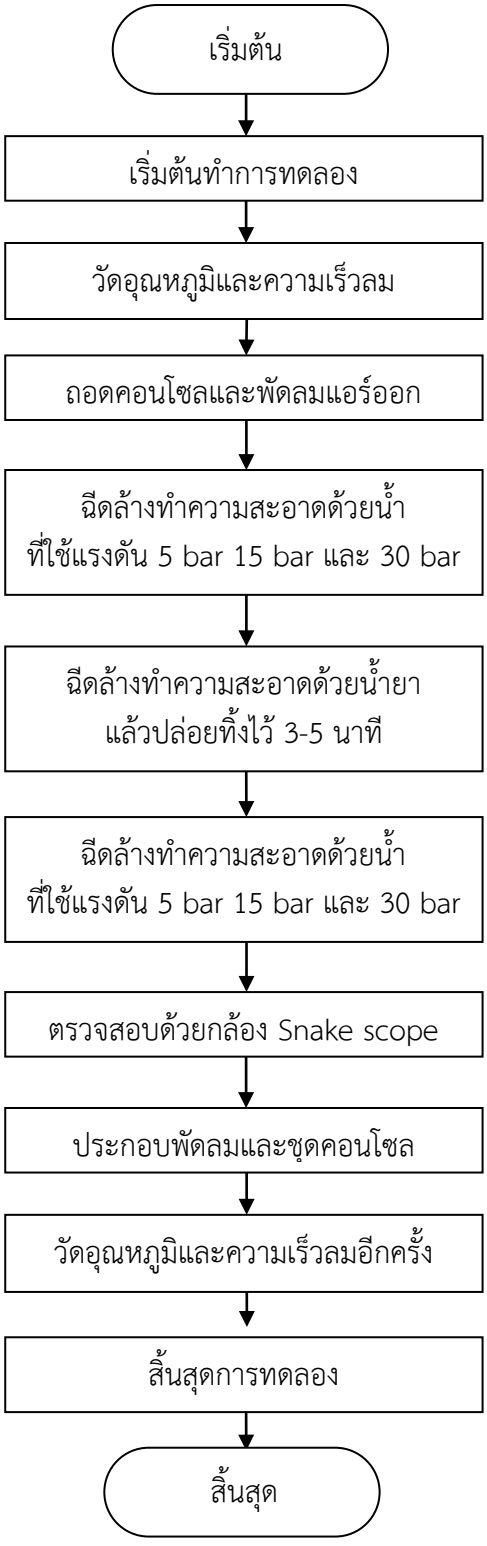
ภาพที่ 3.27 ประกอบสวิตช์เทอร์โมสตัตและลิ้นชักที่เก็บของในตำแหน่งเดิม

3.5.1.10 ขั้นตอนที่ 10

เก็บผลการทดลองจากการตรวจวัดอุณหภูมิและความเร็วลมในแต่ละตำแหน่งของพัดลม ที่ความเร็ว 1-4 Speed และทำการบันทึกค่าหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อนำค่าที่วัดได้หลังทำการล้างไปเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพกับค่าที่วัดได้ก่อนทำการล้าง ดังภาพที่ 3.28

ภาพที่ 3.28 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสาร
หลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.5.11 แผนภูมิขั้นตอนการทดลอง



ภาพที่ 3.29 แผนภูมิขั้นตอนการทดลอง

3.5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านคุณภาพของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ คือ

3.5.2.1 จัดทำบันทึกข้อความเสนอต่อผู้บริหารวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย เพื่อออกหนังสือเรียนเชิญกลุ่มตัวอย่างที่ได้เลือกไว้ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเพื่อหาคุณภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 9 คน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ.)

3.5.2.2 ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.5.2.2 นำแบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean, $\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.)

3.5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านความพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.5.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ

1) ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอนเกี่ยวกับสาขาวิชาช่างยนต์ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 37 คน

2) ช่างประจำศูนย์บริการรถยนต์ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 85 คน

3) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ที่เรียนในรายวิชางานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 2101-2103 ในปีการศึกษา 2559 จำนวน 106 คน

3.5.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ

1) ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์ในการสอนเกี่ยวกับสาขาวิชาช่างยนต์ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 5 คน

2) ช่างประจำศูนย์บริการรถยนต์ในจังหวัดหนองคาย จำนวน 5 คน

3) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ที่เรียนในรายวิชางานปรับอากาศรถยนต์ รหัสวิชา 2101-2103 ในปีการศึกษา 2559 จำนวน 10 คน รวมทั้งหมด 20 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.5.3.3 ทำการทดสอบล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์กับรถยนต์ที่เข้ารับบริการ โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในการทดสอบครั้งนี้

3.5.3.4 หลังจากได้ทำการสอบล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้ผู้ใช้บริการดูจนครบทุกขั้นตอนแล้ว ก็ให้ผู้ใช้บริการทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.5.3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean, $\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจะดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ คือ

3.6.1 การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

การวิเคราะห์ข้อมูล ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การบรรยายประกอบความเรียงเกี่ยวกับโครงสร้างและลักษณะส่วนประกอบข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.6.2 การหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.6.2.1 แบบบันทึกข้อมูลการทดลองเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

3.6.2.2 แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้สูตรค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดการแปลผลคะแนนตามลำดับความพึงพอใจ 5 ระดับ โดยปรับปรุงจากเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของกลุ่มของบุญชม ศรีสะอาด (2545 : 66 - 74)) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 แปลว่า มีประสิทธิภาพในระดับน้อยมาก
การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์สถิติทางสังคมศาสตร์

3.6.3 ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้สูตรค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดการแปลผลคะแนนตามลำดับความพึงพอใจ 5 ระดับ โดยปรับปรุงจากเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ของบุญชม ศรีสะอาด (2545 : 68-76) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 แปลว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 แปลว่า มีความพึงพอใจในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 แปลว่า มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 แปลว่า มีความพึงพอใจในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 แปลว่า มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด
การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์สถิติทางสังคมศาสตร์

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 การหาประสิทธิภาพ อ้างอิงใน (มาวิช สงวนตระกูล และจีระศักดิ์ อุปวงค์. 2554 : 36) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\eta = \left[\frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\overline{X}_1} \right] x100$$

เมื่อ $\overline{X}_1$ แทน อุณหภูมิและความเร็วลมก่อนล้างชุดคอยล์เย็น

$\overline{X}_2$ แทน อุณหภูมิและความเร็วลมหลังล้างชุดคอยล์เย็น

η แทน ประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ

3.7.2 ค่าร้อยละ (Percentage : P) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 104) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$P = \frac{f}{N} x100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามแต่ละกลุ่ม

N แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

3.7.3 ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เพื่อใช้แปลความหมายของข้อมูลต่างๆ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งกลุ่ม

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3.7.4 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) อ้างอิงใน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\left(\sum X\right)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนผู้ใช้บริการ

3.7.5 การทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับแบบสอบถาม (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2541 : 221) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับแบบสอบถาม

$\sum R$ แทน คะแนนรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

จากการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผลการดำเนินงาน ดังนี้

การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมทำจากเหล็กล่องขนาด 2.54 เซนติเมตร ตัวเครื่องมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 58.5 x 59 x 70 เซนติเมตร มีถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดขนาด 35 ลิตร และถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ขนาด 4.5 ลิตร ใช้ปั๊มน้ำแรงดันต่ำแบบสูบชัก รุ่น DQX jet cleaner อัตราการอัดฉีดน้ำประมาณ 2.9 ลิตรต่อนาที แรงดันคงที่และเสถียร ปั๊มมีแรงดันอยู่ที่ 35 บาร์ มีกล้อง Snake Scope แบบไม่มีสายใช้ร่วมกับจอมอนิเตอร์มีขนาดหน้าจอ กว้าง x ยาว เท่ากับ 33 x 54 เซนติเมตร สามารถใช้ในการตรวจสอบขั้นตอนการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 โครงสร้างส่วนประกอบเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

4.2.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้รถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP รถยนต์ประเภทกระบะ ในการทดลองครั้งนี้ จำนวน 9 คัน ทดสอบทำการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ครั้งละ 3 คัน จำนวน 3 ชุด รวมทั้งหมด 9 คัน โดยกำหนดแรงดันน้ำที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ไว้ที่ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และทำการบันทึกผลการทดลอง โดยใช้แบบบันทึกข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งการทดลองได้ทำการหาตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเร็วลมของระบบปรับอากาศรถยนต์ ได้แก่ น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ น้ำที่ใช้สำหรับล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และแรงดันน้ำที่ใช้ในการฉีดล้างของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และการตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

4.2.1.1 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังทำการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 5 บาร์ ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ (ดังตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลม ก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน ด้วยแรงดันน้ำ 5 บาร์

รถยนต์ 3 คัน	อุณหภูมิที่ออกจากช่องลม (°C)		ความเร็วลมที่ออกจากช่องลม (m/s)		เวลาที่ใช้ในการล้าง (นาที)
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
คันที่ 1	10.5	8.4	20.4	25.7	59
คันที่ 2	11.0	8.2	20.9	26.1	55
คันที่ 3	10.2	8.7	19.9	26.3	54
ค่าเฉลี่ย	10.6	8.4	20.4	26.0	56

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลองล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำที่ 5 บาร์ กับรถยนต์ทั้ง 3 คัน ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP รถยนต์ประเภทกระบะ พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิก่อนล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.6°C และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.4°C ค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.4 m/s และค่าเฉลี่ยความเร็วลมหลัง

ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.0 m/s และค่าเฉลี่ยเวลา ที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องนี้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56 นาที

4.2.1.2 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังทำการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 15 บาร์ ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ (ดังตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลม ก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน ด้วยแรงดันน้ำ 15 บาร์

รถยนต์ 3 คัน	อุณหภูมิที่ออกจากช่องลม (°C)		ความเร็วลมที่ออกจากช่องลม (m/s)		เวลาที่ใช้ในการล้าง (นาที)
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
คันที่ 1	10.9	7.3	20.4	28.3	53
คันที่ 2	10.4	7.6	20.7	29.2	50
คันที่ 3	11.2	7.2	19.9	28.9	49
ค่าเฉลี่ย	10.8	7.4	20.3	28.8	51

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำที่ 15 บาร์ กับรถยนต์ทั้ง 3 คัน ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP รถยนต์ประเภทกระบะ พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิก่อนล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.8°C และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.4°C ค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.3 m/s และค่าเฉลี่ยความเร็วลมหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.8 m/s และค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องนี้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51 นาที

4.2.1.3 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังทำการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 30 บาร์ ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ (ดังตารางที่ 4.3)

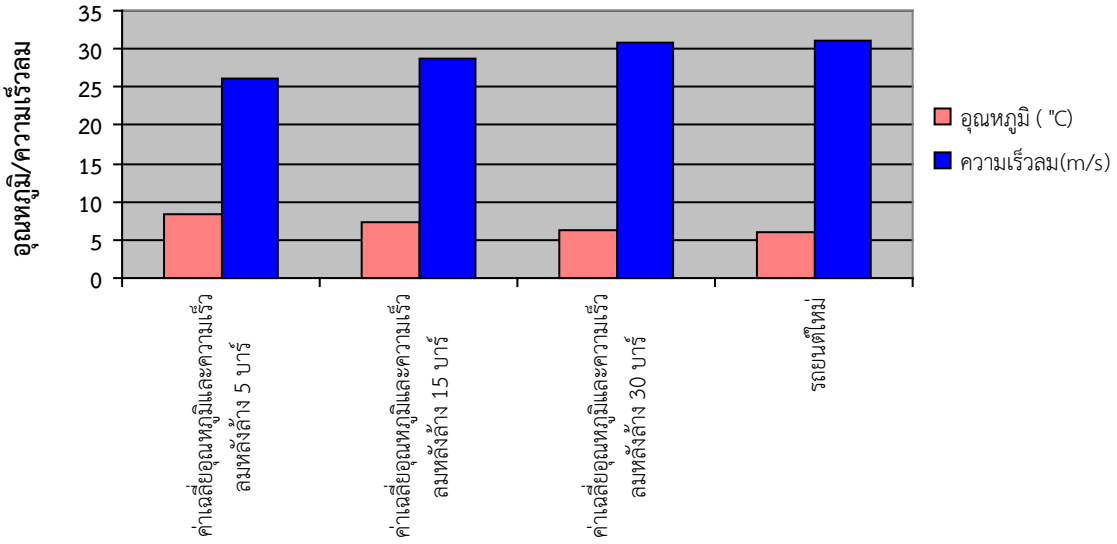
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลม ก่อนและหลังทำการล้าง ทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 3 คัน ด้วยแรงดันน้ำ 30 บาร์

รถยนต์ 3 คัน	อุณหภูมิที่ออกจากช่องลม (°C)		ความเร็วลมที่ออกจากช่องลม (m/s)		เวลาที่ใช้ในการล้าง (นาที)
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
คันที่ 1	10.3	6.1	18.4	30.8	49
คันที่ 2	10.1	6.5	20.2	30.7	46
คันที่ 3	11.3	6.4	20.9	30.8	45
ค่าเฉลี่ย	10.6	6.3	19.8	30.8	47

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดลองล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำที่ 30 บาร์ กับรถยนต์ทั้ง 3 คัน ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP รถยนต์ประเภทกระบะ พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิก่อนล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.6°C และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.3°C ค่าเฉลี่ยความเร็วลมก่อนล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.8 m/s และค่าเฉลี่ยความเร็วลมหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ตำแหน่งสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.8 m/s และค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องนี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47 นาที

4.2.1.4 การเปรียบเทียบผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เทียบกับแรงดันน้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาด ที่แรงดันน้ำ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากชุดอีวาพอเรเตอร์รถยนต์ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1) กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากชุดอีวาพอเรเตอร์ ในระบบปรับอากาศรถยนต์ใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน โดยทำการเปรียบเทียบกับอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากชุดอีวาพอเรเตอร์ ในระบบปรับอากาศรถยนต์ ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว และล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำในการทดลองที่แตกต่างกัน ที่แรงดันน้ำ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และนำผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมมาเปรียบเทียบกัน (ดังภาพที่ 4.2)

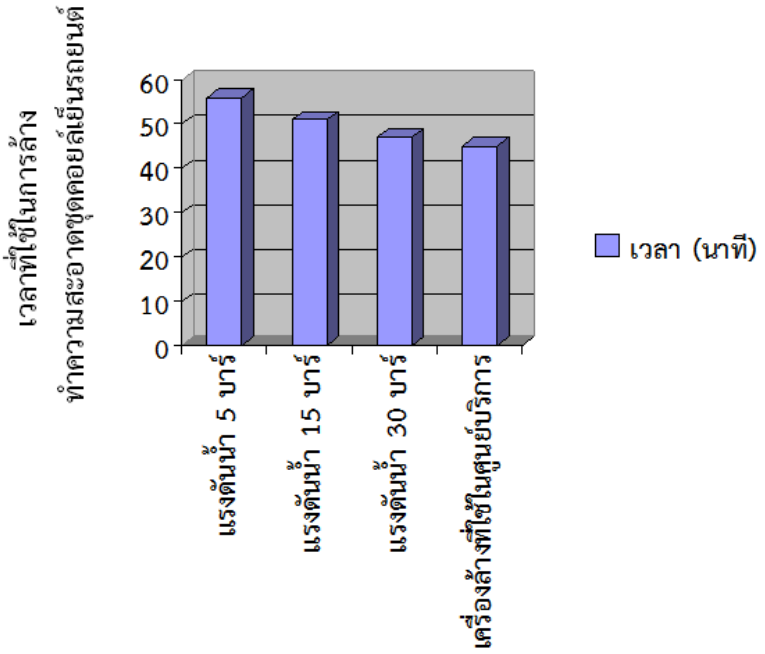


ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากชุดอีวาพอเรเตอร์ ในระบบปรับอากาศรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำในการล้างทำความสะอาดที่ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และเปรียบเทียบกับรถยนต์ใหม่

ภาพที่ 4.2 จากกราฟสรุปได้ว่า เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำที่แตกต่างกัน คือ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ เปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากพัดลมแอร์ ตำแหน่งสูงสุดได้ผลดังนี้ ล้างด้วยแรงดันน้ำที่ 5 บาร์ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ 8.4 °C ค่าเฉลี่ยความเร็วลม 26 m/s ล้างด้วยแรงดันน้ำที่ 15 บาร์ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ 7.4 °C ค่าเฉลี่ยความเร็วลม 28.8 m/s และล้างด้วยแรงดันน้ำที่ 30 บาร์ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ 6.3 °C ค่าเฉลี่ยความเร็วลม 30.8 m/s และรถยนต์ใหม่วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากชุดอีวาพอเรเตอร์ วัดค่าอุณหภูมิได้ 6.0 °C และค่าความเร็วลมวัดได้ 31 m/s เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับชุดอีวาพอเรเตอร์ ในระบบปรับอากาศรถยนต์ของรถยนต์ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน พบว่า เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่แรงดันน้ำ 30 บาร์ อุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากช่องลม มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับชุดอีวาพอเรตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ ของรถยนต์ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานหรือรถยนต์ใหม่มากที่สุด

4.2.1.5 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ด้วยเครื่องนี้ ที่แรงดันน้ำ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ เปรียบเทียบกับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้ในศูนย์บริการรถยนต์

1) กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่สร้างขึ้น ที่แรงดันน้ำที่แตกต่างกัน คือ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ ทำการเปรียบเทียบเวลากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ในศูนย์บริการรถยนต์ และนำผลการทดลองเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์นำมาเปรียบเทียบกัน (ดังภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำในการล้างทำความสะอาดที่ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และเปรียบเทียบกับเครื่องล้างที่มีอยู่ในศูนย์บริการรถยนต์

ภาพที่ 4.3 จากกราฟสรุปได้ว่า เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์นี้ โดยใช้แรงดันน้ำที่แตกต่างกัน คือ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ได้ผลดังนี้ ล้างด้วยแรงดันน้ำที่ 5 บาร์ ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการล้าง 56 นาที ล้างด้วยแรงดันน้ำที่ 15 บาร์ ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการล้าง 51 นาที ล้างด้วยแรงดันน้ำที่ 30 บาร์ ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการล้าง 47 นาที และเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ในศูนย์บริการรถยนต์ ใช้เวลาในการล้างประมาณ 45 นาที เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ในศูนย์บริการรถยนต์ พบว่า เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่แรงดันน้ำ 30 บาร์ จะใช้เวลาในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ในศูนย์บริการรถยนต์มากที่สุด

4.2.2 ผลการประเมินหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

4.2.2.1 ด้านการออกแบบและสร้าง

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ในด้านการออกแบบและสร้าง

ด้านการออกแบบและสร้าง	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การออกแบบรูปร่างเหมาะสม	4.11	0.78	มาก
2. จัดวางตำแหน่งต่างๆ ของอุปกรณ์ได้มีอย่างเหมาะสม	3.89	0.60	มาก
3. การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสม	4.56	0.53	มากที่สุด
4. มีความแข็งแรงทนทาน	4.11	0.60	มาก
5. มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสมกับการใช้งาน	4.22	0.83	มาก
6. การสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์มีความคุ้มค่ากับประโยชน์ที่จะได้รับ	4.11	0.33	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.17**	**0.35**	**มาก**

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องนี้ ด้านการออกแบบและสร้าง โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.17 S.D.= 0.35) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับ คือ การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.56 S.D. = 0.53) รองลงมา ได้แก่ มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสมกับการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.22 S.D. = 0.83) และการออกแบบรูปร่างเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.11 S.D. = 0.78) ตามลำดับ

4.2.2.2 ด้านการใช้งาน

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในด้านการใช้งาน

ด้านการใช้งาน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. มีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน	4.56	0.53	มากที่สุด
2. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.00	0.71	มาก
3. ง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา	4.22	0.67	มาก
4. สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้	4.11	0.78	มาก
5. สามารถใช้งานได้ตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้	4.00	0.50	มาก
6. สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชางานปรับอากาศรถยนต์ได้เป็นอย่างดี	4.67	0.50	มากที่สุด
7. นำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ร่วมจัดการเรียนการสอน	4.44	0.53	มาก
8. มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษา	4.11	0.78	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.26**	**0.24**	**มาก**

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องนี้ ด้านการใช้งาน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.26 S.D. = 0.24) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับ คือ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชางานปรับอากาศรถยนต์ได้เป็นอย่างดี ($\overline{X}$ = 4.67 S.D. = 0.50) รองลงมา ได้แก่ มีความ

สะดวกสบายในการนำไปใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.56 S.D. = 0.53) และนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ร่วมจัดการเรียนการสอน ($\overline{X}$ = 4.44 S.D. = 0.53) ตามลำดับ

4.2.2.3 ด้านคู่มือการใช้งาน

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ในด้านคู่มือการใช้งาน

ด้านคู่มือการใช้งาน	$\overline{X}$	S.D.	**ระดับความคิดเห็น**
1. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.67	0.50	มากที่สุด
2. ศึกษาทำความเข้าใจง่าย	4.22	0.67	มาก
3. บอกวิธีการใช้งานได้ละเอียดชัดเจน	4.22	0.67	มาก
4. มีภาพประกอบชัดเจน	4.44	0.53	มาก
5. มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.56	0.53	มากที่สุด
6. บอกข้อควรระวังในการใช้งานได้อย่างชัดเจน	4.33	0.71	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.41**	**0.21**	**มาก**

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องนี้ ด้านคู่มือการใช้งาน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.41 S.D. = 0.21) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับ คือ เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.67 S.D. = 0.50) รองลงมา ได้แก่ มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.56 S.D. = 0.53) และมีภาพประกอบชัดเจน ($\overline{X}$ = 4.44 S.D. = 0.53) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์โดยภาพรวม

ด้าน	$\overline{X}$	S.D.	**ระดับความคิดเห็น**
1. การออกแบบและสร้าง	4.17	0.35	มาก
2. การใช้งาน	4.26	0.24	มาก
3. คู่มือการใช้งาน	4.41	0.21	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.28**	**0.27**	**มาก**

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์นี้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.28 S.D. = 0.27)

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อชุดเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการออกแบบ			
1.1 ขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.30	0.57	มาก
1.2 เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม	4.35	0.67	มาก
1.3 จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	4.25	0.64	มาก
1.4 ชิ้นงานสามารถถอดประกอบและติดตั้งได้ง่าย	4.40	0.73	มาก
1.5 น้ำหนักของชิ้นงานมีความเหมาะสม	4.20	0.70	มาก
เฉลี่ยรวมรายด้าน	**4.22**	**0.36**	**มาก**
2. ด้านการสร้าง			
2.1 ขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง	4.15	0.67	มาก
2.2 ใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรงทนทาน	4.20	0.70	มาก
2.3 มีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน	4.25	0.72	มาก
2.4 มีความปลอดภัยขณะใช้งานสูง	4.45	0.51	มาก
2.5 ใช้งานง่ายไม่สลับซับซ้อน	4.40	0.68	มาก
เฉลี่ยรวมรายด้าน	**4.29**	**0.34**	**มาก**
3. ด้านการใช้งาน			
3.1 มีความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.05	0.69	มาก
3.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.50	0.61	มาก
3.3 ลดขั้นตอนในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์	4.55	0.51	มากที่สุด
3.4 ประหยัดเวลาในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์	4.35	0.67	มาก
3.5 นำไปใช้ล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในศูนย์บริการรถยนต์ได้	4.30	0.80	มาก
เฉลี่ยรวมรายด้าน	**4.35**	**0.34**	**มาก**
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	**4.29**	**0.34**	**มาก**

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34) หากพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่

4.3.1 ด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.35 S.D. = 0.34) โดยรายการที่มีความพึงพอใจสูงที่สุด 3 อันดับ คือ ลดขั้นตอนในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ($\overline{X}$ = 4.55 S.D. = 0.51) รองลงมาได้แก่ มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.50 S.D. = 0.61) และ ประหยัดเวลาในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ($\overline{X}$ = 4.35 S.D. = 0.67)

4.3.2 ด้านการสร้าง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34) โดยรายการที่มีความพึงพอใจสูงที่สุด 3 อันดับ คือ มีความปลอดภัยขณะใช้งานสูง ($\overline{X}$ = 4.45 S.D. = 0.51) รองลงมาได้แก่ ใช้งานง่ายไม่สลับซับซ้อน ($\overline{X}$ = 4.40 S.D. = 0.68) และมีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.25 S.D. = 0.72)

4.3.3 ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.22 S.D. = 0.36) โดยรายการที่มีความพึงพอใจสูงที่สุด 3 อันดับ คือ ชิ้นงานสามารถถอดประกอบและติดตั้งได้ง่าย ($\overline{X}$ = 4.40 S.D. = 0.73) รองลงมาได้แก่ เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.35 S.D. = 0.67) และขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.30 S.D. = 0.57) ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.3 อภิปรายผลการวิจัย

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ผู้วิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้ การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ พบว่า เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยม ทำจากเหล็กล่องขนาด 2.54 เซนติเมตร ตัวเครื่องมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 58.5 x 59 x 70 เซนติเมตร มีถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดขนาด 35 ลิตร และถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ขนาด 4.5 ลิตร ใช้ปั๊มน้ำแรงดันต่ำแบบสูบชัก รุ่น DQX jet cleaner อัตราการอัดฉีดน้ำประมาณ 2.9 ลิตรต่อนาที แรงดันคงที่และเสถียร ปั๊มมีแรงดันอยู่ที่ 35 บาร์ ติดตั้งเกจวัดแรงดันน้ำและมีวาล์วปิด-เปิดสามารถควบคุมแรงดันน้ำได้ มีหัวฉีดน้ำแรงดันต่ำใช้สำหรับฉีดน้ำสะอาดและฉีดน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ สามารถปรับที่หัวฉีดให้เป็นแบบพุ่งตรง หรือปรับให้เป็นฝอยละอองแบบหยาบและละเอียดได้ มีกล้อง Snake Scope แบบไม่มีสายใช้ร่วมกับจอมอนิเตอร์ มีขนาดหน้าจอ กว้าง x ยาว เท่ากับ 33 x 54 เซนติเมตร สามารถใช้ในการตรวจสอบขั้นตอนการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และมีเครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิรุ่น DA 40 เพื่อใช้ในการวัดค่าความเร็วลมและอุณหภูมิภายในห้องโดยสารรถยนต์ เพื่อนำผลการวัดมาเปรียบเทียบค่าความเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และมีล้อขนาด 3 นิ้ว จำนวน 4 ล้อ สามารถเข็นเคลื่อนย้ายไปให้บริการในสถานที่ต่าง ๆ ได้

5.1.2 ผลการหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลการหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ พบว่า การล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จำนวน 9 คัน ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชุด โดยใช้แรงดันน้ำในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่แตกต่างกัน โดยกำหนดแรงดันน้ำไว้ที่ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ และทำการวัดอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากช่องลมภายในเวลา 3 นาที และนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับอุณหภูมิและความเร็วลมของชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์

ใหม่ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน และทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เปรียบเทียบกับเครื่องล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ในศูนย์บริการรถยนต์ทั่วไป เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานแล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์

5.1.2.1 ผลการทดลองสรุปได้ว่า การล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่แรงดันน้ำ 30 บาร์ นั้นมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์กับรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP จากการวิเคราะห์พบว่า ก่อนล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์นั้นประสิทธิภาพในการเป่าลมของพัดลมแอร์อยู่ในระดับต่ำมาก จึงได้ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบ พบว่า เนื่องจากเกิดการอุดตันที่แผงชุดคอยล์เย็น จึงทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ลดต่ำลง และได้ใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นกับรถยนต์ทดสอบ เมื่อล้างทำความสะอาดเสร็จแล้ว ได้ทำการวัดอุณหภูมิและความเร็วลมหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ด้วยเครื่องนี้อีกครั้ง พบว่า ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ดีขึ้น อุณหภูมิภายในรถยนต์ลดต่ำลง พัดลมแอร์สามารถเป่าลมได้แรงขึ้น ทำให้การทำงานของระบบปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิม ทำให้มีอุณหภูมิลดต่ำลง 6.3 °C หรือเท่ากับ 40.6 % และมีความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้น 30.8 m/s หรือเท่ากับ 55.6% ซึ่งค่าอุณหภูมิและความเร็วลมมีค่าใกล้เคียงกับรถยนต์ใหม่ที่ยังไม่ได้ใช้งาน และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 47 นาที ซึ่งใช้เวลาใกล้เคียงกับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ใช้อยู่ในศูนย์บริการรถยนต์

5.1.2.2 ผลการประเมินหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ประเมินโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.28 S.D. = 0.27) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านคู่มือการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.41 S.D. = 0.21) รองลงมาด้านการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.26 S.D. = 0.24) และด้านการออกแบบและสร้าง ($\overline{X}$ = 4.17 S.D. = 0.35)

5.1.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและนำเครื่องนี้ไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้ใช้บริการนั้น พบว่าผู้ใช้บริการได้เห็นขั้นตอนการทำงานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์แล้ว มีความพึงพอใจโดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ด้านการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.35 S.D. = 0.34) รองลงมา คือ ด้านการสร้าง ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34) และด้านการออกแบบ ($\overline{X}$ = 4.22 S.D. = 0.36) โดยพิจารณาเป็นรายด้านดังนี้

5.1.3.1 ด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ลดขั้นตอนในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ รองลงมา ได้แก่ มีความปลอดภัยในการใช้งาน ประหยัดเวลาในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และนำไปใช้ล้าง

ชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในศูนย์บริการรถยนต์ได้ ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ มีความสะดวกสบายในการใช้งาน

5.1.3.2 ด้านการสร้าง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ มีความปลอดภัยขณะใช้งานสูง รองลงมา ได้แก่ ใช้งานง่ายไม่สลับซับซ้อน, มีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน และใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรงทนทาน ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง

5.1.3.3 ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ชิ้นงานสามารถถอดประกอบและติดตั้งได้ง่าย รองลงมา ได้แก่ เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม ขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งาน และจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ น้ำหนักของชิ้นงานมีความเหมาะสม

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะอภิปรายผลตามสมมติฐานและวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.2.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

จากผลการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ พบว่า เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสม สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาในการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เครื่องต้นแบบมาแล้ว ซึ่งได้นำปัญหาต่าง ๆ จากการใช้งานเครื่องนี้มาขอคำปรึกษา และคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเครื่องกล ครูแผนกช่างยนต์ ร้านซ่อมแอร์รถยนต์ และช่างประจำศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ใหม่ ภายหลังได้ข้อมูลเบื้องต้นแล้วได้นำไปสู่การออกแบบ เขียนแบบ รูปร่าง ลักษณะ และกำหนดขนาด ตำแหน่งการติดตั้ง วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นก่อนนำไปสร้างจริง โดยยึดหลักการออกแบบให้มีความแข็งแรง ทนทาน ใช้งานง่าย วัสดุอุปกรณ์หาง่ายในประเทศ โครงสร้างไม่สลับซับซ้อน มีราคาต้นทุนผลิตต่ำ และมีความปลอดภัยในการใช้งานสูง จากนั้นได้สร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ตามหลักการออกแบบเครื่องจักรกลดังกล่าวนี้ จึงทำให้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่สร้างขึ้นใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ดังกล่าว

จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของมานพ ตันตระบัณฑิตย์ (2545 : 2) ซึ่งกล่าวถึงการออกแบบรูปร่างของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ โดดเด่น ผลิตง่าย ใช้งานง่าย และมีความปลอดภัย อีกทั้งสอดคล้องกับแนวคิดของวริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน (2534 : 22-30) กล่าวว่า การเลือกใช้วัสดุทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล จะต้องพิจารณาจากหน้าที่การทำงาน ภาระ

และอายุการใช้งาน จากนั้นจึงจะพิจารณาวิธีการขึ้นรูป การผลิต ต้นทุนการผลิต และการจัดหาวัสดุอุปกรณ์

5.2.2 ผลการหาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ กับรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP รถยนต์ประเภทกระบะ จำนวน 9 คัน ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 3 คัน คือ ใช้แรงดันน้ำในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่แตกต่างกัน โดยกำหนดแรงดันน้ำไว้ที่ 5 บาร์ 15 บาร์ และ 30 บาร์ ผลการหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น จากทดลองที่ใช้แรงดันน้ำที่ 5 บาร์ ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ พบว่า มีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ 8.4°C และมีความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 26.0 m/s และใช้เวลาในการล้างทำความสะอาดเฉลี่ย 56 นาที การทดลองที่ใช้แรงดันน้ำที่ 15 บาร์ ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ พบว่า มีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ 7.4°C และมีความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 28.8 m/s และใช้เวลาในการล้างทำความสะอาดเฉลี่ย 51 นาที และการทดลองที่ใช้แรงดันน้ำที่ 30 บาร์ ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ พบว่า มีอุณหภูมิลดลงเท่ากับ 6.3°C และมีความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 30.8 m/s และใช้เวลาในการล้างทำความสะอาดเฉลี่ย 47 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ใหม่ พบว่า เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ใช้แรงดันน้ำ ที่ 30 บาร์ ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จะมีประสิทธิสูงสุด ซึ่งผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากช่องลมแอร์รถยนต์ จะมีค่าใกล้เคียงกับรถยนต์ใหม่ จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมหลังทำการล้าง พบว่าประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศนั้นดีขึ้น อุณหภูมิภายในห้องโดยสารรถยนต์ลดต่ำลง พัดลมสามารถเป่าลมเย็นได้ดีขึ้น ทำให้การทำงานของระบบปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิม เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดลอง ก่อนกับหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นแล้ว พบว่ามีอุณหภูมิลดต่ำลงประมาณ 40.6 % และมีความเร็วลมสูงขึ้นประมาณ 55.6 % ผลการวิจัยนี้เป็นไปตามสมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า ชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องนี้แล้ว จะทำให้อุณหภูมิภายในห้องโดยสารลดลงมีความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าผู้วิจัยได้ ทำตามหลักทฤษฎีการปรับอากาศรถยนต์ โดยได้ควบคุมสภาพแวดล้อมของอากาศภายใน โดยการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การหมุนเวียนของอากาศ และการทำให้อากาศบริสุทธิ์ ผ่านการใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ จึงทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศรถยนต์เพิ่มสูงขึ้น จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของมาวิช สงวนตระกูล และ จีระศักดิ์ อุปวงค์ (2554 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องเครื่องล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องและออกแบบสร้างให้มีขนาด กว้างxยาวxสูง : 45x5x90 cm ในการทดลองล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ จำนวนรถยนต์ 9 คัน แบ่งการล้างออกเป็น 3 ชุด ชุดที่ 1 ใช้แรงดันลม 4 bar ชุดที่ 2 ใช้แรงดันลม 5 bar และชุดที่ 3 ใช้แรงดันลม 6 bar โดยการเก็บข้อมูลของรถแต่ละคันจะทำการล้าง คันละ 1 ครั้ง แล้ววัดอุณหภูมิและความเร็วลมที่ออก มาจากช่องลมก่อนและหลังการล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ วัดอุณหภูมิและความเร็วลม ครั้งละ 3 นาที โดยปรับความเร็ว พัดลมที่ระดับสูงสุดและปรับอุณหภูมิที่ระดับต่ำสุด โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความเร็วลม พบว่าเมื่อนำค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความเร็วลมหลังการล้างอีวาพอเรเตอร์

ในระบบปรับอากาศรถยนต์ ที่แรงดันลม 4 bar, 5 bar และ 6 bar ล้างด้วยแรงดันลมที่ 4 bar ค่าเฉลี่ยความเร็วลม 9 m/s อุณหภูมิ 3.5 °C ล้างด้วยแรงดันลมที่ 5 bar ค่าเฉลี่ยความเร็วลม 9.5 m/s อุณหภูมิ 3.1°C และ ล้างด้วยแรงดันลมที่ 6 bar ค่าเฉลี่ยความเร็วลม 9.7 m/s อุณหภูมิ 2.7°C เปรียบเทียบกับชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน จะเห็นได้ว่าเมื่อล้างด้วยแรงดันลมที่ 6 bar อุณหภูมิและความเร็วลมที่ออกมาจากช่องลมมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ที่ยังไม่ผ่านการใช้งานมากกว่าการล้าง ด้วยแรงดัน 4 bar และ 5 bar ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ที่แรงดัน 6 bar มีความเหมาะสมในการทำงานสะอาดชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรวัตน์ กรุณา (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพระบบปรับอากาศรถยนต์ในกรณีอีวาพอเรเตอร์อุดตัน โดยใช้แผนภาพมอลเลียร์ ซึ่งการทดสอบการอุดตันของอีวาพอเรเตอร์นี้สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับการอุดตันน้อยกว่า 25%, 50%, 75% และมากกว่า 75% ที่ระดับความเร็วรอบคอมเพรสเซอร์ 800 rpm, 1,500 rpm และ 2,000 rpm ผลจากการทดสอบพบว่า ที่ระดับการอุดตันของอีวาพอเรเตอร์เพิ่มขึ้นและที่ระดับความเร็วรอบคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ประสิทธิภาพระบบปรับอากาศรถยนต์ลดลงตามระดับการอุดตันของอีวาพอเรเตอร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริพล ทองอ่อน และพิเชษฐ์ บุญญาลัย (2559 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศรถยนต์แบบปกติ และระบบปรับอากาศรถยนต์แบบติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ผลการวิจัยระบบปรับอากาศรถยนต์แบบติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้อุณหภูมิสารทำความเย็นที่ออกจากอุปกรณ์ลดลงเฉลี่ย 1.6 องศาเซลเซียส ที่ความยาวท่อ 1.2 เมตร และที่ความยาวท่อ 1.6 เมตร อุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 1.8 องศาเซลเซียส ทำให้อุณหภูมิที่เข้าอีวาพอเรเตอร์ลดลง จึงทำให้อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.68% ที่ความยาวท่อ 1.2 เมตร และ 22.24% ที่ความยาว 1.6 เมตร อีกทั้งยังรวมไปถึงสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 6.69% ที่ความยาวท่อ 1.2 เมตร และ 22.4% ที่ความยาว 1.6 เมตร โดยมีปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศรถยนต์ คือ การทำให้สารทำความเย็นออกจากคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิลดลง เพื่อดึงความร้อนออกจากห้องโดยสารผ่านอีวาพอเรเตอร์ได้สูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของพูนพงศ์ สวาสดิพันธ์, อำไพศักดิ์ ทีบุญมา และ ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศอัดไอแบบธรรมดากับเครื่องปรับอากาศอัดไอแบบธรรมดาที่ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ Liquid Intercooler เพื่อลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าอีวาพอเรเตอร์ พารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน สัมประสิทธิ์สมรรถนะและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ผลจากการทดลองพบว่า เครื่องปรับอากาศใช้อัดไอแบบธรรมดาที่ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ Liquid Intercooler สามารถเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะและประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งมีค่ามากกว่าแบบธรรมดา โดยเฉลี่ยประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งจะใช้เวลาใกล้เคียงกับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่มีใช้อยู่ในศูนย์บริการรถยนต์ทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับบทความบนอินเตอร์เน็ตในหัวข้อเรื่องล้างแอร์รถยนต์แบบไหนดี (แอร์รถยนต์ควรล้างแบบไหนดี, ม.ป.ป.) ที่กล่าวว่า การล้างแบบไม่ถอดตู้แอร์วิธีนี้

ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และไม่ต้องกลัวระบบแอร์จะมีปัญหาหลังจากล้างเสร็จแล้ว หากระบบไม่มีปัญหาใด ๆ มาก่อน วิธีนี้จะใช้เวลาประมาณ 45 นาที

ผลการประเมินคุณภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ประเมินโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการออกแบบและสร้าง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะ มีการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสม และมีความคุ้มค่ากับประโยชน์ที่จะได้รับในการนำมาสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้านการใช้งาน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นอยู่ในระดับมากทั้งนี้เพราะนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชางานปรับอากาศรถยนต์ได้เป็นอย่างดี และด้านคู่มือการใช้งาน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะ คู่มือการใช้งานศึกษาทำความเข้าใจง่าย มีรูปภาพประกอบชัดเจน และบอกวิธีการใช้งานได้ละเอียดชัดเจน มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

5.2.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ด้านการออกแบบ พบว่า ชิ้นงานสามารถถอดประกอบและติดตั้งได้ง่าย มีการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม และมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ด้านการสร้าง มีความปลอดภัยขณะใช้งานสูง ใช้งานง่ายไม่สลับซับซ้อน และมีความสะดวกในการนำไปใช้งาน ด้านการใช้งาน ลดขั้นตอนในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีความปลอดภัยในการใช้งานและประหยัดเวลาในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับ เฉลียว ขอจิตต์ (2552 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น 2) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น 3) เพื่อหาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านกายภาพของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น รองลงมา ด้านสภาพการทำงานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น และด้านคุณสมบัติในการทำงานของเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น และสอดคล้องกับ ขนบ เพชรช้อน (2552 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำวิชางานทดลองเครื่องกล การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้ชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมี วัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนจากการสอนโดยใช้ชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.16) และสอดคล้องกับ สมพงษ์ สุขอู๊ด (2553 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องย่อย

อเนกประสงค์ขนาดเล็ก 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านสภาพการทำงานของเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก รองลงมา คุณสมบัติในการทำงานของเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก และด้านกายภาพของเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก

ผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะ ด้านการออกแบบชิ้นงานสามารถถอดประกอบและติดตั้งได้ง่าย มีการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม และขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ด้านการสร้าง มีความปลอดภัยขณะใช้งานสูง ใช้งานง่ายไม่สลับซับซ้อน และมีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน ด้านการใช้งาน ลดขั้นตอนและประหยัดเวลาในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ มีความปลอดภัยในการใช้งาน ประหยัดเวลาในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และสามารถนำไปใช้ล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.1.1 วัสดุที่นำมาใช้สร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ควรหาวัสดุ ที่มีความทนทานต่อแรงดันน้ำและไม่เป็นสนิม ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และมีราคาถูก เพื่อที่จะสามารถต่อพัฒนาในเชิงพาณิชย์ได้

5.3.1.2 หัวฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ควรที่จะมีหลายแบบหลายขนาด สามารถปรับงอได้ ทนต่อการกัดกร่อนและแรงดันน้ำได้ และควรมีหัวปรับแรงดันการฉีดพ่นให้เป็นลำตรงหรือฉีดเป็นฝอยละอองได้เพื่อเลือกใช้ตามความเหมาะสมในการใช้งานของรถยนต์แต่ละรุ่น

5.3.1.3 ควรเพิ่มอุปกรณ์ปั๊มดูดน้ำขนาดเล็กเข้าไปด้วย เพื่อใช้ในการดูดน้ำที่ตกค้างหลงเหลืออยู่ในตู้ชุดคอยล์เย็น ในการล้างทำความสะอาดตู้ชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ไหลออกมาไม่หมดจากท่อระบายน้ำทิ้ง

5.3.2 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรปรับปรุงพัฒนาเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้มีขนาดเล็กกะทัดรัด สามารถจัดเก็บหรือขนย้ายนำไปใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ได้สะดวกดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างควรมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงทนทาน จึงจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องขนาดและน้ำหนักของตัวเครื่องในเรื่องการขนย้าย ได้ดียิ่งขึ้น

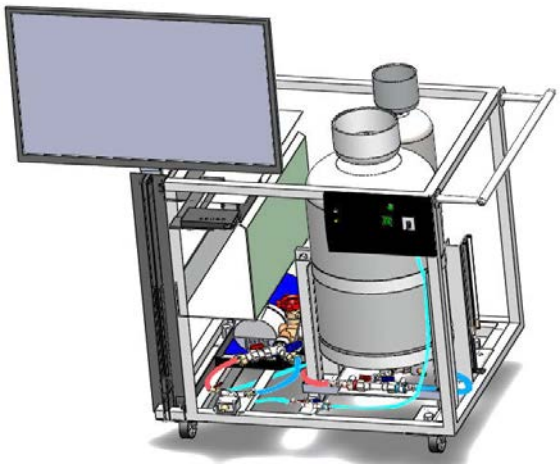
5.3.2.2 ควรจัดทำคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เป็นเล่มติดตั้งไว้คู่กับเครื่อง ซึ่งผู้จะนำเครื่องนี้ไปใช้งานสามารถอ่านและทำความเข้าใจก่อนนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง

การออกแบบและสร้าง

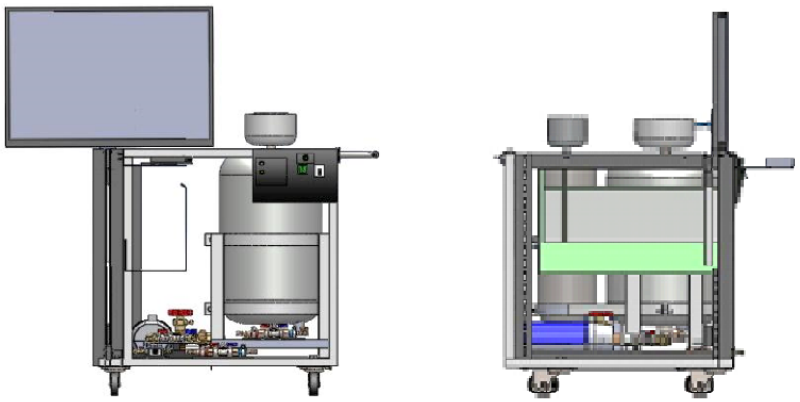
เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1. การออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างโดยยึดหลักการดังต่อไปนี้ คือ

1.1 กำหนดขนาดตัวเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ให้มีขนาดความกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 58.5 x 59 x 70 เซนติเมตร มีถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นขนาด 35 ลิตร และถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นขนาด 4 ลิตร ดังภาพที่ ก.1



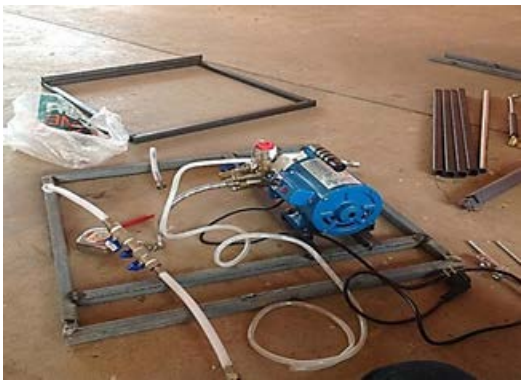
ภาพที่ ก.1 โครงสร้างส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์



ภาพด้านหน้า ภาพด้านข้าง

ภาพที่ ก.2 ภาพด้านหน้าและด้านข้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1.2 ทำแท่นยึดปั๊มแรงดันต่ำ ใช้เหล็กฉากหนาขนาด 2 มิลลิเมตร วัดขนาดความยาวได้ 50 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน จากนั้นเจาะรูยึดปั๊มน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลิเมตร วัดขนาดความกว้างเหล็กคานด้านข้างมีความยาว 54 เซนติเมตร เหล็กยึดปั๊มชิ้นที่ 1 มีขนาด 14 เซนติเมตร และเหล็กแท่นยึดปั๊มชิ้นที่ 2 วัดระยะห่างจากเหล็กแท่นยึดชิ้นที่ 1 ให้มีระยะห่างเท่ากับ 9 เซนติเมตร จากนั้นทำการเชื่อมติดให้แน่น ดังภาพที่ ก.3 และภาพที่ ก.4



ภาพที่ ก.3 ทำแท่นยึดปั๊มแรงดันต่ำ

ภาพที่ ก.4 ตัดและเจาะเหล็กตามขนาดที่กำหนด

1.3 ทำแท่นจับยึดถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดและถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น ถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 30 เซนติเมตร มีความสูงเท่ากับ 55 เซนติเมตร และถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 15 เซนติเมตร และมีความสูงเท่ากับ 35 เซนติเมตร ใช้เหล็กแผ่นเรียบมีความหนาเท่ากับ 2 มิลลิเมตร จำนวน 4 เส้น สำหรับยึดถัง 2 ใบ โดยกำหนดขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 30 x 20 x 45 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 30 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร และทำการเชื่อมยึดติดเข้าด้วยกัน ดังภาพที่ ก.5 และภาพที่ ก.6

ภาพที่ ก.5 เชื่อมฐานจับยึดถังบรรจุน้ำและถังบรรจุน้ำยา

ภาพที่ ก.6 พ่นสีแท่นจับยึดถังบรรจุน้ำและถังบรรจุน้ำยา

1.4 ชุดพับเก็บจอมอนิเตอร์ ใช้เหล็กหนาขนาด 2 มิลลิเมตร มีกว้าง 2 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร จำนวนอย่างละ 2 ท่อน ทำการประกอบยึดกับเหล็กเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างเป็นเสาหลักของคานเลื่อน โดยนำมุมฉากของเหล็กด้านนอกประกอบเข้าด้วยกันทั้ง 2 ข้าง และมีแผ่นรองกั้นกลางขนาดความกว้าง 2 เซนติเมตร ความยาว 4 เซนติเมตร ใช้รองด้านปลายสุดของเหล็กฉากทั้ง 2 ด้าน เพื่อให้มีช่องว่างพอดีกับคานเลื่อน จากนั้นทำการจับยึดด้วยสกรูยึดติดให้แน่น และนำคานเลื่อนประกอบเหล็กเข้าด้วยกันทั้ง 2 ด้าน โดยใช้แผ่นรองสอดวางกั้นตรงกึ่งกลางเพื่อให้มีช่องว่างประกอบเข้ากับเสาเลื่อนให้พอดี เพื่อให้จังหวะทำการเลื่อนขึ้นลงได้สะดวก และตัดเหล็กให้มีความยาวเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร เพื่อนำมายึดติดกับเหล็กคานเลื่อน ทำเป็นปลอกรับเสาเลื่อนสำหรับจอมอนิเตอร์ จากนั้นใช้เหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เท่ากับ 1.5 เซนติเมตร มีความยาวเท่ากับ 30 เซนติเมตร นำมาทำเป็นเสาเลื่อนของจอมอนิเตอร์แล้วนำมาประกอบเข้ากับเหล็กบานพับที่จอมอนิเตอร์ เมื่อเสร็จแล้วให้นำเหล็กเสาเลื่อนจอมอนิเตอร์มาประกอบเข้ากับปลอกรับเสาเลื่อนให้แน่น เมื่อทำการประกอบเสร็จแล้วให้ทำการทดสอบเลื่อนพับเก็บจอมอนิเตอร์ดูว่าสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกหรือไม่ ดังภาพที่ ก.7 และภาพที่ ก.8

ภาพที่ ก.7 ส่วนประกอบของชุดพับเก็บจอมอนิเตอร์

ภาพที่ ก.8 ทำการทดสอบเลื่อนพับเก็บจอมอนิเตอร์ว่าสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกหรือไม่

1.5 ประกอบแท่นจับยึดถังบรรจุน้ำและประกอบถังบรรจุน้ำเข้ากับแท่นจับยึด โดยมีวิธีการติดตั้งดังต่อไปนี้

1.5.1 นำเหล็กแท่นยึดถังบรรจุน้ำประกอบเข้ากับฐานโครงสร้างหลัก โดยให้ปลอกจับยึดถังบรรจุน้ำอยู่ที่ตำแหน่งด้านหน้าสุด อยู่ระหว่างชุดสวิตช์เปิดการทำงานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

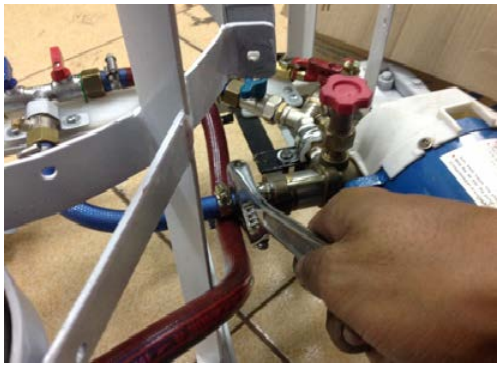
1.5.2 ยึดสกรูประกอบแท่นจับยึดถังบรรจุน้ำทุกตำแหน่ง ด้วยยึดสกรูขนาด 10 มิลลิเมตร จำนวน 6 ตัว

1.5.3 ประกอบถังบรรจุน้ำ โดยให้ถังน้ำอยู่ในแนวตั้งฉากกับโครงสร้างหลัก และทำการวางถังลงไปที่แท่นจับยึดถัง จากนั้นทำการขันนอตยึดให้แน่น ดังภาพที่ ก.9

ภาพที่ ก.9 ประกอบถังน้ำและถังน้ำยาเข้ากับโครงสร้างหลัก

1.6 ประกอบวาล์วน้ำทางด้านส่งออกไปยังปั๊มแรงดันต่ำเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น และประกอบชุดวาล์ว 3 ทาง เพื่อป้อนน้ำเข้าปั๊มโดยผ่านทางท่อสายยาง ดังภาพที่ ก.10 และภาพที่ ก.11

ภาพที่ ก.10 ประกอบวาล์วน้ำทางด้านส่งออก



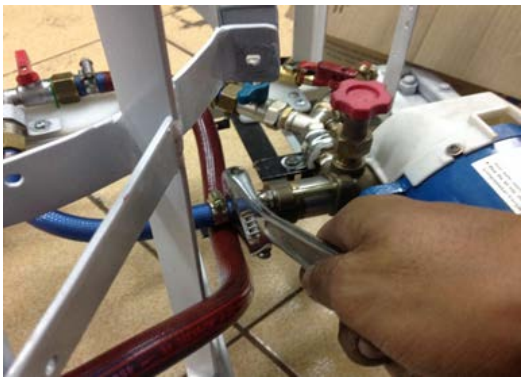
ภาพที่ ก.11 ประกอบชุดวาล์ว 3 ทาง

1.7 ประกอบปั๊มแรงดันต่ำ โดยยึดเข้ากับแท่นปั๊มน้ำและจะใช้ยางรองป้องกันแรงสั่นสะเทือนจากการทำงานของปั๊มแรงดันต่ำ ดังภาพที่ ก.12 และภาพที่ ก.13

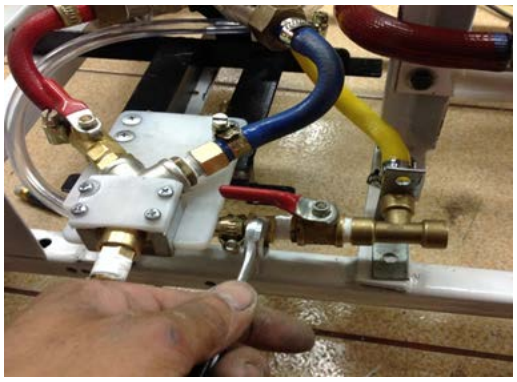
ภาพที่ ก.12 ใช้ยางรองป้องกันแรงสั่นสะเทือน

ภาพที่ ก.13 ประกอบปั๊มเข้ากับแท่นยึดปั๊ม

1.8 ประกอบชุดวาล์วน้ำไหลกลับเข้ากับปั๊มน้ำแรงดันต่ำแล้วต่อสายยางเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด ดังภาพที่ ก.14 และภาพที่ ก.15

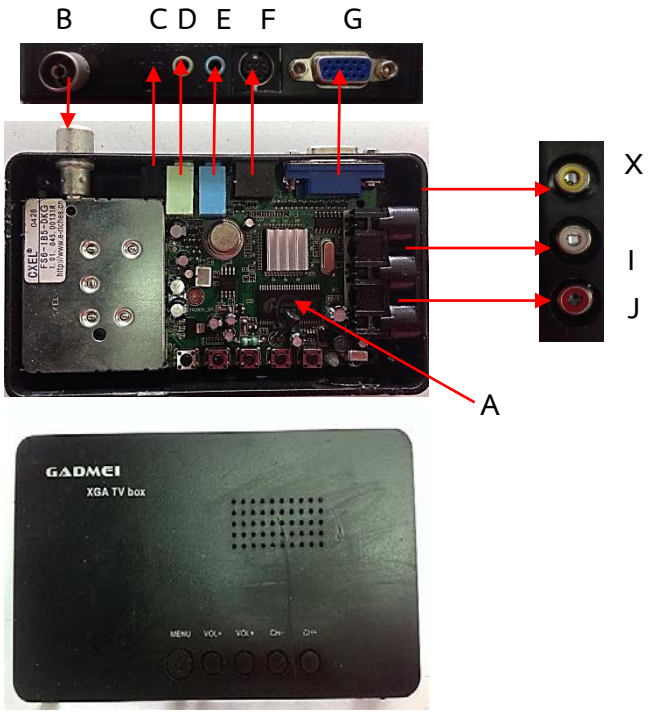


ภาพที่ ก.14 ประกอบวาล์วน้ำไหลกลับเข้ากับปั๊ม



ภาพที่ ก.15 ต่อสายยางเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

1.9 ประกอบกล่องแปลงสัญญาณ XGA to TV box เข้ากับจอมอนิเตอร์ ดังภาพที่ ก.16



ภาพที่ ก.16 ประกอบกล่องแปลงสัญญาณ XGA to TV box เข้ากับจอมอนิเตอร์

1.10 ประกอบชั้นวางกล่องเครื่องมือเข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1.11 ประกอบชุดวงจรไฟฟ้าเข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ดังภาพที่ ก.17

ภาพที่ ก.17 ประกอบชุดวงจรไฟฟ้าเข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ภาพที่ ก.18 ประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดให้เรียบร้อย

ภาพที่ ก.19 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์

คู่มือการใช้งาน

เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ในการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้งานขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานเครื่องนี้สามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยในการใช้งาน โดยจะอธิบายรายวิธีการใช้งานอย่างละเอียดตามลำดับขั้นตอนต่าง ๆ วิธีการบำรุงรักษา และข้อควรระมัดระวัง ในการใช้งานดังนี้

1. วิธีการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ภาพที่ ข.1 เปิดฝาเครื่องด้านบนขึ้นเพื่อจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

ภาพที่ ข.2 เปิดฝาปิดด้านหน้าออกเพื่อทำการต่อสายยางฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ข.3 ดึงกระเป๋าเก็บกล้อง Snake Scope ออกมาจากชั้นวาง

ภาพที่ ข.4 เปิดวาล์วส่งน้ำเข้าปั๊มแรงดันต่ำ

ภาพที่ ข.5 ติดตั้งกรวยเติมน้ำเข้ากับถังบรรจุน้ำสะอาด

ภาพที่ ข.6 ติดตั้งกรวยเติมน้ำยาเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ข.7 การติดตั้งอุปกรณ์พร้อมเติมน้ำและน้ำยาล้างทำความสะอาดลงถัง

ภาพที่ ข.8 เติมน้ำเปล่าลงในถังบรรจุน้ำในปริมาณ 20 ลิตรต่อการล้างหนึ่งครั้ง

ภาพที่ ข.9 ทำการผสมน้ำกับน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นอัตราส่วน 2:1 คือ น้ำ 2 ส่วน และน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น 1 ส่วน

ภาพที่ ข.10 เทน้ำเปล่าลงไปผสมกับน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นในอัตราส่วนที่ตวงไว้ คือ 2:1 น้ำ 2 ส่วน และน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น 1 ส่วน

ภาพที่ ข.11 เติมน้ำยาที่ใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นลงในถังประมาณ 1 ลิตร

ภาพที่ ข.12 ติดตั้งจอมอนิเตอร์เพื่อใช้ในการแสดงภาพตรวจสอบขั้นตอนการทำงาน

ภาพที่ ข.13 แสดงตำแหน่งการติดตั้งจอมอนิเตอร์ที่ถูกต้อง

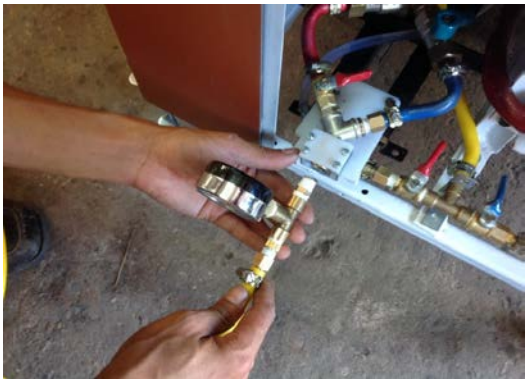
2. ขั้นตอนการประกอบสายยางฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ข.14 ประกอบสายยางฉีดล้างชุดคอยล์เย็นเข้ากับเกจวัดควบคุมแรงดันต่ำ

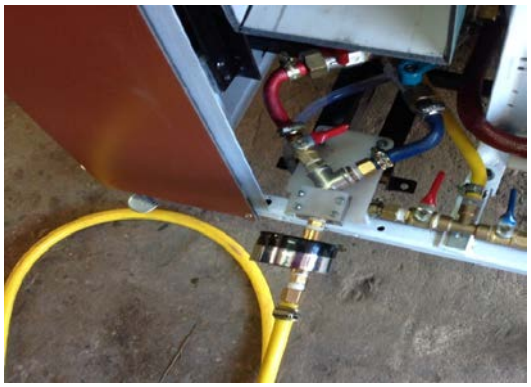
2.1 ชุดหัวฉีดล้างแบบรูปกรวย สามารถปรับระดับความละเอียดของละอองน้ำในการฉีดได้ 90 องศา

2.2 เกจวัดแรงดันต่ำปลายท่อทนแรงดันได้เกิน 40 บาร์

2.3 สายยางฉีดล้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 มิลลิเมตร



ภาพที่ ข.15 ประกอบสายยางฉีดล้างเข้ากับปลั๊กยึดสายยางฉีดล้าง



ภาพที่ ข.16 แสดงตำแหน่งในการติดตั้งชุดสายยางฉีดล้างทำความสะอาดที่ถูกต้อง

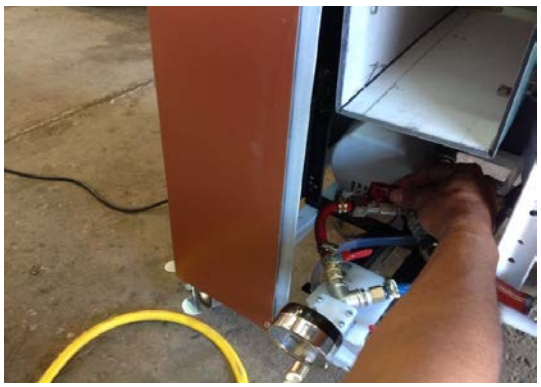
3. ขั้นตอนการฉีดล้างด้วยน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ข.17 เปิดวาล์วป้อนน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นเพื่อส่งไปที่ปั๊มแรงดันต่ำ

4. ข้อควรระวังในขั้นตอนนี้

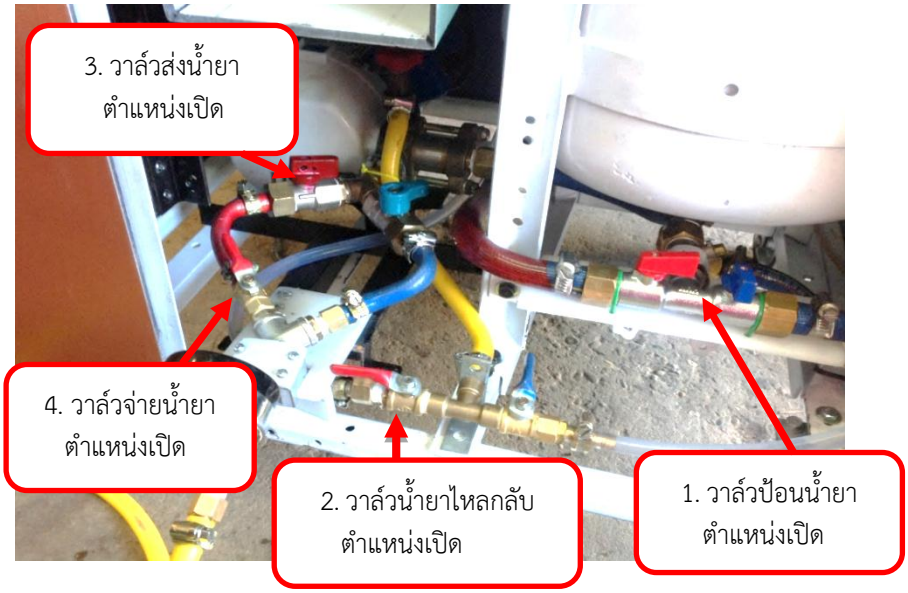
ถ้าตำแหน่งวาล์วส่งน้ำอยู่ในตำแหน่งปิดสนิท ห้ามเปิดสวิตช์ให้ปั๊มทำงานโดยเด็ดขาด เนื่องจากอาจเกิดแรงดูดสุญญากาศทางท่อส่งทำให้ของเหลวไม่สามารถไหลไปเลี้ยงปั๊มได้ และวาล์วน้ำถูกปิดกั้นการไหลของของเหลวทำให้ปั๊มเกิดอาการน็อคแรงดันไหลย้อนกลับอย่างรุนแรง และอาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้ ก่อนที่จะเปิดใช้งานปั๊มควรให้วาล์วอยู่ในตำแหน่งเปิดเท่านั้น

ภาพที่ ข.18 เปิดวาล์วน้ำยาทางด้านไหลกลับให้อยู่ในตำแหน่งเปิด



ภาพที่ ข.19 เปิดวาล์วควบคุมการจ่ายน้ำให้อยู่ในตำแหน่งเปิด

ในขั้นตอนนี้สามารถปรับสวิตช์ในการปิดและเปิดได้ในขณะที่ปั๊มทำงาน เพื่อให้ปั๊มสร้างแรงดันระยะสั้น ๆ ก่อนที่จะจ่ายน้ำยามาที่วาล์วจ่ายน้ำออกที่สายฉีดล้าง



ภาพที่ ข.20 แสดงตำแหน่งการเปิดวาล์วน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

5. ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

5.1 ขั้นตอนที่ 1

ทำการถอดชุดคอนโซลด้านหน้ารถยนต์ตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับออก เพื่อทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ข.21 ถอดชุดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับออก

5.2 ขั้นตอนที่ 2

หลังจากทำการถอดชุดคอนโซลออกเรียบร้อยแล้ว ให้ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกมาไว้ด้านนอกด้วย เพื่อให้มีพื้นที่ในการปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกและสามารถมองเห็นชุดคอยล์เย็นได้อย่างชัดเจน

ภาพที่ ข.22 ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกจากคอนโซลหน้ารถยนต์

5.3 ขั้นตอนที่ 3

ถอดเทอร์โมสตัตออกจากชุดคอยล์เย็น เพื่อให้มีช่องในการตรวจสอบและใช้ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ภาพที่ ข.23 ถอดเทอร์โมสตัตออกจากชุดคอยล์เย็น

5.4 ขั้นตอนที่ 4

ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบสภาพภายในชุดคอยล์เย็น เพื่อทำการประเมินก่อนว่ามีความสกปรกมากน้อยเพียงใดภายในชุดคอยล์เย็น ก่อนที่จะทำการล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ภาพที่ ข.24 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง

ภาพที่ ข.25 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างด้วยกล้อง Snake Scope

5.5 ขั้นตอนที่ 5

เปิดสวิตช์ตำแหน่ง ON ให้ปั๊มทำงาน

ภาพที่ ข.26 เปิดสวิตช์ปั๊มตำแหน่ง ON ปั๊มก็จะทำงาน

5.6 ขั้นตอนที่ 6

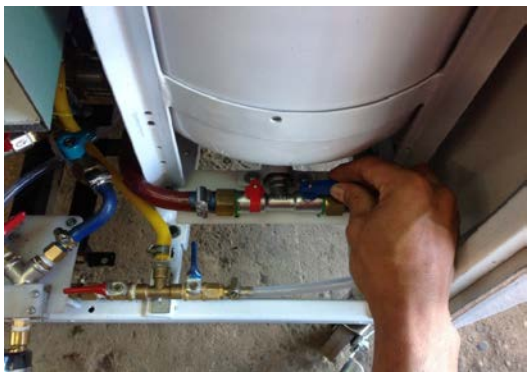
ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยใช้น้ำสะอาดฉีดล้างคราบโคลนและสิ่งสกปรกที่ติดฝังแน่นอยู่ที่คอยล์เย็นให้เกิดการอ่อนตัวก่อน เสร็จแล้วใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นฉีดซ้ำเข้าไปอีกครั้งและปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้น้ำยาไปขจัดคราบสิ่งสกปรกออกจากคอยล์เย็นให้หมด

ภาพที่ ข.27 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

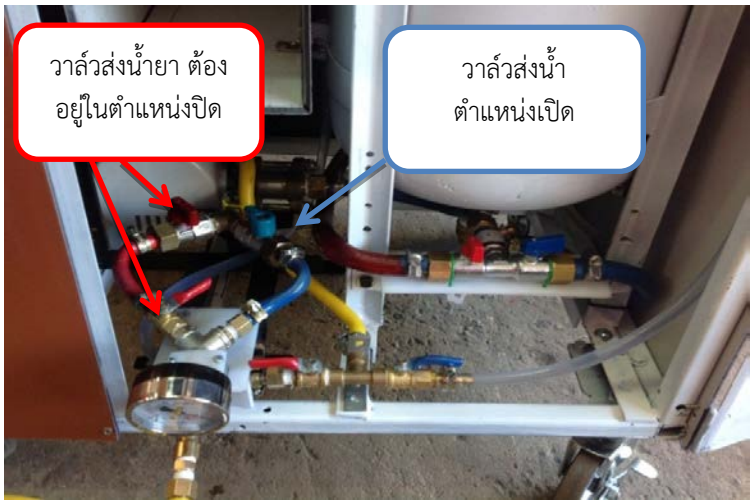
ภาพที่ ข.28 ใช้น้ำยาฉีดล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นและทำการตรวจสอบ
ด้วยกล้อง Snake Scope ผ่านจอมอนิเตอร์

5.7 ขั้นตอนที่ 7

เมื่อฉีดน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้น้ำยาได้ขจัดคราบสิ่งสกปรกออกจากชุดคอยล์เย็นดีแล้ว ก็ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำสะอาดล้างคราบน้ำยาและคราบสกปรกให้หลุดออกจากคอยล์เย็นจนหมด จากนั้นใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นอีกครั้งว่าสะอาดพอหรือยัง ถ้ายังมีคราบสิ่งสกปรกหลงเหลืออยู่ก็สามารถล้างทำความสะอาดซ้ำอีกได้ตามขั้นตอนเดิม ถ้าสะอาดดีแล้วก็ใช้ลมเป่าชุดคอยล์เย็นให้แห้งแล้วทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าไปเหมือนเดิม

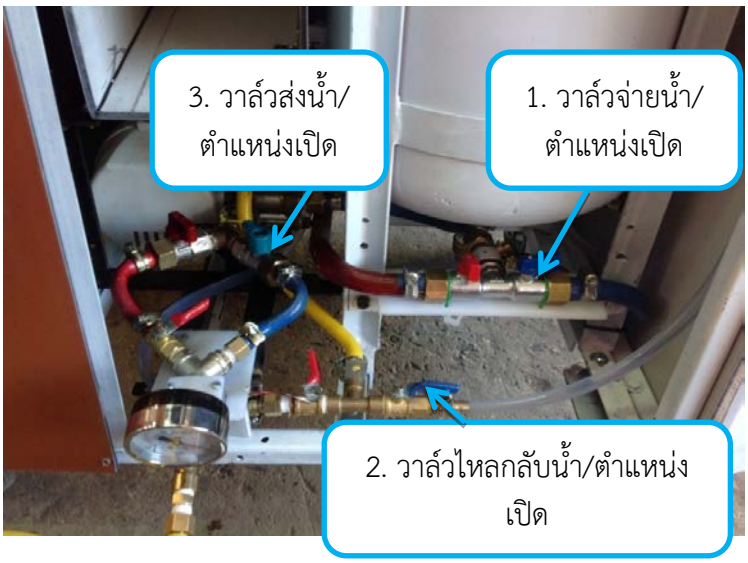


ภาพที่ ข.29 ปิดวาล์วจ่ายน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นแล้วเปิดวาล์วจ่ายน้ำเข้าปั๊ม



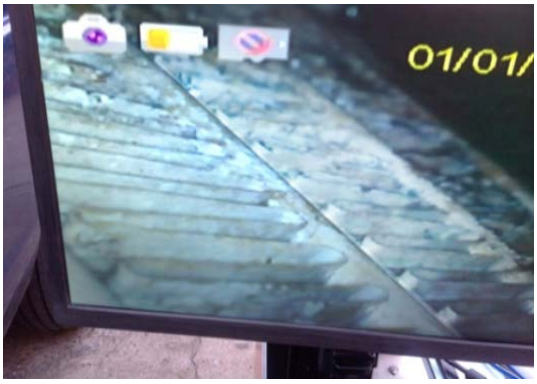
ภาพที่ ข.30 ปิดวาล์วจ่ายน้ำยาและเปิดวาล์วน้ำส่งจ่ายไปยังสายฉีดล้าง

ภาพที่ ข.31 ปิดวาล์วไหลกลับสีแดงของน้ำยาทำความสะอาดชุดคอยเย็น



ภาพที่ ข.32 เปิดตำแหน่งวาล์วพร้อมใช้งานระบบฉีดน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

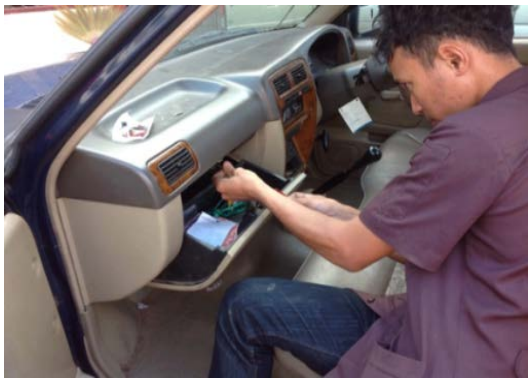
ภาพที่ ข.33 ใช้หัวฉีดน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์



ภาพที่ ข.34 ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้ง ผ่านจอมอนิเตอร์ ก่อนทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าที่เดิม

5.8 ขั้นตอนที่ 8

ประกอบสวิตช์เทอร์โมสตัตเข้ากับชุดคอยล์เย็น แล้วทำการประกอบลิ้นชักที่เก็บของเข้ากับชุดคอนโซลหน้ารถยนต์และทำการตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง



ภาพที่ ข.35 ประกอบสวิตช์เทอร์โมสตัตและลิ้นชักที่เก็บของในตำแหน่งเดิม

5.9 ขั้นตอนการปิดและการจัดเก็บเครื่อง

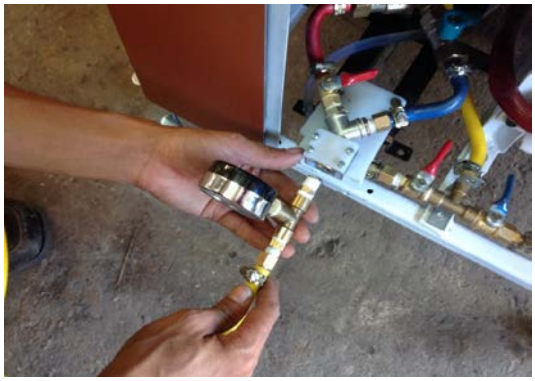
ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการใช้งานเครื่องนี้ ซึ่งจะมีวิธีการปิดและการจัดเก็บเครื่องที่ถูกต้องและปลอดภัยในการใช้งาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหากับเครื่องนี้ ดังนั้นจึงมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

5.9.1. ทำการล้างทำความสะอาดระบบท่อน้ำยาด้วยน้ำสะอาดฉีดล้างทิ้งไว้ 1 นาที เพื่อทำความสะอาดระบบวาล์ว เนื่องจากน้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นมีความเป็นกรดสูง อาจจะก่อให้เกิดผลเสียต่อลูกยางหรือวาล์วต่าง ๆ ได้และส่งผลทำให้เกิดการรั่วซึมได้

5.9.2. หลังทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นเสร็จสิ้นแล้ว ให้ทำความสะอาดระบบท่อฉีดน้ำแล้วให้ทำการปิดสวิตช์การทำงานของปั๊มให้ปั๊มหยุดการทำงานก่อน

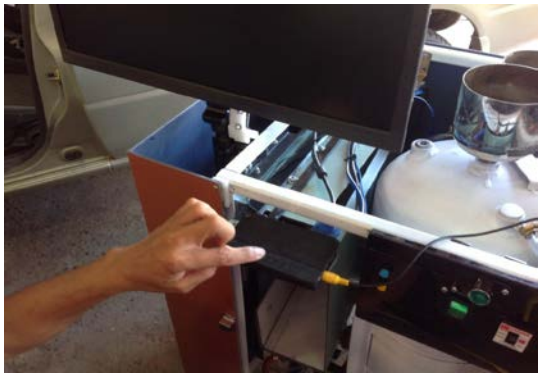
ภาพที่ ข.36 ทำการปิดสวิตช์ตำแหน่ง OFF ให้เครื่องหยุดการทำงาน

ภาพที่ ข.37 ปิดวาล์วส่งน้ำออกให้อยู่ในตำแหน่ง OFF หรือปิด



ภาพที่ ข.38 ถอดสายยางฉีดล้างออกจากปลั๊กยึดสายยางฉีดล้าง

ภาพที่ ข.39 ปิดจอมอนิเตอร์



ภาพที่ ข.40 ปิดกล่องแปลงสัญญาณภาพ

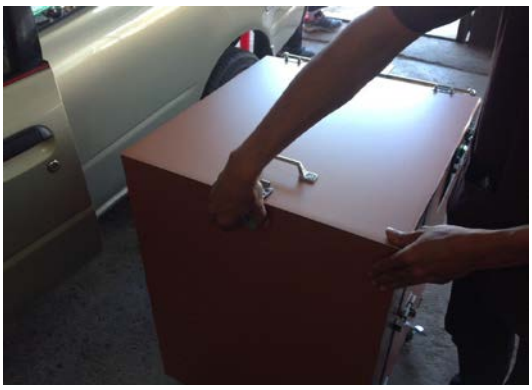
ภาพที่ ข.41 ถอดสายสัญญาณภาพออกจากช่องเสียบ AV Video

ภาพที่ ข.42 พับเก็บจอมอนิเตอร์ให้เรียบร้อย

ภาพที่ ข.43 ถอดกรวยรองน้ำออกจากถังบรรจุน้ำ

ภาพที่ ข.44 เก็บกล้อง Snake Scope เข้าชั้นเก็บให้เรียบร้อย

ภาพที่ ข.45 เก็บกล่องใส่กล้อง Snake Scope เข้าชั้นเก็บให้เรียบร้อย



ภาพที่ ข.46 ปิดฝาเครื่องให้เข้าที่ให้เรียบร้อย

6. ข้อควรระวังในการใช้งาน

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์มีดังต่อไปนี้

6.1 ห้ามปิดวาล์วน้ำก่อนโดยเด็ดขาด โดยเฉพาะวาล์วน้ำไหลกลับ เนื่องจากปั๊มต้องมีการระบายแรงดันของของเหลวตลอดเวลา เพื่อป้องกันแรงดันส่วนเกินที่ไปกระทบกับปั๊มและระบบท่อทำให้เกิดความเสียหายได้ ดังนั้นจะต้องปิดสวิตช์ปั๊มก่อน เพื่อให้แรงดันในระบบอ่อนแรงลงไปจึงทำการปิดวาล์วน้ำได้

7. การบำรุงรักษา

ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์มีดังต่อไปนี้

7.1 ควรล้างทำความสะอาดถังน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็นให้สะอาดและปล่อยน้ำยาออกจากถังให้ เพื่อป้องกันให้น้ำยาไปกัดกร่อนถังได้

7.2 ควรปล่อยน้ำออกจากถังน้ำล้างทำความสะอาดออกให้หมด เพื่อให้มีน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย

7.3 เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์เสร็จเรียบร้อยแล้วความเปิดวาล์วน้ำฉีดน้ำสะอาดล้างทำความสะอาดปั๊ม วาล์วเปิด-ปิดน้ำ ท่อสายยางและหัวฉีดพ่นให้สะอาด เพื่อไม่ให้น้ำยากัดกร่อนวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

ขั้นตอนการทดลอง

เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ขั้นตอนการทดลองใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ กับรถยนต์ที่นำเข้ามารับบริการในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ

1. เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์
2. นาฬิกาจับเวลา
3. เครื่องมือวัดอุณหภูมิและตรวจจับความเร็วลม
4. น้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น Coilcare II
5. ถาดรองน้ำทิ้ง
6. ปลั๊กไฟฟ้า
7. น้ำสะอาดเพื่อใช้ในการทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น
8. ไฟส่องสว่าง
9. ผ้าเช็ดมือ
10. ปั๊มลมและปืนเป่าลมพร้อมสาย

ภาพที่ ค.1 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ภาพที่ ค.2 นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ Casio

ภาพที่ ค.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและตรวจจับความเร็วลม

ภาพที่ ค.4 น้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น Coilcare II

ภาพที่ ค.5 ถาดรองน้ำทิ้ง

ภาพที่ ค.6 ปลั๊กไฟฟ้า

ภาพที่ ค.7 น้ำสะอาดใช้เติมลงถังบรรจุน้ำเพื่อใช้ในการทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ค.8 ไฟส่องสว่าง

ภาพที่ ค.9 ผ้าเช็ดมือ

ภาพที่ ค.10 ปั๊มลมและปืนเป่าลมพร้อมสาย

2. วิธีการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ขั้นตอนการทดลองมีวิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการตรวจวัดอุณหภูมิและความเร็วลมคงที่ภายในห้องโดยสารและเก็บผลการทดลองที่วัดค่าได้ โดยการเปิดสวิตช์พัดลมและทำการวัดอุณหภูมิและความเร็วลมทั้ง 4 Speed แล้วทำการเก็บผลการทดลองก่อนทำการล้างทำความสะอาด เพื่อนำค่าที่วัดได้ก่อนทำการล้างไปเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพกับค่าที่วัดได้หลังจากทำการล้างด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์นี้

ภาพที่ ค.11 วัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสารก่อนล้างทำความสะอาด

ขั้นตอนที่ 2 ทำการถอดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งผู้โดยสารข้างคนขับ

ภาพที่ ค.12 ถอดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งผู้โดยสารข้างคนขับออก

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากถอดชุดคอนโซลหน้าออกมาเรียบร้อยแล้ว ให้ถอดชุดลิ้นชักออกมาไว้ด้านนอกเพื่อให้มีพื้นที่ในการปฏิบัติงานได้สะดวกและสามารถเห็นชุดคอยล์เย็นได้ชัดเจน

ภาพที่ ค.13 ถอดลิ้นชักออกจากคอนโซลหน้า

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ไขควงแฉกถอดสวิตช์เทอร์โมสตัสออกจากตู้ชุดคอยล์เย็น เนื่องจากจะใช้เป็นช่องทำการตรวจสอบและทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ค.14 ถอดเทอร์โมสตัสออกจากชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ค.15 สภาพชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างทำความสะอาด

ขั้นตอนที่ 5 ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบสภาพบริเวณภายในแผงชุดคอยล์เย็น เพื่อประเมินก่อนการล้างทำความสะอาดได้อย่างถูกต้อง เฉพาะในการกำหนดปริมาณน้ำยาและปริมาณน้ำในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ค.16 การตรวจสภาพชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope

ภาพที่ ค.17 ตรวจสอบสภาพชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง

ขั้นตอนที่ 6 ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการฉีดล้างของหัวฉีดล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ภาพที่ ค.18 ทดสอบแรงดันการฉีดล้างของหัวฉีดล้างทำความสะอาด

ขั้นตอนที่ 7 ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ และตรวจสอบด้วยกล้อง Snake scope และใช้น้ำสะอาดฉีดล้างคราบโคลนสิ่งสกปรกที่ติดฝังแน่นอยู่ที่ชุดคอยล์เย็นให้เกิดการอ่อนตัวก่อน เสร็จแล้วใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นฉีดล้างซ้ำเข้าไปอีกครั้ง และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที

ภาพที่ ค.19 ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยน้ำและน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น

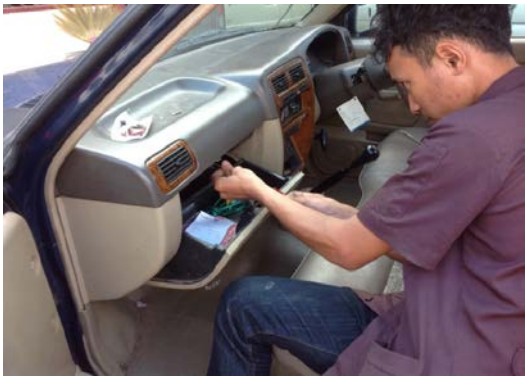
ภาพที่ ค.20 เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยน้ำยาแล้วปล่อยทิ้งไว้ 3-5 นาที

ขั้นตอนที่ 8 เมื่อน้ำยากัดคราบสกปรกที่แผงชุดคอยล์เย็นประมาณ 3-5 นาทีแล้ว จากนั้นใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดจนกว่าคราบสกปรกจะหลุดออกหมดจากชุดคอยล์เย็น จากนั้นปล่อยให้ชุดคอยล์เย็นแห้งตัวพอประมาณ และใช้ลมเป่าอีกครั้งให้แห้ง

ภาพที่ ค.21 ใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้ง

ภาพที่ ค.22 ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นหลังทำการล้างทำความสะอาดด้วยกล้อง Snake Scope

ภาพที่ ค.23 ประกอบติดตั้งเทอร์โมสตัตเข้าตำแหน่งเดิม



ภาพที่ ค.24 ประกอบลิ้นชักหน้าเข้าที่ตำแหน่งเดิม

ขั้นตอนที่ 9 เก็บผลการทดลองจากการตรวจวัดอุณหภูมิและความเร็วลมในแต่ละตำแหน่งพัดลมที่ความเร็ว 1-4 Speed และทำการบันทึกค่าหลังทำการล้างด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อนำค่าที่วัดได้หลังทำการล้างไปเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพกับค่าที่วัดได้ก่อนทำการล้าง

ภาพที่ ค.25 เก็บผลการทดลองหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ภาพที่ ค.26 ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้กับรถยนต์ยี่ห้อ ISUZU รุ่น NEW 7

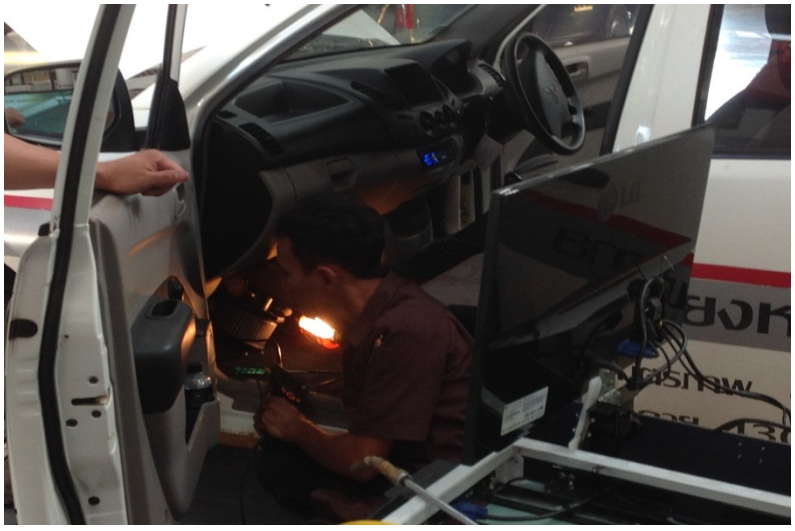
ภาพที่ ค.27 ทำการทดลองกับรถยนต์ ยี่ห้อ ISUZU รุ่น NEW 7 โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ให้กับรถยนต์ครูแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

ภาพที่ ค.28 ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้กับรถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP

ภาพที่ ค.29 ทำการทดลองกับรถยนต์ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP โดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้กับรถยนต์ผู้ใช้บริการที่เข้าทำการทดลอง

ภาพที่ ค.30 นำเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ไปทดลองให้ช่างประจำที่ศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทหนองคายฮอนด้าออโตบิล จำกัด

ภาพที่ ค.31 ทำการล้างชุดคอยล์เย็นโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้ช่างประจำศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทหนองคายฮอนด้าออโตบิล จำกัด โดยทำการทดลองกับรถยนต์ ยี่ห้อ HONDA รุ่น CIVIC SEDAN COMPACT CAR และให้ช่างผู้เชี่ยวชาญช่วยประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องนี้



ภาพที่ ค.32 นำเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ไปทดลองให้ช่างประจำที่ศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทมิตซูบิชิเจียงหนองคาย จำกัด

ภาพที่ ค.33 ทำการล้างชุดคอยล์เย็นโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ให้ช่างประจำศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ที่บริษัทมิตซูบิชิเจียงหนองคาย จำกัด โดยทำการทดลองกับรถยนต์ยี่ห้อ MISSUBISHI รุ่น TRITON CAB 2.5 GLT และให้ช่างผู้เชี่ยวชาญช่วยประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องนี้

ภาพที่ ค.34 นำรถผู้ใช้บริการเข้ามาทดลองล้างทำความสะอาด
ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ภาพที่ ค.35 ทำการล้างชุดคอยล์เย็นโดยใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์
ให้ผู้ใช้บริการดู ณ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย โดยทำการทดลองกับรถยนต์ยี่ห้อ
NISSAN รุ่น NV และให้ผู้ใช้บริการช่วยประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ
ของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องนี้

ภาคผนวก ง.

ผลการทดลอง

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 5 บาร์ กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 3 คัน โดยใช้รถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

รถยนต์ 3 คัน	อุณหภูมิที่ออกจากช่องลม (°C)								ความเร็วลมที่ออกจากช่องลม (m/s)								เวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ (นาที)
	ก่อน				หลัง				ก่อน				หลัง				
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4	
รถยนต์คันที่ 1	13.5	13.2	11.5	10.5	13	12.4	10.7	8.4	9.7	14.4	18.1	20.4	11.2	16.1	22.5	25.7	59
รถยนต์คันที่ 2	14.1	12.4	11.3	11.0	13.2	11.8	10.5	8.2	10.1	15.4	18.9	20.9	11.5	16.6	23.2	26.1	55
รถยนต์คันที่ 3	13.9	13.1	10.9	10.2	13.3	12.2	10.1	8.7	10.8	15.3	17.9	19.9	11.4	16.5	23.7	26.3	54
ค่าเฉลี่ย	13.8	12.9	11.2	10.6	13.2	12.1	10.4	8.4	10.2	15.0	18.3	20.4	11.4	16.4	23.1	26.0	56

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 15 บาร์ กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 3 คัน โดยใช้รถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

รถยนต์ 3 คัน	อุณหภูมิที่ออกจากช่องลม (°C)								ความเร็วลมที่ออกจากช่องลม (m/s)								เวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ (นาที)
	ก่อน				หลัง				ก่อน				หลัง				
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4	
รถยนต์คันที่ 1	13.5	12.2	11.1	10.9	12.7	10.7	9.8	7.3	10.7	15.4	18.1	20.4	11.7	16.9	26.2	28.3	53
รถยนต์คันที่ 2	14.1	12.7	10.8	10.4	12.9	11.1	10.2	7.6	10.3	15.9	17.7	20.7	11.9	17.2	27.6	29.2	50
รถยนต์คันที่ 3	13.0	11.4	11.3	11.2	13.2	10.2	9.7	7.2	10.1	15.8	18.4	19.9	12.2	16.8	27.4	28.9	49
ค่าเฉลี่ย	13.6	12.1	11.1	10.8	13.0	10.7	9.9	7.4	10.4	15.7	18.1	20.3	11.9	16.9	27.1	28.8	51

ตารางที่ ง.3 ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยใช้แรงดันน้ำ 30 บาร์ กับรถยนต์ทดสอบ จำนวน 3 คัน โดยใช้รถยนต์ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO และเวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

รถยนต์ 3 คัน	อุณหภูมิที่ออกจากช่องลม (°C)								ความเร็วลมที่ออกจากช่องลม (m/s)								เวลาที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ (นาที)
	ก่อน				หลัง				ก่อน				หลัง				
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4	
รถยนต์คันที่ 1	13.2	11.0	10.6	10.3	12	9.9	9.3	6.1	10.2	15.4	16.5	18.4	12.4	17.1	29.3	30.8	49
รถยนต์คันที่ 2	14.2	13.1	10.3	10.1	12.1	9.7	9.1	6.5	10.4	15.8	18.7	20.2	12.3	17.4	29.3	30.7	46
รถยนต์คันที่ 3	15.3	14.2	12.1	11.3	13.1	9.8	9.2	6.4	10.5	15.4	18.4	20.9	12.4	17.3	29.2	30.8	45
ค่าเฉลี่ย	14.2	12.8	11.0	10.6	12.4	9.8	9.2	6.3	10.4	15.5	17.7	19.8	12.4	17.3	29.3	30.8	47

ตารางที่ ง.4 ข้อมูลผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนกับรถยนต์ใหม่ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO ที่ยังไม่ผ่านการใช้งาน

รถยนต์ใหม่	อุณหภูมิที่ออกจากช่องลม (°C)				ความเร็วลมที่ออกจากช่องลม (m/s)			
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_1	S_2	S_3	S_4
รถยนต์คันที่ 1	12	10.5	9.0	6.0	12.2	18.1	29.5	31

ภาคผนวก จ.

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1) รศ.บรรจบ อรชร อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2) ผศ.ดร.อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3) ดร.สมภพ ปัญญาสมพรรค์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผู้เชี่ยวชาญ หมายเลข 1-3 ตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตลอดจนภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมชัดเจนของเนื้อหาที่ใช้ เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าสถิติต่าง ๆ

4) ดร.พุทธ ธรรมสุนา ตำแน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี

5) นายมนัส ดิลกลาภ ตำแน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

6) นายวิสุทธิ์ จันทะ ตำแน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือหนองคาย

ผู้เชี่ยวชาญ หมายเลข 4-6 ตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชางานปรับอากาศรถยนต์ ให้คำแนะนำในการออกแบบและสร้าง รวมถึงการหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

7) นายพีรพงศ์ ชุติภัทร์นิธิโชติ ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมระบบเครื่องปรับอากาศรถยนต์ บริษัทหนองคาย ฮอนด้า ออโตโมบิล จำกัด

8) นายณเดชน์ จันทาคีรี ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมระบบเครื่องปรับอากาศรถยนต์ บริษัทโตโยต้า หนองคาย จำกัด

9) นายบัญชา มีลา ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมระบบเครื่องปรับอากาศรถยนต์ บริษัทสยามนิสสันไทยอุดม หนองคาย จำกัด

ผู้เชี่ยวชาญ หมายเลข 7-9 ตรวจสอบประเมินการใช้งานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการออกแบบและสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านคู่มือการใช้งาน

(ผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์จำนวน 9 ท่าน)

ภาคผนวก ฉ.

หนังสือขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ 0624.1/2654

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

30 กันยายน 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

เรียน รศ.บรรจบ อรชร

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ทำวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ

ดังนั้น เพื่อให้ผลงานทางวิชาการดังกล่าวมีคุณภาพถูกต้องตามเกณฑ์และมีคุณค่าทางวิชาการ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิมีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย ให้กับผู้ขอรับการประเมินดังกล่าวด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายณัฏฐพล พูนประสิทธิ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

งานบุคลากร ฝ่ายบริหารทรัพยากร
โทร. 0-4241-1776 ต่อ 113
โทรสาร 0-4241-2458
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: Nongkhai01
E-Mail : NKTECH_1@HOTMAIL.COM

ที่ ศธ. ๕๘๐๔.๗/๑๗๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
๑๒๖ ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ
กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๔๐

วันที่ ๒๐ ตุลาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน ผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

ตามที่ ว่าที่ร้อยโท ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ประจำแผนกวิชาเครื่องกล ได้จัดทำเครื่องมือวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อประกอบการเสนอผลงานทางวิชาการในการขอเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชียวชาญ ตามหนังสือที่ส่งมาด้วยนั้น

ข้าพเจ้า รองศาสตราจารย์ บรรจบ อรชร ได้รับหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจผลงานทางวิชาการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และยินดีรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานทางวิชาการดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ บรรจบ อรชร)
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. ๐๒-๔๗๐-๘๕๒๖
โทรสาร ๐๒-๔๗๐-๘๕๒๗
E-mail: banchob.ora@kmutt.ac.th

ที่ ศธ 0624.1/2654

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

30 กันยายน 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.อนุศิษฎ์ อันมานะตระกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ทำวิจัยเรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ**

ดังนั้น เพื่อให้ผลงานทางวิชาการดังกล่าวมีคุณภาพถูกต้องตามเกณฑ์และมีคุณค่าทางวิชาการ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิมีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย ให้กับผู้ขอรับการประเมินดังกล่าวด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายณัฏฐพล พูนประสิทธิ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

งานบุคลากร ฝ่ายบริหารทรัพยากร
โทร. 0-4241-1776 ต่อ 113
โทรสาร 0-4241-2458
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: Nongkhai01
E-Mail : NKTECH_1@HOTMAIL.COM

ที่ ศธ. ๕๘๐๔.๗/๑๗๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
๑๒๖ ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ
กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๔๐

วันที่ ๒๐ ตุลาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน ผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

ตามที่ ว่าที่ร้อยโท ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ประจำแผนกวิชาเครื่องกล ได้จัดทำเครื่องมือวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อประกอบการเสนอผลงานทางวิชาการในการขอเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ ตามหนังสือที่ส่งมาด้วยนั้น

ข้าพเจ้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล ได้รับหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจผลงานทางวิชาการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และยินดีรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานทางวิชาการดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล)
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. ๐๒-๔๗๐-๘๕๒๖
โทรสาร ๐๒-๔๗๐-๘๕๒๗
E-mail: anusit.anm@kmutt.ac.th

ที่ ศธ 0624.1/2654

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

30 กันยายน 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

เรียน ดร.สมภพ ปัญญาสมพรรค์

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ทำวิจัยเรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ**

ดังนั้น เพื่อให้ผลงานทางวิชาการดังกล่าวมีคุณภาพถูกต้องตามเกณฑ์และมีคุณค่าทางวิชาการ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิมีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย ให้กับผู้ขอรับการประเมินดังกล่าวด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายณัฏฐพล พูนประสิทธิ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

งานบุคลากร ฝ่ายบริหารทรัพยากร
โทร. 0-4241-1776 ต่อ 113
โทรสาร 0-4241-2458
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: Nongkhai01
E-Mail : NKTECH_1@HOTMAIL.COM

ที่ ศธ. ๕๘๐๔.๗/๑๗๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
๑๒๖ ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ
กรุงเทพมหานคร ๑๐๑๔๐

วันที่ ๒๐ ตุลาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน ผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

ตามที่ ว่าที่ร้อยโท ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ประจำแผนกวิชาเครื่องกล ได้จัดทำเครื่องมือวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อประกอบการเสนอผลงานทางวิชาการในการขอเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ ตามหนังสือที่ส่งมาด้วยนั้น

ข้าพเจ้า ดร.สมภพ ปัญญาสมพรรค์ ได้รับหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจผลงานทางวิชาการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และยินดีรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจผลงานทางวิชาการดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สมภพ ปัญญาสมพรรค์)
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทร. ๐๒-๔๗๐-๘๕๒๖
โทรสาร ๐๒-๔๗๐-๘๕๒๗
E-mail: sompob.pun@kmutt.ac.th

ที่ ศธ 0624.1/2654

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

30 กันยายน 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

เรียน **ดร.พุทธ ธรรมสุนา**

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ทำวิจัยเรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ**

ดังนั้น เพื่อให้ผลงานทางวิชาการดังกล่าวมีคุณภาพถูกต้องตามเกณฑ์และมีคุณค่าทางวิชาการ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิมีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย ให้กับผู้ขอรับการประเมินดังกล่าวด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายณัฏฐพล พูนประสิทธิ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

งานบุคลากร ฝ่ายบริหารทรัพยากร
โทร. 0-4241-1776 ต่อ 113
โทรสาร 0-4241-2458
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: Nongkhai01
E-Mail : NKTECH_1@HOTMAIL.COM

ที่ .....

วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
ถ.ศรีสวัสดิ์ ต.หมากแข้ง อ.เมือง
จ.อุดรธานี

7 ตุลาคม 2558

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

ตามที่ ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ทำวิจัยเรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ ตามหนังสือที่ส่งมาด้วยแล้วนั้น**

ข้าพเจ้า ดร.พุทธ ธรรมสุนา ได้รับหนังสือขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และยินดีรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายการงานวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.พุทธ ธรรมสุนา)
ครูชำนาญการพิเศษ
วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี

.....
.....
.....
.....

ที่ ศธ 0624.1/2654

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

30 กันยายน 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

เรียน ครูมนัส ดิลกลาภ

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ทำวิจัยเรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ**

ดังนั้น เพื่อให้ผลงานทางวิชาการดังกล่าวมีคุณภาพถูกต้องตามเกณฑ์และมีคุณค่าทางวิชาการ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิมีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย ให้กับผู้ขอรับการประเมินดังกล่าวด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายณัฏฐพล พูนประสิทธิ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

งานบุคลากร ฝ่ายบริหารทรัพยากร
โทร. 0-4241-1776 ต่อ 113
โทรสาร 0-4241-2458
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: Nongkhai01
E-Mail : NKTECH_1@HOTMAIL.COM

ที่ .....

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

7 ตุลาคม 2558

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

ตามที่ ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ทำวิจัยเรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ ตามหนังสือที่ส่งมาด้วยแล้วนั้น**

ข้าพเจ้า นายมนัส ดิลกลาภ ได้รับหนังสือขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และยินดีรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายมนัส ดิลกลาภ)
ครูชำนาญการพิเศษ
วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

งานบุคลากร ฝ่ายบริหารทรัพยากร
โทร. 0-4241-1776 ต่อ 113
โทรสาร 0-4241-2458
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: Nongkhai01
E-Mail : NKTECH_1@HOTMAIL.COM

ที่ ศธ 0624.1/2654

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

30 กันยายน 2558

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

เรียน ครูวิสุทธิ์ จันทะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ทำวิจัยเรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ**

ดังนั้น เพื่อให้ผลงานทางวิชาการดังกล่าวมีคุณภาพถูกต้องตามเกณฑ์และมีคุณค่าทางวิชาการ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่าน ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิมีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดียิ่ง ให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย ให้กับผู้ขอรับการประเมินดังกล่าวด้วย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายณัฏฐพล พูนประสิทธิ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

งานบุคลากร ฝ่ายบริหารทรัพยากร
โทร. 0-4241-1776 ต่อ 113
โทรสาร 0-4241-2458
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: Nongkhai01
E-Mail : NKTECH_1@HOTMAIL.COM

ที่ ศธ 0624.3/1404

กทอ. ท่อเรือหนองคาย
ต. มีชัย อ. เมือง
จ. หนองคาย
.....

10 ตุลาคม 2558

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

ตามที่ ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้ทำวิจัยเรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยะฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ ตามหนังสือที่ส่งมาด้วยแล้วนั้น**

ข้าพเจ้า นายวิสุทธิ์ จันทะ ได้รับหนังสือขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และยินดีรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและรายงานการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิสุทธิ์ จันทะ)
ครูชำนาญการพิเศษ
วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือหนองคาย

.....
.....
.....
.....

ที่ ศธ ๐๖๒๔.๑/ว ๓๔๑

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
อ.เมือง จ.หนองคาย ๔๓๐๐๐

๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้จัดการฝ่ายศูนย์บริการ (บริษัทหนองคาย ฮอนด้า ออโตโมบิล จำกัด)

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้จัดทำวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการ ในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ นั้น

วิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมระบบปรับอากาศรถยนต์ในบริษัทของท่าน ซึ่งมีประสบการณ์ มีความรู้ความสามารถ เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นายอุดมภูเบศวร์ สมบูรณ์เรศ)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

บริษัท หนองคาย ฮอนด้า ออโตโมบิล จำกัด
เลขที่ 648 หมู่ที่ 11 หมู่บ้านศรีเจริญ
ตำบลหนองกอมเกาะ อำเภอเมือง
จังหวัดหนองคาย 43000
โทร 042-990555-8 Fax 042-990559

สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล
โทร. ๐-๔๒๔๑-๑๗๗๖ โทรสาร ๐-๔๒๔๑-๒๔๕๘
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
E-Mail : nongkhai๐๑@vec.mail.go.th

ที่ .....

.....
.....
.....
.....

20 กุมภาพันธ์ 2560

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่ ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ ได้วิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ ตามหนังสือที่ส่งมาด้วย แล้วนั้น ข้าพเจ้า นายสรพงศ์ รัตศักรินธิรัฐ ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้วและยินดีรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(สรพงศ์ รัตศักรินธิรัฐ)
นายสรพงศ์ รัตศักรินธิรัฐ
ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมระบบเครื่องปรับอากาศรถยนต์

บริษัท หนองคาย ฮอนด้า ออโตโมบิล จำกัด
เลขที่ 648 หมู่ที่ 11 หมู่บ้านศรีเจริญ
ตำบลหนองกอมเกาะ อำเภอเมือง
จังหวัดหนองคาย 43000
โทร 042-990555-8 Fax 042-990559

.....
.....
.....
.....

ที่ ศธ ๐๖๒๔.๑/ว ๓๕๑

วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
อ.เมือง จ.หนองคาย ๔๓๐๐๐

๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้จัดการฝ่ายศูนย์บริการ (บริษัทโตโยต้าหนองคาย)

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้จัดทำวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการ ในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ นั้น

วิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมระบบปรับอากาศรถยนต์ในบริษัทของท่าน ซึ่งมีประสบการณ์ มีความรู้ความสามารถ เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นายอุดมภูเบศวร์ สมบูรณ์เรศ)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล
โทร. ๐-๔๒๔๑-๑๗๗๖ โทรสาร ๐-๔๒๔๑-๒๔๕๘
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
E-Mail : nongkhai๐๑@vec.mail.go.th

ทางศูนย์บริการยินดีให้ช่างและอาจารย์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินครั้งนี้

นายอุทัย สุดาเชย
ผู้จัดการฝ่ายบริการ

หนองคาย "เกษตรอุตสาหกรรมวัฒนธรรมรุ่งเรือง เมืองท่องเที่ยวลุ่มน้ำโขง"

ที่ .....

.....
.....
.....
.....

23 กุมภาพันธ์ 2560

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่ ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ ได้วิจัยเรื่อง **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะ** เป็นครูเชี่ยวชาญ ตามหนังสือที่ส่งมาด้วย แล้วนั้น ข้าพเจ้า.....ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้วและยินดีรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(.....)

.....

ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมระบบเครื่องปรับอากาศรถยนต์

.....
.....
.....
.....

ที่ ศธ ๐๖๒๔.๑/๑ ๓๙๑ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
อ.เมือง จ.หนองคาย ๔๓๐๐๐

๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้จัดการฝ่ายศูนย์บริการ (บริษัทสยามนิสสัน ไทยอุดม หนองคาย จำกัด)

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ได้จัดทำวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการ ในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ นั้น

วิทยาลัยฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมระบบปรับอากาศรถยนต์ในบริษัทของท่าน ซึ่งมีประสบการณ์ มีความรู้ความสามารถ เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นายอุดมภูเบศวร์ สมบูรณ์เรศ)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

(นายพรชัย สัสนัน)
ผู้จัดการศูนย์บริการ
บริษัท สยามนิสสัน ไทยอุดม (หนองคาย) จำกัด

สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล
โทร. ๐-๔๒๔๑-๑๗๗๖ โทรสาร ๐-๔๒๔๑-๒๔๕๘
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
E-Mail : nongkhai๐๑@vec.mail.go.th

หนองคาย "เกษตรอุตสาหกรรมวัฒนธรรมรุ่งเรือง เมืองท่องเที่ยวลุ่มน้ำโขง"

ที่ .....

บ.ศิยามนิสสัน ไทยยนต์(หนองคาย)จำกัด
หมู่ ม.9 บ.ห้วยนิม
ต.มีชะนะภาพ อ.เมือง
จ.หนองคาย

20 กุมภาพันธ์ 2560

เรื่อง ตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย หนังสือตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่ ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ครูประจำแผนกวิชาช่างยนต์ ได้วิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เพื่อเสนอเป็นผลงานวิชาการในการขอรับการประเมินเลื่อนวิทยฐานะเป็นครูเชี่ยวชาญ ตามหนังสือที่ส่งมาด้วย แล้วนั้น ข้าพเจ้า นาย นิณชา มีตา ได้รับหนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้วและยินดีรับเป็นผู้เชี่ยวชาญ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(.....)
นายนิณชา มีตา
ช่างผู้ชำนาญงานซ่อมระบบเครื่องปรับอากาศรถยนต์

.....
.....
.....
.....

ภาคผนวก ช.

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์

แบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบประเมินที่ใช้สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีอยู่ 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบและสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านคู่มือการใช้งาน ของว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

คำชี้แจง แบบประเมินรายงานการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ฉบับนี้ แบ่งออกได้เป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1. กรุณาอ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมิน

2. แบบประเมินมีอยู่ 3 ด้าน มีคำถามทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อมีข้อความระบุไว้ทางซ้ายมือและระดับความคิดเห็นกำกับไว้ในแต่ละข้อโดยทำเครื่องหมาย (√) ลงในช่องทางขวามือที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดยมีระดับคะแนนดังนี้

คะแนน	5 หมายถึง	มากที่สุด
	4 หมายถึง	มาก
	3 หมายถึง	ปานกลาง
	2 หมายถึง	น้อย
	1 หมายถึง	น้อยที่สุด

ตัวอย่าง

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
0	เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์และตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope สามารถนำไปใช้งานได้	√				

จากตัวอย่างข้อ 0 หมายความว่า เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์และตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope สามารถนำไปใช้งานได้ดีมากที่สุด โดยได้ระดับคะแนนเท่ากับ 5 แต่ถ้าเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์และตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope นี้สามารถนำไปใช้งานได้น้อยจากนี้ตามลำดับก็ให้ทำ เครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับคะแนนความคิดเห็นของท่านที่เห็นว่าเหมาะสม

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	**ด้านการออกแบบและสร้าง**					
	1.1 การออกแบบรูปร่างเหมาะสม					
	1.2 จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม					
	1.3 การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสม					
	1.4 มีความแข็งแรงทนทาน					
	1.5 มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสม					
	1.6 การสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น รถยนต์มีความคุ้มค่ากับประโยชน์ที่จะได้รับ					
2	**ด้านการใช้งาน**					
	2.1 มีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน					
	2.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน					
	2.3 ง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา					
	2.4 สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้					
	2.5 สามารถใช้งานได้ตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้					
	2.6 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชางาน ปรับอากาศยานยนต์ได้เป็นอย่างดี					
	2.7 นำเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้ร่วมจัดการเรียนการสอน					
	2.8 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษา					
3	**ด้านคู่มือการใช้งาน**					
	3.1 เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม					
	3.2 ศึกษาทำความเข้าใจง่าย					
	3.3 บอกวิธีการใช้งานได้ละเอียดชัดเจน					
	3.4 มีภาพประกอบชัดเจน					
	3.5 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน					
	3.6 บอกข้อควรระวังในการใช้งานได้อย่างชัดเจน					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ตารางแสดงการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่									เฉลี่ยรวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.89
3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	0	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.78
5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.89
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.89
10	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.89
11	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.89
12	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.89
13	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.89
15	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
19	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
20	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.89
เฉลี่ยรวม	0.95	1.00	0.95	0.90	1.00	1.00	0.95	0.90	0.85	0.94

ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

1. ด้านการออกแบบและสร้าง

แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในด้านการออกแบบและสร้าง

ด้านการออกแบบและสร้าง	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การออกแบบรูปร่างเหมาะสม	4.11	0.78	มาก
2. จัดวางตำแหน่งต่างๆของอุปกรณ์มีอย่างเหมาะสม	3.89	0.60	มาก
3. การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสม	4.56	0.53	มากที่สุด
4. มีความแข็งแรงทนทาน	4.11	0.60	มาก
5. มีขนาดและน้ำหนักที่เหมาะสมกับการใช้งาน	4.22	0.83	มาก
6. การสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์มีคุ้มค่ากับประโยชน์ที่จะได้รับ	4.11	0.33	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.17**	**0.35**	**มาก**

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องนี้ในด้านการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.17 S.D. = 0.35)

2. ด้านการใช้งาน

แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในด้านการใช้งาน

ด้านการใช้งาน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. มีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน	4.56	0.53	มากที่สุด
2. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.00	0.71	มาก
3. ง่ายต่อการซ่อมแซมและบำรุงรักษา	4.22	0.67	มาก
4. สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้	4.11	0.78	มาก
5. สามารถใช้งานได้ตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้	4.00	0.50	มาก
6. สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชางานปรับอากาศรถยนต์ได้เป็นอย่างดี	4.67	0.50	มากที่สุด
7. นำเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้ร่วมจัดการเรียนการสอน	4.44	0.53	มาก
8. มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษา	4.11	0.78	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.26**	**0.24**	**มาก**

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องนี้ในด้านการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.26 S.D. = 0.24)

3. ด้านคู่มือการใช้งาน

แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในด้านคู่มือการใช้งาน

ด้านคู่มือการใช้งาน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.67	0.50	มากที่สุด
2. ศึกษาทำความเข้าใจง่าย	4.22	0.67	มาก
3. บอกวิธีการใช้งานได้ละเอียดชัดเจน	4.22	0.67	มาก
4. มีภาพประกอบชัดเจน	4.44	0.53	มาก
5. มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.56	0.53	มากที่สุด
6. บอกข้อควรระวังในการใช้งานได้อย่างชัดเจน	4.33	0.71	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.41**	**0.21**	**มาก**

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องนี้ในด้านคู่มือการใช้งานเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.41 S.D. = 0.21)

4. ค่าเฉลี่ยรวม

แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์โดยภาพรวม

ด้าน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การออกแบบและสร้าง	4.17	0.35	มาก
2. การใช้งาน	4.26	0.24	มาก
3. คู่มือการใช้งาน	4.41	0.21	มาก
เฉลี่ยรวม	**4.28**	**0.27**	**มาก**

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินประสิทธิภาพเครื่องนี้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.28 S.D. = 0.27)

ภาคผนวก ซ.

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้บริการแสดงความคิดเห็น และให้คำแนะนำ หรือข้อเสนอแนะต่างๆที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ของว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีอยู่ 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบ ด้านการสร้าง และด้านการใช้งาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

คำชี้แจง แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ฉบับนี้ แบ่งออกได้เป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้บริการที่มีต่อรายงานการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงใน ☐ที่อยู่หน้าข้อความที่เกี่ยวข้องกับท่าน

1. ชื่อ-นามสกุล.....
2. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
3. ระดับการศึกษา ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐สูงกว่าปริญญาตรี
4. ประสบการณ์ในการขับรถยนต์ ☐ต่ำกว่า 5 ปี ☐ 5 - 10 ปี ☐ มากกว่า 10 ปี
5. ขณะนี้ท่านปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งใด ☐ช่างประจำศูนย์บริการรถยนต์ ☐ ครู สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล ☐ ผู้ใช้บริการทั่วไป

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องคะแนนการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมี 5 ระดับดังนี้

คะแนน	5 หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมมากที่สุด
	4 หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมมาก
	3 หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมปานกลาง
	2 หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมน้อย
	1 หมายถึง	มีความถูกต้องเหมาะสมน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	**ด้านการออกแบบ**					
	1.1 ขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งาน					
	1.2 เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม					
	1.3 จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม					
	1.4 ชิ้นงานสามารถถอดประกอบและติดตั้งได้ง่าย					
	1.5 น้ำหนักของชิ้นงานมีความเหมาะสม					
2	**ด้านการสร้าง**					
	2.1 ขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง					
	2.2 ใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรงทนทาน					
	2.3 มีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน					
	2.4 มีความปลอดภัยขณะใช้งานสูง					
	2.5 ใช้งานง่ายไม่สลับซับซ้อน					
3	**ด้านการใช้งาน**					
	3.1 มีความสะดวกสบายในการใช้งาน					
	3.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน					
	3.3 ลดขั้นตอนในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์					
	3.4 ประหยัดเวลาในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์					
	3.5 นำไปใช้ล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในศูนย์บริการรถยนต์ได้					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อชุดเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการออกแบบ			
1.1 ขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.30	0.57	มาก
1.2 เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม	4.35	0.67	มาก
1.3 จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	4.25	0.64	มาก
1.4 ชิ้นงานสามารถถอดประกอบและติดตั้งได้ง่าย	4.40	0.73	มาก
1.5 น้ำหนักของชิ้นงานมีความเหมาะสม	4.20	0.70	มาก
เฉลี่ยรวมรายด้าน	**4.22**	**0.36**	**มาก**
2. ด้านการสร้าง			
2.1 ขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งานจริง	4.15	0.67	มาก
2.2 ใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรงทนทาน	4.20	0.70	มาก
2.3 มีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน	4.25	0.72	มาก
2.4 มีความปลอดภัยขณะใช้งานสูง	4.45	0.51	มาก
2.5 ใช้งานง่ายไม่สลับซับซ้อน	4.40	0.68	มาก
เฉลี่ยรวมรายด้าน	**4.29**	**0.34**	**มาก**
3. ด้านการใช้งาน			
3.1 มีความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.05	0.69	มาก
3.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.50	0.61	มาก
3.3 ลดขั้นตอนในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์	4.55	0.51	มากที่สุด
3.4 ประหยัดเวลาในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์	4.35	0.67	มาก
3.5 นำไปใช้ล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในศูนย์บริการรถยนต์ได้	4.30	0.80	มาก
เฉลี่ยรวมรายด้าน	**4.35**	**0.34**	**มาก**
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	**4.29**	**0.34**	**มาก**

พบว่า ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ โดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับ มาก ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34) หากพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจต่อเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่

ด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.35 S.D. = 0.34) โดยรายการที่มีความพึงพอใจสูงที่สุด 3 อันดับ คือ ลดขั้นตอนในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ($\overline{X}$ = 4.55 S.D. = 0.51) รองลงมาได้แก่ มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.50 S.D. = 0.61) และประหยัดเวลาในการล้างชุดคอยล์เย็นรถยนต์ ($\overline{X}$ = 4.35 S.D. = 0.67)

ด้านการสร้าง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.29 S.D. = 0.34) โดยรายการที่มีความพึงพอใจสูงที่สุด 3 อันดับ คือ มีความปลอดภัยขณะใช้งานสูง ($\overline{X}$ = 4.45 S.D. = 0.51) รองลงมาได้แก่ ใช้งานง่ายไม่สลับซับซ้อน ($\overline{X}$ = 4.40 S.D. = 0.68) และ มีความสะดวกสบายในการนำไปใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.25 S.D. = 0.72)

ด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.22 S.D. = 0.36) โดยรายการที่มีความพึงพอใจสูงที่สุด 3 อันดับ คือ ชิ้นงานสามารถถอดประกอบและติดตั้งได้ง่าย ($\overline{X}$ = 4.40 S.D. = 0.73) รองลงมาได้แก่ เลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.35 S.D. = 0.67) และขนาดมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.30 S.D. = 0.57) ตามลำดับ

ภาคผนวก ฌ.

หลักฐานการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

1. การนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษา ระดับชาติ ครั้งที่ 1
2. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2560
3. การนำเสนอหัวข้อวิจัย เพื่อเสนอขอทุนโครงการวิจัยปี 62 (สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษา)

1. การนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรม
อาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 1

ที่ ศธ ๐๖๒๔/ว๐๙๐

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
ภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย ๔๓๐๐๐

๑๗ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐

เรื่อง ตอบรับการนำเสนองานวิจัย (รหัสบทความ A1-001)

เรียน คุณชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์, คุณภาณุกร ภูมิลา, คุณสุชาวัชร์ ธรรมจารุรัตน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงการประชุมวิชาการ กำหนดการ และรายละเอียดค่าลงทะเบียน จำนวน ๑ ชุด
๒. คำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ ท่านได้สมัครนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาระดับชาติครั้งที่ ๑ (1st National Conference on Vocational Education Innovation and Technology) ระหว่างวันที่ ๒๓ - ๒๕ มีนาคม ๒๕๖๐ ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ อุดรธานี นั้น

คณะกรรมการฝ่ายวิชาการคัดเลือกบทความและตรวจทานเอกสาร ได้พิจารณาแล้วว่าผลงานวิจัยของท่านได้รับการคัดเลือกให้นำเสนอผลงานใน **ภาคบรรยาย** โดยผลงานวิจัยของท่านจะได้รับการเผยแพร่รายงานการประชุม (Proceedings) ในรูปแบบซีดีรอม และรายงานการประชุมเฉพาะบทคัดย่อ (Abstract Proceeding) ในรูปแบบตีพิมพ์ พร้อมทั้งได้รับเกียรติบัตรรับรองการนำเสนอผลงานในครั้งนี้ ขอให้ท่านแก้ไขบทความวิชาการตามคำแนะนำที่แนบมานี้แล้วส่งกลับมาทาง E-mail : ivene.nk@gmail.com **ภายในวันที่ ๒๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๐** และยืนยันการเข้าร่วมนำเสนอผลงานพร้อมชำระค่าลงทะเบียน ตามวันที่ระบุในรายละเอียดสิ่งที่ส่งมาด้วย **ภายในวันที่ ๑๐ มีนาคม ๒๕๖๐** หากเลยเวลาที่กำหนด ถือว่าท่านสละสิทธิ์ในการนำเสนองานครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และเข้าร่วมการนำเสนอผลงานวิจัยตามวัน เวลา และสถานที่ ดังกล่าว จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายวรวิทย์ ศรีตระกูล)
ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
ประธานคณะกรรมการดำเนินงาน

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
โทร. ๐-๔๒๔๑-๑๔๔๕, ๐-๔๒๔๑-๑๔๔๗ โทรสาร ๐-๔๒๔๑-๑๔๔๕, ๐-๔๒๔๑-๑๔๔๗
AMS e-office : สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
E-mail: Ivene.nk@gmail.com

หนองคาย “เกษตรอุตสาหกรรมวัฒนธรรมรุ่งเรือง เมืองท่องเที่ยวลุ่มแม่น้ำโขง”

รับที่ 1804
วันที่ 20 มี.ค. 2560
เวลา

ที่ ศธ ๐๖๒๔/ว๑๕๗

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
ภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ.เมือง จ.หนองคาย ๔๓๐๐๐
๑๓ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอให้บุคลากรเดินทางไปราชการเพื่อนำเสนอผลงานวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กำหนดการ จำนวน ๑ ชุด
๒. โปรแกรมการนำเสนอ จำนวน ๑ ฉบับ
๓. โครงการ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามที่สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑-๕ และสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จัดการประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ ๑ (1st National Conference on Vocational Education Innovation and Technology) ระหว่างวันที่ ๒๓ - ๒๕ มีนาคม ๒๕๖๐ ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ อุดรธานี นั้น

ทางคณะกรรมการดำเนินงานได้พิจารณาว่าบุคลากรของท่านตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้ ได้ผ่านการพิจารณาคุณภาพผลงานวิชาการเรียบร้อยนั้น บัดนี้ขอให้ท่านพิจารณาอนุมัติให้ ผู้มีรายชื่อในสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้ได้เดินทางไปราชการ เพื่อนำเสนอผลงานวิชาการ เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านวิชาการ และเผยแพร่ผลงานวิชาการตามเกณฑ์คุณสมบัติ อาจารย์ผู้สอนระดับปริญญาตรี ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา พ.ศ.๒๕๕๘ โดยใช้สิทธิเบิกค่าเดินทาง ค่าที่พัก ค่าเบี้ยเลี้ยง และค่าลงทะเบียน (ใบเสร็จรับเงินเบิกได้ตามระเบียบ) จากสถาบันการเรียนเลขาธิการศึกษาหรือสถานศึกษาต้นสังกัด รายละเอียดที่พัก การเดินทางสามารถดูได้ที่ www.ivene1.co.th

๑. เพื่อโปรดทราบ
๒. นำ ข้าพเจ้าจึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ
๓. เห็นควรแจ้ง ☐ รอง ผอ. ๔ ฝ่าย
☐ รอง ผอ.ฝ่ายบริหารทรัพยากร ☑ รอง ผอ.ฝ่ายวิชาการ
☐ รอง ผอ.ฝ่ายแผนงานฯ ☐ รอง ผอ.ฝ่ายพัฒนาฯ
๔. เห็นควรมอบ.....

20 มี.ค. 2560 (นายวรวิทย์ ศรีตระกูล)
ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
ประธานคณะกรรมการดำเนินงาน

ขอแสดงความนับถือ

สำนักงานสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
ภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
โทรศัพท์/โทรสาร ๐๔๒-๔๑๑๔๔๗
AMS e-office : สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

(นายพงศ์วิวัฒน์ ฮงทอง)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย

หนองคาย "เกษตรอุตสาหกรรมวัฒนธรรมรุ่งเรือง เมืองท่องเที่ยวลุ่มแม่น้ำโขง"

ประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 1
(1st National Conference on Vocationl Education Innovation and Technology :1st NcVET)
เรื่อง "นวัตกรรมอาชีวศึกษาสู่ Thailand 4.0"
1st NCVET
วันที่ 23-25 มีนาคม 2560
ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซนเตอร์ อุดรธานี
Information Technology
Life
Business Management Administration
Agriculture
การโรงแรม
นวัตกรรมอาชีวศึกษาสู่
Thailand 4.0
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

1st NCVET ประชุมวิชาการวิเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 1
1st National Conference on Vocational Education Innovation and Technology : 1st NcVET เรื่อง "นวัตกรรมอาชีวศึกษาสู่ Thailand 4.0"

A1-001

การประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษา ระดับชาติ ครั้งที่ 1
วันที่ 24 – 25 มีนาคม 2560 จังหวัดอุดรธานี

1st National Conference on Vocational Education Innovation and Technology
March 24-25, 2017 , Udon Thani , THAILAND

เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

Evaporator-Washer and Inspection by Snake Scope Camera

ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ภาณุกร ภูมิลา และ สุชาวัชร์ ธรรมจารุรัตน์

สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope กำหนดให้ใช้เหล็กกล่องขนาด 2 นิ้ว กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 59 x 58.5 x 70 เซนติเมตร พร้อมด้วยอุปกรณ์ ผู้วิจัย ได้ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ รุ่น DA 40 ทำการวัดอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสารรถยนต์ ในตำแหน่งความเร็วพัดลมที่ 1-4 และจับเวลาทุกๆ 1 นาที จนครบ 5 นาที โดยเริ่มต้นการทดลองใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสกปรกของชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้าง และใช้น้ำฉีดล้าง ทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นจากปั๊มแรงดันต่ำ ประมาณ 35 บาร์ เพื่อล้างทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่เกาะติดอยู่ที่ชุดคอยล์เย็น ให้เกิดการอ่อนตัว ใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นฉีดล้างทำความสะอาดและทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เสร็จแล้วใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดอีกครั้ง และใช้ลมเป่าชุดคอยล์เย็นให้แห้ง จากนั้นใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดของชุดคอยล์เย็นอีกครั้ง ผลการวิจัยพบว่าตำแหน่งที่ 1 อุณหภูมิลดลง 1.2 °C ความเร็วลมสูงขึ้น 2.2 m/s ตำแหน่งที่ 2 อุณหภูมิลดลง 1.5 °C ความเร็วลมสูงขึ้น 1.7 m/s ตำแหน่งที่ 3 อุณหภูมิลดลง 1.3 °C ความเร็วลมสูงขึ้น 10.8 m/s ตำแหน่งที่ 4 อุณหภูมิลดลง 4.2 °C ความเร็วลมสูงขึ้น 3.9 m/s จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมหลังล้างชุดคอยล์เย็นพบว่าประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ ปรับอากาศรถยนต์นั้นดีขึ้น อุณหภูมิลดต่ำลงและมีความเร็วลมสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนล้างแล้วมีผลแตกต่าง อยู่ที่ 32%

คำสำคัญ เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope , ชุดคอยล์เย็น, กล้อง Snake Scope

การประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาระดับชาติครั้งที่ 1

หัวข้อ นวัตกรรมอาชีวศึกษาสู่ THAILAND 4.0 ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ อุดรธานี

วันที่ 24 มีนาคม 2560

โปรแกรมนำเสนอรูปแบบบรรยาย

ORAL PRESENTATIONS SCHEDULE

กลุ่มอุตสาหกรรม เครื่องกล ยานยนต์	ห้องประชุม : น้ำโสม 1
ประธานห้องนำเสนอผลงาน: ผอ.ดร.สมชาย ธำรงสุข	รองประธาน: ดร.พุทธ ธรรมสุนา

ลำดับ	รหัส	เวลานำเสนอ	หัวข้อเรื่อง	ผู้นำเสนอ	หน้า
1	A1-001	12.45-13.00	เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope	ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์ ภาณุกร ภูมิลา สุชาวัชร์ ธรรมจารุรัตน์	39-45
2	A1-002	13.00-13.15	การศึกษาความเป็นไปได้ของการทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์ถอนหัวมันสาปะหลัง	อาคม ปาสีโล	46-51
3	A1-004	13.15-13.30	ชุดฝึกทักษะขันน็อทและโบล์	ว่าที่ รต.ชัชวาลย์ ป้อมสุวรรณ	52-55
4	A1-007	13.30-13.45	การอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรโดยใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ	ถาวร ราชรองเมือง ทวีวัฒน์ สุภารส	56-60
5	A1-008	13.45-14.00	คานรอกเลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์	อภิรักษ์ คาผง ศักดา จันทะ ถาวร ราชรองเมือง อนุสรณ์ ดวงกระสินธุ์	61-69
6	A1-009	14.00-14.15	เครื่องช่วยเคลื่อนย้ายรถยนต์ขณะล็อคล้อ	จิรศักดิ์ ศรีระษา อนุวัฒน์ จันทจร ปริญญา คำชาย อนุสรณ์ ดวงกระสินธุ์	70-76
7	A1-010	14.15-14.30	เครื่องยกล้อรถบรรทุกแบบเฟืองเกลียวขับด้วยมอเตอร์สตาร์ท DC.12 โวลต์	ธนกร ดวงเพียราช อาทิตย์ ตางจงราช มนัส ดิลกลาภ ถาวร ราชรองเมือง	77-85
8	A2-001	14.30-14.45	รูปแบบการจัดการเครือข่ายการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะฝีมือผู้เรียนสาขางานแม่พิมพ์	ศรายุธ ทองอุทัย สมศักดิ์ บุญโพธิ์	86-92

ผู้วิจัยได้เข้าร่วมงานประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 1
วันที่ 24-25 มีนาคม 2560 จังหวัดอุดรธานี

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย
เรื่อง เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์และตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

รับมอบเกียรติบัตรจากท่านผู้ทรงคุณวุฒิ

1st NCVET

การประชุมวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 1

1st National Conference on Vocational Education Innovation and Technology : 1st NCVET

"นวัตกรรมอาชีวศึกษาสู่ Thailand 4.0"

มอบเกียรติบัตรนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ว่าที่ ร.ท.ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์

ผู้นำเสนอผลงานวิชาการ

ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ระหว่างวันที่ 23-25 มีนาคม พ.ศ.2560

ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซนเตอร์ อุดรธานี

ให้ไว้ ณ วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2560

ดร.วรวิทย์ ศรีตระกูล

ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร 1

ประธานคณะกรรมการจัดงาน

ดร.สุเทพ ชิดยวงษ์

เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

Thailand 4.0

ได้รับเกียรติบัตร ผู้นำเสนอผลงานวิชาการ

2. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา
ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2560

ที่ ศธ ๐๖๒๔/ว ๑๙๒

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
ภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
อ. เมือง จ. หนองคาย ๔๓๐๐๐

๓๐ มีนาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอมอบวารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๒

เรียน คุณชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. วารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๒ จำนวน ๑ เล่ม
๒. แบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามที่สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑-๕ ได้จัดตั้งวารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา โดยจัดพิมพ์ในรูปแบบรูปเล่ม และในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นช่องทางเผยแพร่ผลงานวิชาการของทั้งบุคลากรสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และบุคคลอื่นที่สนใจสร้างสรรค์ผลงานวิชาการนวัตกรรมอาชีวศึกษา โดยมีนโยบายการจัดพิมพ์วารสาร (Aim & Scope) คือ การเป็นสื่อกลางเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและนวัตกรรม ที่นำไปสู่การพัฒนาการอาชีวศึกษา และการนำองค์ความรู้ด้านการอาชีวศึกษา ผ่านกระบวนการวิจัยและนวัตกรรม นำไปสู่การพัฒนาของสถานประกอบการ ชุมชน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศ บริหารธุรกิจ และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอาชีวศึกษา นั้น

ในการนี้ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑ ได้ดำเนินการจัดพิมพ์วารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๒ เรียบร้อยแล้ว จึงขอมอบวารสารวิจัยฯ ดังกล่าวมายังผู้เขียนบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา ปีที่ ๑ ฉบับที่ ๒ เพื่อใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนการศึกษาค้นคว้าต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวรวิทย์ ศรีตระกูล)
ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑

สำนักงานสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑
ภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
โทร/โทรสาร ๐ ๔๒๔๑ ๑๔๔๗
AMS e-office : สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑

หนองคาย ***"เกษตรอุตสาหกรรมวัฒนธรรมรุ่งเรือง เมืองท่องเที่ยวลุ่มแม่น้ำโขง"***

วารสารวิจัยและนวัตกรรม
การอาชีวศึกษา
VE-IRJ
Vocational Education Innovation and Research Journal:
ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2560
Vol.1 No.2 July - December 2017
บทความพิเศษ
- สถานประกอบการกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของระบบทวิภาคีอย่างมีคุณภาพ
บทความวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา
- อุปกรณ์เตือนการชโมยรถจักรยานยนต์
- การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมการใช้โปรแกรม TPOS
- เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope
- พัฒนารูปแบบการเรียน การสอนโดยใช้กรณีศึกษาในการส่งเสริมความสามารถการคิดวิเคราะห์
วิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย รหัส 2001-1004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
- ผลของการปรับผิวเส้นใยต่อสมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของคอมโพสิต
เส้นใยใบสับปะรดและพอลิแล็กติกแอซิด
- การบูรณาการโครงการบริการทางวิชาการกับกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมจิตสาธารณะ
- การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ในการเขียนโปรแกรมงานระบบอุตสาหกรรมและงานคลังสินค้า
ในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ด้วยการสอนบน Padlet
- การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกทางเทคโนโลยีสารสนเทศ
เพื่อการจัดการอาชีพ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงทางการบัญชี
- การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องจ่ายคลอรีนจากปริมาณน้ำ
- ผลของนโยบายลดภาษีนิติบุคคลต่อ GDP ของประเทศไทย
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1-5
ISSN : 2586-9302
Institute of Vocational Education : Northeastern Region 1-5

เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope
Evaporator-Washer and Inspection by Snake Scope Camera

ชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์[1,*] ภาณุกร ภูมิลา[2] และสุชาวัชร์ ธรรมจารุรัตน์[3]

*[*123]สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพ เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope กำหนดใช้เหล็กกล่องขนาด 2 นิ้ว กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 59 x 58.5 x 70 เซนติเมตร พร้อมด้วยอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจ จับอุณหภูมิ รุ่น DA 40 ทำการวัดอุณหภูมิ และความเร็วลมภายในห้องโดยสารรถยนต์ ในตำแหน่งความเร็วพัดลมที่ 1-4 และจับเวลาทุกๆ 1 นาที จนครบ 5 นาที โดยเริ่มต้นการทดลองใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสกปรกของชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้าง และใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น จากปั๊มแรงดันต่ำ ประมาณ 35 บาร์ เพื่อล้างทำความสะอาดสิ่งสกปรก ที่เกาะติดอยู่ที่ชุดคอยล์เย็นให้เกิดการอ่อนตัว ใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ฉีดล้างทำความสะอาด และทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เสร็จแล้วใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดอีกครั้ง และใช้ลมเป่าชุดคอยล์เย็นให้แห้ง จากนั้นใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดของชุดคอยล์เย็นอีกครั้ง ผลการวิจัยพบว่าตำแหน่งที่ 1 อุณหภูมิลดลง 1.2°C ความเร็วลมสูงขึ้น 2.2 m/s ตำแหน่งที่ 2 อุณหภูมิลดลง 1.5°C ความเร็วลมสูงขึ้น 1.7 m/s ตำแหน่งที่3 อุณหภูมิลดลง 1.3°C ความเร็วลมสูงขึ้น 10.8 m/s ตำแหน่งที่ 4 อุณหภูมิลดลง 4.2 °C ความเร็วลมสูงขึ้น 3.9 m/s จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิและความเร็วลมหลังล้างชุดคอยล์เย็นพบว่าประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์นั้นดีขึ้น อุณหภูมิลดต่ำลงและมีความเร็วลมสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนล้างแล้วมีผลแตกต่าง อยู่ที่ 32%

คำสำคัญ : ชุดคอยล์เย็น, กล้อง Snake Scope, ปั๊มน้ำ

Abstract

The purpose of this research was to design and efficiency a evaporator-wash and inspection by snake scope camera. It made of 2 inch steel box (wide x long x high = 59 x 58.5 x 70 centimeters) and equipment. The researchers compared temperature and wind speed before and after clean an evaporator set. We got an anemometer and temperature detector (Models DA 40) measured temperature and wide speed in passenger seat in the first-fourth fan speed position, and we have reckoned time every a minute until five minutes. The researchers checked evaporator that dirty before cleaning. We spayed an evaporator by a pump light pressure (about 35 bar) to make the dirty stain stuck weaken. Then, we cleaning

solution and soak an evaporator (prepare to soak about 3-5 minutes) . After that, it was sprayed and dried again, and we used Snake Scope camera for check cleanliness. The results showed that the first position, the temperature get 1.2°C dropped and the wind speed get 2.2 m/s increased. The second position, the temperature get 1.5°C dropped and the wind speed get 1.7 m/s increased. The third position, the temperature get 1.3°C dropped and the wind speed get 10.8 m/s increased. And the last position, the temperature get 4.2°C dropped and the wind speed get 3.9 m/s increased. From the information, we found that the performance of the automotive air conditioning system is better. The temperature is dropped and the wind speed is increased. It is compared with the pre-wash, then there is 32% difference.

Keywords : Evaporator, Snake scope camera, Pumps.

1. บทนำ

เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อน และมลภาวะทางอากาศที่มี มากในปัจจุบันนั้น ทำให้รถยนต์ทุกคันมีความจำเป็นในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศไว้ภายในรถยนต์ และเปิดใช้งานเป็นประจำทุกๆวัน ในขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงาน ไม่ว่าจากภายในหรือภายนอกห้องโดยสารจะมีฝุ่นละออง สิ่งสกปรก และกลิ่นไม่พึงประสงค์ปะปนเข้ามา เมื่อเปิดสวิตช์พัดลมทำงาน ก็จะดูดอากาศและเป่าผ่านครีบชุดคอยล์เย็นที่เปียกชื้น เพราะดูดความชื้นจากอากาศ จึงทำให้ฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกที่ปะปนมากับอากาศ ผสมกับความชื้น จึงแปรสภาพเป็นคราบโคลนสกปรก เกาะติดที่ครีบของชุดคอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศ เป็นสาเหตุทำให้ชุดคอยล์เย็น เกิดการ อุดตัน และทำให้ลมเย็นนั้น ไม่สามารถไหลผ่านได้สะดวก ทำให้ประสิทธิภาพ การทำงานของระบบปรับอากาศลดลง ถ้าสะสมไว้นานๆ จะส่งผลเสียต่อระบบปรับอากาศ และสุขภาพของผู้ขับขี่รถยนต์ และส่งผลกระทบอีกหลายๆอย่าง เช่น สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น เพราะคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศรถยนต์ทำงานหนักขึ้น เพื่อให้ได้ความเย็นเท่าเดิม และถ้าหากปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานาน ชุดคอยล์เย็นจะเกิดการอุดตันมากขึ้น ละลมเย็นไม่สามารถเป่าผ่านไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธรรมฤทธิ์ วนิชเรืองชัย [2] เทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศรถยนต์ มีการเปลี่ยนแปลงก้าว หน้าไปอย่างรวดเร็ว เมื่อเราใช้ไประยะเวลาหนึ่งจำเป็นจะ ต้องทำการซ่อมบำรุง หรือ การบริการเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำ สะดวก และรวดเร็ว ในการให้บริการซ่อมให้ทันกับปริมาณรถยนต์ที่เพิ่ม ขึ้น และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่นำมาใช้กับเครื่องปรับอากาศรถยนต์ ซึ่งมีขั้นตอนในการให้บริการเครื่องปรับอากาศรถยนต์ และมีความจำเป็นที่จะต้องทำการถอดล้างทำความ สะอาดชุดคอยล์เย็นโดยทำการถอดชุดคอนโซลและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างทำความสะอาดภายนอก และจะต้องปล่อยสารความเย็นออกจากระบบ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเกิดภาวะโลกร้อนตามมา

จากการศึกษา วิธีการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ในปัจจุบันที่นิยมใช้กันอยู่จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบถอดคอยล์เย็นออกมาล้างภายนอก และแบบไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทั้ง 2 แบบพบว่า แบบถอดคอยล์เย็นออกมาล้างภายนอกจะมีข้อเสียมากกว่า คือมีขั้นตอนยุ่งยาก และใช้เวลานานในการให้บริการในแต่ละครั้ง ต้องถอดชุดคอนโซลออกก่อน ถึงจะทำการถอดชุดคอยล์เย็นออกมา

ล้างทำความสะอาดภายนอกได้ ซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์ชำรุดเสียหายได้ และจะต้องมีการปล่อยสารความเย็นออกจากระบบก่อน จะส่งผลเสียต่อระบบนิเวศทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน และจะต้องเติมสารทำความเย็นกลับเข้าไปใหม่อีก ถ้าช่างขาดความชำนาญ อาจจะทำให้อุปกรณ์อย่างอื่นชำรุดเสีย หายได้ ในการให้บริการแต่ละครั้งค่าบริการประมาณ 3,000 - 6,000 บาท ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของการถอด-ประกอบเมื่อนำรถยนต์ไปทำการล้างคอยล์เย็นแต่ละครั้ง จะใช้เวลา นานในการให้บริการ 3-5 ชั่วโมง แต่วิธีการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์ แบบไม่ต้องถอด จะมีข้อดีมาก กว่า คือไม่ต้องปล่อยสารความเย็นทิ้งจากระบบ ไม่ต้องถอดชุดคอนโซลออกทั้งหมด เพื่อทำการถอดชุดคอยล์เย็น ช่วยลดขั้นตอนในการปฏิบัติงาน จะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า บริษัทเอกชนได้ผลิตเครื่องล้างแอร์รถยนต์ ยี่ห้อคูลเทค (Cool-TEX) [10] การล้างแอร์แบบไม่ต้องถอดตู้แอร์ เป็นเทคโนโลยีใหม่ในการล้างแอร์รถยนต์ที่ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย และยังได้ความสะอาดที่ทัดเทียมกับการล้างแอร์รถยนต์แบบเก่า ซึ่งจะเสียเวลา นานกว่า เสียค่าใช้จ่ายมากกว่า และยังมีโอกาสทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์บางชนิดได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัย คือ ระบบล้างแอร์รถยนต์แบบไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็น ออกมาทำการล้างภายนอก จะใช้ปั๊มน้ำแรงดันสูงฉีดล้างทำความสะอาดที่ชุดคอยล์เย็น ใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และปล่อยทิ้งประมาณ 5-10 นาที ก็จะใช้น้ำสะอาดฉีดล้างทำความสะอาดอีกครั้ง ซึ่งจะช่วยลดขั้นตอน ในการล้างชุดคอยล์เย็น และจะใช้เวลาน้อยกว่าการล้างแบบเดิม

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดค้นออกแบบและสร้างเครื่องล้างชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope ขึ้นเพื่อช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอน การล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ที่มีขั้นตอนในการปฏิบัติที่ยุ่งยาก ทำให้ช่วยลดขั้นตอน และช่วยลดระยะเวลา ในการถอดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ซึ่งจะใช้เวลาน้อยกว่าและมีความสะดวกสบายมากกว่า โดยจะใช้กล้อง Snake Scope ส่องตรวจสอบสภาพภายในห้องชุดคอยล์เย็นที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ซึ่งจะใช้สำหรับตรวจสอบสภาพ ของชุดคอยล์เย็นใน เครื่องปรับอากาศของรถยนต์ ก่อนทำการล้าง และหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยจะใช้ปั๊มน้ำแรงดันต่ำฉีดน้ำ เพื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยฉีดน้ำให้เป็นฝอยละออง ฉีดล้างคราบสกปรกให้เกิดการอ่อนตัว และ ใช้น้ำยา ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ฉีดล้างทำความสะอาดอีกครั้ง โดยการฉีดให้เป็นฝอยละอองที่ชุดคอยล์เย็น แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที จากนั้นปล่อยให้น้ำยาย่อยสลายคราบสกปรก ออกจากชุดคอยล์เย็น แล้วใช้น้ำสะอาดจากปั๊มแรงดันต่ำฉีดล้างทำความสะอาดคราบสกปรก ออกจากชุดคอยล์เย็นให้หมด เสร็จแล้วใช้กล้อง Snake Scope ส่องตรวจสอบสภาพของชุดคอยล์เย็นหลังทำการล้างอีกครั้ง ซึ่งจะสามารถแสดงภาพการตรวจสอบได้บนจอ มอนิเตอร์ เมื่อเห็นว่าชุดคอยล์เย็นมีความสะอาดพอแล้ว ก็จะใช้ลมเป่าทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นให้แห้งอีกครั้ง รวมทุกขั้นตอนแล้ว จะใช้เวลาในการปฏิบัติงานประมาณ 1 ชั่วโมง ต่อรถยนต์ 1 คัน ซึ่งจะทำให้ช่วยลดขั้นตอน ในการถอดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ทำให้ประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน ส่งผลดีต่อผู้ใช้รถยนต์ให้มีสุขภาพที่ดี ลดปัญหาการปล่อยสารความเย็นทิ้ง ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการให้บริการ แต่ละครั้งเหลือแค่ 500-800 บาท

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบสร้างเครื่องล้างชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 เมื่อล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นรถยนต์แล้วจะทำให้ประสิทธิภาพ ในการทำความเย็นในห้องโดยสารเพิ่มสูงขึ้น โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมและวัดอุณหภูมิ ทำการวัดเปรียบเทียบก่อน-หลัง

3.2 ไม่ต้องถอดชุดคอยล์เย็นของระบบปรับอากาศรถยนต์ ออกมาล้างทำความสะอาดภายนอก

3.3 ล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นในระบบปรับอากาศรถยนต์ ใช้เวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง 30 นาที ต่อรถยนต์ 1 คัน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการวางแผนปฏิบัติงานนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

4.1.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องจากหนังสือเรียน วารสาร สื่อสิ่งพิมพ์ เว็บไซต์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1.2 ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

ขอคำแนะนำจากครู อาจารย์ ประจำสาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย และช่างประจำศูนย์ บริการรถยนต์ต่างๆในจังหวัดหนองคาย

4.2 การออกแบบโครงสร้าง

ขั้นตอนการดำเนินงานการออกแบบและสร้างเครื่องล้างชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope ผู้จัดทำได้แบ่งลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1 เหล็กเสาหลัก

กำหนดขนาดความสูงเท่ากับ 70 เซนติเมตร ตัดให้ได้จำนวน 4 ท่อน

4.2.2 เหล็กยึดโครงสร้างด้านขนาน

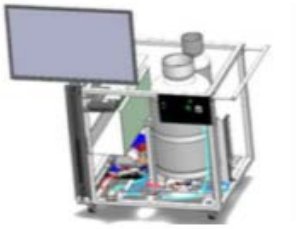
กำหนดขนาดความยาวเท่ากับ 59 เซนติเมตร ตัดให้ได้จำนวน 4 ท่อน

4.2.3 เหล็กยึดโครงด้านข้าง

กำหนดขนาดความยาวเท่ากับ 58.5 เซนติเมตร แล้วตัดให้ได้จำนวน 4 ท่อน

4.2.4 ออกแบบโครงสร้างของชิ้นส่วนเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้องกล้อง Snake scope

ผู้จัดทำจึงได้ออกแบบยึดหลักการของการออก แบบ คือ คงทน โครงสร้างไม่สลับซับซ้อน ใช้งานได้ดี ต้นทุนในการผลิตต่ำ และมีความปลอดภัยในการใช้งานสูง



รูปที่ 1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake scope

4.3 ขั้นตอนการสร้าง

เตรียมวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบด้วยกล้อง Snake scope และเริ่มดำเนินการสร้างเครื่องนี้ขึ้น ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

4.3.1 สร้างแท่นยึดปั๊มน้ำแรงดันต่ำ

ใช้เหล็กฉากหนาขนาด 2 มิลลิเมตร วัดความยาวได้ 50 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน จากนั้นให้เจาะรูยึดปั๊มน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูยึดปั๊มน้ำเท่ากับ 10 มิลลิเมตร วัดขนาดความกว้างจากเหล็กคานด้านข้าง ให้มีความยาว 45 เซนติเมตร และเหล็กแท่นยึดปั๊มน้ำชิ้นที่ 1 ให้มีขนาด 14 เซนติเมตร จากนั้นทำการเชื่อมยึดให้แน่น ส่วนเหล็กแท่นยึดปั๊มน้ำชิ้นที่ 2 วัดระยะห่างจากเหล็กแท่นยึดชิ้นที่ 1 ออกมาให้มีระยะห่างเท่ากับ 9 เซนติเมตร จากนั้นทำการเชื่อมยึดติดให้แน่น

4.3.2 สร้างแท่นยึดถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็นและถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด

ถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด มีขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลางเท่ากับ 30 เซนติเมตร ความสูง 55 เซนติเมตร และถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 15 เซนติเมตร สูงประมาณ 35 เซนติเมตร ใช้เหล็กฉากหนา 2 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 45 เซนติเมตร ตัดเหล็กให้ได้จำนวน 4 ท่อน เพื่อทำเป็นเสาหลักของแท่นจับยึด ตัดเหล็กจับยึดถัง จำนวน 4 เส้น โดยใช้เหล็กแผ่นเรียบที่มีขนาดความหนา 2 มิลลิเมตร ยึดถังบรรจุน้ำล้างชุดคอยล์เย็น และถังบรรจุน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยกำหนดขนาดความกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 20 x 30 x 45 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 30 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร เชื่อมยึดติดเข้าด้วยกัน

4.3.3 สร้างชุดพับเก็บจอมอนิเตอร์

ใช้เหล็กหนาขนาด 2 มิลลิเมตร มีความกว้าง 2 เซนติเมตร มีความยาว 70 เซนติเมตร ตัดจำนวน 2 ท่อน และตัดเหล็กความยาว 30 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และเจาะรูที่เหล็กฉากมีความยาวเท่ากับ 30 เซนติเมตร เพื่อสร้างเป็นเสาหลักของคานเลื่อนโดยนำมุมฉากของเหล็กด้าน นอกประกอบเข้าด้วยกันทั้ง 2 ข้าง โดยมีแผ่นรองขั้นกลาง ขนาดความกว้างเท่ากับ 2 เซนติเมตร และ ความยาว 4 เซนติเมตร ใช้รองด้านปลายสุดของเหล็กฉากทั้ง 2 ด้าน เพื่อให้มีช่องว่าง พอดีกับคานเลื่อน ขนาดความยาวเท่ากับ 30 เซนติเมตร จากนั้นทำการยึดด้วยสกรูให้แน่น ทำคานเลื่อน ความยาวขนาด 30 เซนติเมตร ประกอบเข้าด้วยกันทั้ง 2 ด้าน ใช้แผ่นรองสอดคั้นตรงกึ่งกลาง เพื่อให้มีช่องว่างประกอบเข้ากับเสาเลื่อนให้พอดี เพื่อให้จังหวะทำการเลื่อนขึ้นลง จะได้ไม่แกว่งไปมา หรือ เกิดการสั่นคลอน ตัดเหล็กความยาว 4.5 เซนติเมตร เพื่อนำมายึดติดกับเหล็กคานเลื่อน มีความยาว 30 เซนติเมตร เพื่อทำเป็นปลอกรับเสาเลื่อนสำหรับจอมอนิเตอร์ จากนั้นใช้เหล็กกลมขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร วัดให้ได้ขนาดความยาว 30 เซนติเมตร แล้วตัดมาทำเป็นเสาเลื่อนจอมอนิเตอร์ นำมาประกอบเข้ากับเหล็กบานพับที่จอมอนิเตอร์ให้แน่น

4.3.4 ประกอบแท่นยึดถังบรรจุน้ำยาและถังน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

ประกอบแท่นจับยึด ถังบรรจุน้ำยาและถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นเข้ากับที่จับยึดที่ได้ สร้างขึ้นให้แน่น

4.3.5 ประกอบวาล์วน้ำ

ประกอบวาล์วน้ำทางด้านส่งออกไปยังปั๊มน้ำแรงดันต่ำเข้ากับถังบรรจุน้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น

4.3.6 ประกอบวาล์ว 3 ทาง

ประกอบวาล์ว 3 ทาง เพื่อป้อนน้ำเข้าปั๊มน้ำ โดยผ่านทางสายยาง เข้าสู่ถังน้ำยา และถังน้ำล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

4.3.7 ประกอบปั๊มน้ำแรงดันต่ำ

ประกอบปั๊มน้ำแรงต่ำเข้ากับแท่นจับยึดปั๊มน้ำให้แน่น โดยใช้แผ่นยางรองป้องกันการสั่นสะเทือนจากการทำงาน

4.3.8 ประกอบกล่องแปลงสัญญาณ XGA to TV box เข้ากับจอมอนิเตอร์

4.3.9 ประกอบชั้นวางกล่องเครื่องมือ

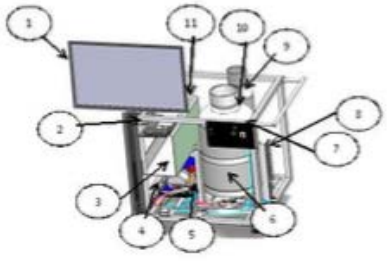
ประกอบชั้นวางกล่องเครื่องมือ และกล่องกล้อง Snake scope เข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

4.3.10 ประกอบชุดวงจรไฟฟ้า

ประกอบชุดวงจรไฟฟ้าเข้ากับเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสภาพด้วย Snake scope

4.3.11 ส่วนประกอบเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake scope ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. จอมอนิเตอร์
2. กล่องแปลงสัญญาณ
3. ปั๊มน้ำแรงดันต่ำ
4. วาล์วสายหัวฉีด
5. วาล์วน้ำไหลกลับ
6. วาล์วปล่อยน้ำเข้าปั๊มแรงดันต่ำ
7. ชุดสวิตช์ควบคุมการทำงาน
8. เกจวัดระดับน้ำ
9. ถังบรรจุน้ำยาล้างคอยล์เย็น 4.5 ลิตร
10. ถังบรรจุน้ำล้างทำความสะอาด 35 ลิตร
11. ชั้นวางเครื่องมือ



รูปที่ 2 ส่วนประกอบเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake scope

4.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการวิจัยครั้งนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake scope ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

4.4.1 เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วย Snake scope

4.4.2 เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ

4.4.3 นาฬิกาจับเวลา

4.4.4 น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

4.4.5 ถาดรองน้ำทิ้ง

4.5 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.5.1 เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่

1. เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope
2. น้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น
3. เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความเร็วลม
4. นาฬิกาจับเวลา
5. ถาดรองน้ำทิ้ง
6. ปลั๊กไฟฟ้า
7. น้ำสะอาดใช้ล้างชุดคอยล์เย็น
8. น้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น
9. ไขควงแบน
10. ไฟส่องสว่าง
11. ผ้าเช็ดมือ
12. ปืนลมทำความสะอาด

4.5.2 วิธีการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

1) ขั้นตอนที่ 1

ทำการตรวจวัดอุณหภูมิและวัดความเร็วลมภายนอกรถยนต์แล้วทำการเก็บผลนำค่าที่วัดได้ไปเปรียบ เทียบกับอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสาร ก่อนทำการล้างทำความสะอาด ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาด ชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

รูปที่ 3 วัดอุณหภูมิและความเร็วลมภายนอกห้องโดยสารรถยนต์

2) ขั้นตอนที่ 2

ทำการตรวจวัดอุณหภูมิและความเร็วลมในแต่ละตำแหน่งของพัดลม ความเร็ว 1-4 และทำการบันทึกค่าเอาไว้ก่อนทำการล้าง ชุดคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope เพื่อนำค่าที่วัดได้ก่อนทำการล้าง ไปเปรียบ เทียบหาประสิทธิภาพกับค่าที่วัดได้ หลังจากทำการล้างด้วยเครื่องนี้

รูปที่ 4 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสารก่อนทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

3) ขั้นตอนที่ 3

ทำการถอดชุดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับ เพื่อทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

รูปที่ 5 ถอดชุดคอนโซลด้านหน้าตำแหน่งที่นั่งด้านข้างคนขับออก

4) ขั้นตอนที่ 4

หลังจากทำการถอดชุดคอนโซลออกเรียบร้อยแล้ว ให้ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกมาไว้ด้านนอกด้วย เพื่อให้ มีพื้นที่ในการปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกและสามารถมองเห็น ชุดคอยล์เย็นได้อย่างชัดเจน

รูปที่ 6 ถอดลิ้นชักที่เก็บของออกจากคอนโซลหน้ารถยนต์

5) ขั้นตอนที่ 5

ถอดเทอร์โมสตัตออกจากชุดคอยล์เย็นเพื่อใช้ในการตรวจสอบและล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

รูปที่ 7 ถอดเทอร์โมสตัตออกก่อนทำการตรวจสอบและล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น

6) ขั้นตอนที่ 6

ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบสภาพภายในชุดคอยล์เย็น เพื่อทำการประเมินก่อนว่ามีความสกปรก มากน้อยเพียงใดภายในชุดคอยล์เย็นก่อนจะทำการล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

รูปที่ 8 การตรวจสอบชุดคอยล์เย็นด้วยกล้อง Snake Scope ก่อนทำการล้าง

รูปที่ 9 ตรวจสอบสภาพชุดคอยล์เย็นก่อนทำการล้างทำความสะอาดด้วยกล้อง Snake Scope

7) ขั้นตอนที่ 7

ทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น ด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope และใช้น้ำสะอาดฉีดล้างคราบโคลนสิ่งสกปรกที่ติดฝังแน่นอยู่ที่คอยล์เย็น ให้เกิดการอ่อนตัวก่อน เสร็จแล้วใช้น้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นฉีดซ้ำเข้าไปอีกครั้ง และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที

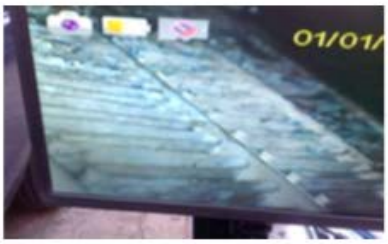
รูปที่ 10 ฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยน้ำยา

รูปที่ 11 การฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นด้วยน้ำยา และทำการตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope ผ่านจอมอนิเตอร์

8) ขั้นตอนที่ 8

เมื่อฉีดน้ำยาล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาทีแล้ว ให้ใช้น้ำสะอาดฉีดล้างคราบสกปรกจะหลุดออกจากคอยล์เย็นจนหมด จากนั้นใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบชุดคอยล์เย็นอีกครั้งว่าสะอาดพอหรือยัง ถ้าสะอาดดีแล้วใช้ลมเป่าคอยล์เย็นให้แห้ง แล้วทำการประกอบอุปกรณ์กลับเข้าไปเหมือนเดิม

รูปที่ 12 ใช้น้ำสะอาดฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์



รูปที่ 13 ใช้กล้อง Snake Scope ตรวจสอบความสะอาดชุดคอยล์เย็นอีกครั้งผ่านจอมอนิเตอร์ก่อนทำการประกอบอุปกรณ์อื่นๆ

9) ขั้นตอนที่ 9

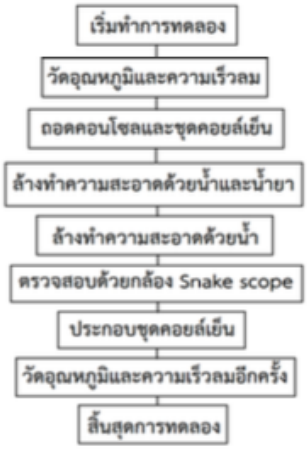
ประกอบสวิตช์เทอร์โมสตัต และลิ้นชักที่เก็บของเข้ากับชุดคอนโซลหน้ารถยนต์ และทำการตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง

รูปที่ 14 ประกอบลิ้นชักที่เก็บของเข้ากับชุดคอนโซลหน้ารถยนต์และทำการตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง

10) ขั้นตอนที่ 10

เก็บผลการทดลองจากการตรวจวัดอุณหภูมิและความเร็วลมในแต่ละตำแหน่งพัดลม ความเร็ว 1-4 และทำการบันทึกค่าหลังทำการล้างชุดคอยล์เย็นด้วยเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope เพื่อนำค่าที่วัดได้หลังทำการล้างไปเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพกับค่าที่วัดได้ก่อนทำการล้าง

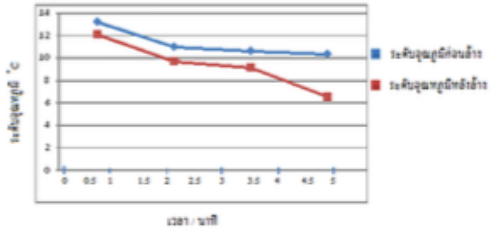
รูปที่ 15 เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสารหลังทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น



รูปที่ 16 แผนภูมิขั้นตอนการทดลอง

5. ผลการวิจัย

จากผลการทดลอง การล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น โดยทำการวัดอุณหภูมิและความเร็วลมก่อนและหลัง ทำความสะอาดชุดคอยลเย็นโดยวัดวัดอุณหภูมิและความเร็วลมตำแหน่งละ 1 นาที ภายใน 5 นาที ซึ่งการทดลองได้ทำการหาตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปรง ของการทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ ได้แก่ น้ำยาล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น และ น้ำใช้สำหรับล้างทำความสะอาดคอยล์เย็น และแรงดันในการฉีดล้าง ของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snake Scope



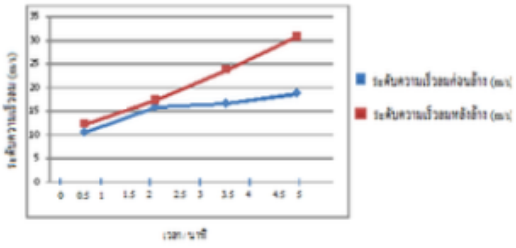
รูปที่ 17 เปรียบเทียบอุณหภูมิก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทดสอบยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP

จากรูปที่ 17 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าผลการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิก่อนล้าง และหลังล้างชุดคอยล์เย็นทดสอบกับรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP รถยนต์ประเภทกระบะ ในช่วงก่อนทำการล้างคอยล์เย็น ได้ทำการวัดค่าอุณหภูมิก่อนล้างเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงกับระดับอุณหภูมิก่อนและหลังล้าง โดยการจับเวลา ตำแหน่งของระดับความเย็นของสวิตช์ควบคุม ตำแหน่งละ 1 นาที ภายในระยะเวลา 5 นาที

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอุณหภูมิก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทดสอบยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP

เวลา / 5 นาที	Speed 1 อุณหภูมิ $^{\circ}C$	Speed 2 อุณหภูมิ $^{\circ}C$	Speed 3 อุณหภูมิ $^{\circ}C$	Speed 4 อุณหภูมิ $^{\circ}C$
ก่อน	13.2	11.0	10.6	10.3
หลัง	12.0	9.5	9.3	6.1

ผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิก่อนล้าง คือ ตำแหน่ง Speed ที่ 1 = 13.2°C ตำแหน่ง Speed ที่ 2 = 11.0°C ตำแหน่ง Speed ที่ 3 = 10.6°C ตำแหน่ง Speed ที่ 4 = 10.3°C จากการวิเคราะห์พบว่า ประสิทธิในการทำงานของระบบปรับอากาศอุณหภูมิภายในห้องโดยสาร ยังไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนด อาจเป็นเพราะประสิทธิภาพการเป่าลมเย็น ยังไม่เต็มที่ เพราะการอุดตันที่ครีบคอยล์เย็น จึงได้ทำการตรวจสอบด้วยกล้อง Snake Scope พบว่ามีคราบสกปรกเกาะติดตันที่ช่องลมเย็น ทำให้ไม่สามารถระบายลมเย็นออกมาได้ ต่อมาทำการล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นสะอาดเรียบร้อย แล้วทำการวัดค่าอุณหภูมิ หลังล้างทำความสะอาดได้ค่าดังต่อไปนี้ ตำแหน่ง Speed ที่ 1 = 12.0°C ตำแหน่ง Speed ที่ 2 = 9.5°C ตำแหน่ง Speed ที่ 3 = 9.3°C ตำแหน่ง Speed ที่ 4 = 6.1°C จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิหลังล้างพบว่า ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ ปรับอากาศนั้นดีขึ้น และอุณหภูมิลดต่ำลงความเร็วลมสูงขึ้น ไม่มีการอุดตันในระบบ ทำให้การทำงานของระบบปรับอากาศรถยนต์ มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนล้าง



รูปที่ 18 เปรียบเทียบความเร็วลมก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP

จากรูปที่ 18 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าผลการทดลองเปรียบเทียบ ความเร็วลมก่อนและหลังล้างชุดคอยล์เย็น ทดสอบกับรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อยีห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP รถยนต์ประเภทกระบะ อุณหภูมิภายนอก เท่ากับ 34.7°C ความเร็วลมภายนอกเท่ากับ 45 m/s ก่อนทำการล้างคอยล์เย็น ได้ทำการวัดค่าความเร็วลมก่อนล้างเพื่อนำไปเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงกับความเร็วลมหลังล้าง โดยการจับเวลาแต่ละตำแหน่งของระดับความเย็น ของสวิตช์ควบคุมตำแหน่งละ 1 นาที ภายในระยะเวลา 5 นาที

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความเร็วลมก่อนล้างและหลังล้างทำความสะอาดคอยล์เย็นรถยนต์ทดสอบ ยี่ห้อ TOYOTA รุ่น VIGO CHAMP

เวลา / 5 นาที	Speed 1 ความเร็วลม m/s	Speed 2 ความเร็วลม m/s	Speed 3 ความเร็วลม m/s	Speed 4 ความเร็วลม m/s
ก่อน	10.2	15.4	16.5	18.4
หลัง	12.4	17.1	29.2	30.8

ผลที่ได้จากการวัดความเร็วลมก่อนล้าง คือ ตำแหน่ง Speed ที่ 1 = 10.2 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 2 = 15.4 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 3 = 18.4 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 4 = 26.9 m/s จากการวิเคราะห์พบว่าประสิทธิลมเย็นอยู่ในระดับระดับต่ำ เนื่องจากเกิดการอุดตันที่แผงคอยล์เย็น จึงทำการล้างทำความสะอาดแล้วทำการเก็บผลทดลองค่าความเร็วลมหลังล้าง ค่าที่วัดได้คือ ตำแหน่ง Speed ที่ 1 = 12.4 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 2 = 17.1 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 3 = 29.2 m/s ตำแหน่ง Speed ที่ 4 = 30.8 m/s จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิหลังล้างพบว่า ประสิทธิ ภาพใน

ทำงานสูงขึ้นทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง ความเร็วลมเพิ่มสูงขึ้นปราศจากคราบอุดตันที่เคยมีจึงทำให้การทำงานระบบ ปรับอากาศมีประสิทธิภาพมิดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนล้าง

6. สรุปผล

6.1 สมรรถนะในการฉีดล้างของเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope

จากการใช้งานพบว่า อัตราการฉีดล้างของแรงดันน้ำที่ใช้จริงจะอยู่ที่ 4.2 บาร์ โดยสังเกตดูจากเกจวัดความดัน ที่ถูกติดตั้งระว่างวาล์วหัวฉีดกับปั๊มน้ำแรงดันต่ำแบบลูกสูบชัก ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นอยู่ในระดับที่ดีที่สุด สามารถทำความสะอาดคราบสิ่งสกปรกสะอาดที่สุด ไม่มีผลต่อการเกิดความเสียหายต่อชิ้น ส่วนของชุดคอยล์เย็น

6.2 อุณหภูมิและความเร็วลมภายในห้องโดยสาร

มีการเปลี่ยนแปลงในระดับที่ดีที่สุดหลังจากทำการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น เก็บผลทดลองได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ โดยทำการวัด ที่ระดับความเย็นจากสวิตช์ควบคุมความเย็น 4 ระดับ ใช้เวลาทำการวัดช่วงละ 1 นาที รวมเป็น 5 นาที โดยนำค่าก่อนล้างและหลังล้าง มาทำการสร้างกราฟ เพื่อเปรียบ เทียบหาประสิทธิภาพจากการทดลองของงานวิจัยครั้งนี้ จึงสรุปได้ว่า ความแรงของกระแสลมในระบบมีน้อยเพราะเกิดจากการอุดตันในระบบ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงาน ของระบบปรับอากาศลดลง ส่วนความเร็วลมหลังทำการล้างพบว่าระดับความเร็วลมเพิ่มขึ้น ทำให้ระบบปรับอากาศรถยนต์สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพอุณหภูมิลดลงทำ ให้อุณหภูมิภายในห้องโดยสารเย็นลง ความเร็วลมเพิ่มขึ้นทำ ให้อากาศภายในห้องโดยสารหมุนเวียนได้มากขึ้นในระดับที่ดีที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบกับการล้างชุดคอยล์เย็นแบบเดิมคือการถอดชุดคอยล์เย็นออกมาล้างทำความสะอาดข้างนอก กับการใช้เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope ในการทำงานจะใช้เวลาในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นน้อยกว่า ลดขั้นตอนการถอดประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์และช่วยให้ผู้ใช้บริการ ประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่า

เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น และตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake Scope สามารถใช้ทำความสะอาด คอยล์เย็นระบบปรับอากาศรถยนต์ได้อยู่ในเกณฑ์ดีมากโดยการทดสอบจากผู้ทดลองใช้

รูปที่ 19 เก็บผลทดลองที่สถานประกอบการที่บริษัทมิตซูบิชิเจียงหนองคาย จำกัด

รูปที่ 20 เก็บผลหลังล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นเครื่องปรับอากาศรถยนต์ที่สถานประกอบการบริษัทหนองคายฮอนด้าออโตบิลจำกัดกับรถยนต์ยี่ห้อ HONDA รุ่น CIVIC SEDAN COMPACT CAR

รูปที่ 21 เก็บผลทดลองที่สถานประกอบการณ์ที่บริษัท หนองคายฮอนด้าออโตบิล จำกัด

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การสร้าง

1) วัสดุที่นำมาใช้สร้างเครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นและตรวจสภาพด้วยกล้อง Snake scope ควรจะหาวัสดุที่มีความทนทานต่อแรงดัน และการกัดกร่อนของน้ำยาล้างคอยล์เย็น มีราคาถูก เพื่อที่จะพัฒนาในเชิงพาณิชย์ต่อไป

2) หัวฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็นโดยเฉพาะท่อฉีดล้าง ซึ่งไม่สามารถดัดงอได้ จึงเป็นการยากที่จะ ล้างทำความสะอาดกับรถยนต์หลายๆ ยี่ห้อได้ เนื่องจากรถยนต์สมัยใหม่ๆ ที่ใช้ในปัจจุบันจะมีแบบในการติดตั้งชุดคอยล์เย็นที่ซับซ้อนมากขึ้น จึงขอแนะนำให้ออกแบบสร้างท่อฉีดล้างให้สามารถดัดงอได้ จึงจะช่วยในการเข้าถึงล้างชุดคอยล์เย็นได้ดีขึ้น เพื่อการทำงานสะดวกบายมากขึ้น

7.2 การออกแบบ

1) ควรออกแบบเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสถานที่ต่างๆ ได้สะดวกและดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะเรื่องของน้ำหนักโดยสภาพปัจจุบันนั้น เรื่องการขนย้ายอุปกรณ์ยังเป็นประเด็นสำคัญที่ควรจะปรับปรุง โดยเฉพาะวัสดุที่นำมาใช้สร้าง ควรมีขนาดเบาและสามารถทนทานต่อการรองรับได้ดี จึงจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องของน้ำหนักของตัวอุปกรณ์ในเรื่องการขนย้ายได้ดียิ่งขึ้น

2) ขนาดของตู้ ควรจะปรับขนาดเล็กลงเพื่อลดพื้นที่ในการจัดเก็บ และสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย

3) ควรเสริมอุปกรณ์ดูดทำความสะอาดเข้าไปด้วยเพื่อใช้ในการล้างทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเรื่องคราบสกปรกที่ตกค้างในห้องชุดคอยล์เย็น

เอกสารอ้างอิง

[1] ชนัตพล วิโชติกรุงไกร. 2548, **การสร้างและหาประสิทธิ ภาพชุดฝึกอบรมเครื่องปรับอากาศรถยนต์**, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[2] ธรรมฤทธิ์ วนิชเรืองชัย. 2554, **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมอาชีพช่างซ่อมเครื่องปรับ อากาศรถยนต์,** บทความวิจัย ปีที่ 23 ฉบับที่ 78 เมษายน-มิถุนายน 2554, พัฒนาเทคนิคศึกษา หน้า 83.

[3] วีระศักดิ์ มะโนน้อม, 2549, **งานปรับอากาศรถยนต์,** กรุงเทพฯ : เอมพันพ์.

[4] สวัสดิ์ บุญเถื่อน, 2541, **เครื่องปรับอากาศรถยนต์,** กรุงเทพฯ : ซีเดยูเคชั่น.

[5] สมศักดิ์ สุโมตยกุล, 2545, **เครื่องปรับอากาศรถยนต์,** กรุงเทพฯ : ซีเดยูเคชั่น.

[6] สนอง อิ่มเอม, 2528, **เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศรถยนต์,** กรุงเทพฯ : อัมรินทร์การพิมพ์.

[7] ทวีผล แปงณีวงค์, 2553, **การลดการใช้พลังงานใน ระบบปรับอากาศรถยนต์โดยการชับคูล,** วารสารวิจัย ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2553, หน้า 78-91: http://ird.rmutto.ac.th [23 กุมภาพันธ์ 2560].

[8] นัฐวุฒิ มงคล, 2554, **ชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศ รถยนต์,** ปริญญานิพนธ์ อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน, หน้า 15-25.

[9] อัคครัตน์ พูลกระจ่าง, 2553, **การหาประสิทธิภาพระบบทำความเย็นแบบระเหยชนิดโดยตรงและโดยอ้อม,** คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[10] เครื่องล้างแอร์รถยนต์ คลูเทค (Cool-Tex) สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2560 http://www.autocare.co.th/cool-tex.php.

3. การนำเสนอหัวข้อวิจัยเพื่อเสนอขอทุนโครงการวิจัยปี 62
(สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษา)

ที่ ศธ ๐๖๐๗/๐๓๔๕

ภายในวันที่ ๑๒ กรกฎาคม ๒๕๖๐
รับที่ 747
วันที่ 5 กรกฎาคม ๒๕๖๐
สำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา

ถ.รามอินทรา กม. ๕ - ๖ แขวงท่าแร้ง
เขตบางเขน กทม. ๑๐๒๓๐

๔ กรกฎาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอแจ้งรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม "พัฒนาคุณภาพข้อเสนอการวิจัยอาชีวศึกษา เพื่อเสนอของบประมาณประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๒" รอบที่ ๑

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาทุกแห่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการ จำนวน ๑ ชุด
๒. รายละเอียดประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ จำนวน ๑ ชุด

ตามที่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา จึงเห็นสมควรกำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "พัฒนาคุณภาพข้อเสนอการวิจัยอาชีวศึกษา เพื่อเสนอของบประมาณ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๒" ระหว่างวันที่ ๑๙ - ๒๑ กรกฎาคม ๒๕๖๐ ณ โรงแรมหาวน์ อิน หาวน์ กรุงเทพมหานคร นั้น

สำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา จึงขอแจ้งรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการฯ รอบที่ ๑ ตามรายละเอียดสิ่งที่ส่งมาด้วย ๑ และขอให้สถานศึกษาโปรดแจ้งข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาในสังกัดของท่านตามรายชื่อดังกล่าวให้เข้าร่วมประชุมและปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนด ดังรายละเอียดสิ่งที่ส่งมาด้วย ๒ พร้อมนี้ขอให้ผู้เข้าร่วมประชุมกรุณาแจ้งการยืนยันพร้อมส่งสำเนาคำสั่งที่ E-mail: tvetresearch@gmail.com ภายในวันที่ ๑๒ กรกฎาคม ๒๕๖๐ โดยโครงการจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายเป็นค่าที่พัก อาหารกลางวัน อาหารว่างและเครื่องดื่มในระหว่างการประชุม เบี้ยเลี้ยง และค่าพาหนะในการเดินทางไปราชการแบบประหยัดเท่านั้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาแจ้งผู้เกี่ยวข้องต่อไปด้วย จะขอบคุณมาก

ขอแสดงความนับถือ

(นายมงคลชัย สมอุดร)
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา รักษาการในตำแหน่ง
ที่ปรึกษาด้านมาตรฐานอาชีวศึกษาเกษตรกรรมและประมง

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
☐ เพื่อโปรดทราบ
☐ เพื่อโปรดพิจารณา
☑ เห็นควรแจ้ง อ.สิทธิชัย / อ.ปิยศักดิ์
☐ เห็นควรมอบ..... อนุวัฒน์.....

(นายวรวิทย์ [illegible])
ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1

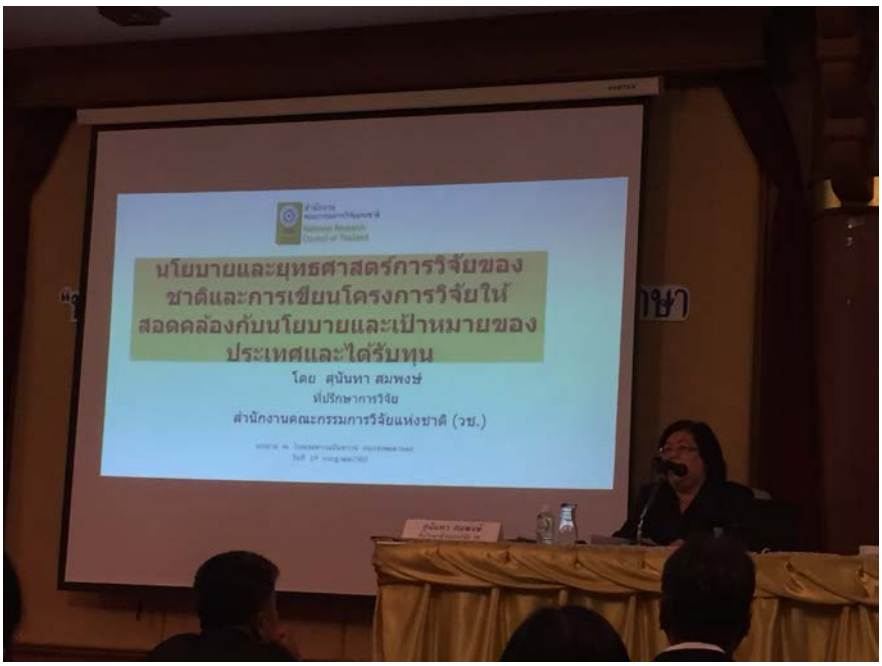
กลุ่มวิจัยนโยบายและยุทธศาสตร์
โทรศัพท์ ๐-๒๕๑๐-๙๕๕๒-๔ ต่อ ๑๔๒, ๑๔๓ โทรสาร ต่อ ๑๓๐
ระบบสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ e-office

รายชื่อผู้ผ่านการคัดเลือกเข้าร่วมประชุม "พัฒนาคุณภาพการเขียนข้อเสนอการวิจัยอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562"
สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษา (รอบที่ 1)

ที่	ชื่อ - นามสกุล		ตำแหน่ง	สถานศึกษา	ชื่อเรื่อง/หัวข้อวิจัย
การศึกษา/สังคมศาสตร์					
1	นางภิญญดา	อยู่สำราญ	ครูชำนาญการพิเศษ	วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุพรรณบุรี	รูปแบบการบริหารสถานศึกษาเพื่อพัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนอาชีวศึกษายุคไทยแลนด์ 4.0
2	นายสุทธิลักษณ์	ศิรินันลิกุล	พนักงานราชการ	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี ร้อยเอ็ด	สภาพและปัญหาการดำเนินงานตามนโยบาย เป้าหมาย ยุทธศาสตร์ การผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาสู่สาขารองสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร
3	นายสุชี	เจริมสุข	ครู	วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก	แนวทางการพัฒนาเนื้อหา (content) และกิจกรรมการสอน (Active) ในรายวิชา ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม (3104-2006) โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการตามแนวคิดเดคัม และเอสซีโอดี (DACUMS & SCID APPOACH)
4	นายอุดม	รูปดี	ผู้อำนวยการ	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2	การพัฒนารูปแบบการบริหารงานวิชาการแบบมีส่วนร่วมของสถาบันการอาชีวศึกษา
นวัตกรรม/สิ่งประดิษฐ์					
5	นายจิรกฤตย์	จิรวัฒน์ภาคย์	หัวหน้างานวิจัย พัฒนานวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี บุรีรัมย์	เครื่องผสมอาหารสัตว์อัตโนมัติ
6	ว่าที่ร้อยโทชินภัทร	แก้วโกมินทวงษ์	ครู	วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย	เครื่องล้างทำความสะอาดชุดคอลย์เย็นและตรวจสอบสภาพด้วยกล้อง Snack Scope
7	นายธนารักษ์	ราชเลิก	หัวหน้างานวิจัย พัฒนานวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์	วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน	การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพเครื่องบำบัดน้ำเปิด-ปิดด้วยโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์
8	นางสาวปิยวรรณ	เตชะศิรินุกูล	ครู	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม	การพัฒนานมข้นหวานจากข้าวกล้องหอมมะลิงอก
9	นายมงคล	ธุระ	ครู	วท.เชียงใหม่	เครื่องกำจัดเชื้อโรคในหมวกนิรภัยด้วยหลอดโอโซน
10	นายวิทยา	อินทร์สอน	ครู วิทยฐานะชำนาญการ (คศ.2)	วิทยาลัยเทคนิคลุรินทร์	การพัฒนาการบดแกลบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตรำหยาบสำหรับโรงสีข้าวสหกรณ์การเกษตร
11	นายศรายุทธ	ทองอุทัย	รองผู้อำนวยการสถาบัน	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม	รถกรองน้ำสะเทินน้ำ สะเทินบกพลังงานแสงอาทิตย์
12	นายสิทธิโชย	สิงห์มหาไชย	ครู	วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย	เตาเผาพ่นไฟรีวมรวลแบบเติมเชื้อเพลิงอัตโนมัติ

รายชื่อผู้ผ่านการคัดเลือกเข้าร่วมประชุม “พัฒนาคุณภาพการเขียนข้อเสนอการวิจัยอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562” สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษา (รอบที่ 1)

ผู้วิจัยได้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ “พัฒนาคุณภาพการเขียนข้อเสนอการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562”



เข้าร่วมรับฟังนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติและการเขียนโครงการวิจัย
ให้สอดคล้องกับนโยบายและเป้าหมายของประเทศและได้รับทุนจาก (วช.)

นำเสนอหัวข้องานวิจัยเพื่อขอรับทุนจาก (วช.) โครงการวิจัยปี 62 ต่อท่านผู้ทรงคุณวุฒิ คือ

1. รศ.ดร.วรพจน์ ศรีวงษ์คล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผศ.ดร.บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ลำดับที่.....

แบบวิพากษ์การจัดทำข้อเสนอการวิจัย
เสนอของบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

☐ 1. การศึกษา/สังคมศาสตร์
☐ 2. นวัตกรรม/สิ่งประดิษฐ์
☐ 3. เกษตรศาสตร์

1. ชื่อเรื่อง เครื่องล้างทำความสะอาดชุดตอยสโซ่นและตรวจสุขภาพด้วยกล้อง Snack Scope

2. งบประมาณที่เสนอขอ 99,280 บาท

☐ 1. เหมาะสม ☐ 2. ไม่เหมาะสม เห็นสมควรปรับเป็น.....บาท

3. วัตถุประสงค์ ☐ 1. เหมาะสม ☐ 2. ควรปรับปรุง คือ.....

4. ระเบียบวิธีวิจัย

4.1) กรอบการวิจัย ☐ 1. เหมาะสม ☑ 2. ควรปรับปรุง คือ
เปรียบเทียบกับ อธิบายเพิ่มรวม ออกมาเป็นรูป สีกว่า แบบเดิมอย่างไร.

4.2) กลุ่มเป้าหมาย ☐ 1. เหมาะสม ☐ 2. ควรปรับปรุง คือ.....

4.3) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ☐ 1. เหมาะสม ☑ 2. ควรปรับปรุง คือ
เรื่อง เวลาการปฏิบัติงาน, ค่าใช้จ่าย, จุดเปลี่ยนทำให้ลดเพิ่ม.

4.4) ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ☐ 1. เหมาะสม ☐ 2. ควรปรับปรุง คือ.....

4.5) การทบทวนวรรณกรรม ☐ 1. เหมาะสม ☑ 2. ควรปรับปรุง คือ
เปรียบเทียบกับระบบเก่า ที่เคยทำมา ดูตามภาพร่อง ที่ตอบ แก้ไข
ส่วนที่ทำใหม่ มีกล่า ตรงไหน.

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ ☐ 1. เหมาะสม ☐ 2. ควรปรับปรุง คือ.....

6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่องการเขียนของบประมาณของโครงการวิจัย
ควรมีรายละเอียดเพิ่มเติมมากกว่านี้.

ลงชื่อ.....หัวหน้าโครงการวิจัย
(ผศ.ดร. ธันยพิพ แกงโสภาพงษ์)

ผู้รับรอง

ลงชื่อ.....ผู้ทรงคุณวุฒิ
(รศ.ดร. วรพจน์ ศรีวงษ์คต)

ลงชื่อ.....ผู้ทรงคุณวุฒิ
(ผศ.ดร. พรรษงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ)

บรรณานุกรม

กล่องแปลงสัญญาณ. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : http://www.mrk-shop.com/product/113/tv-tuner-gadmei-tv2830e-xga-box. [สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2560].

กล้อง Snake Scope. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : http://www. simonecybermall.com/product/81/goscam-8802al-explorer-premium-snake-scope. [สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2560].

กัณฑพร กากแก้ว. (2542). **ความพึงพอใจของสมาชิกที่มีต่อห้องสมุดประชาชนอำเภอสังกัดศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดร้อยเอ็ด.** วิทยานิพนธ์ (ศศ.ม. บรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

กาญจนา อรุณสุขรุจี. (2546). **จิตวิทยาทั่วไป.** กรุงเทพฯ : บำรุงสาสส์น.

ขนบ เพชรช้อน. (2553). **การพัฒนาชุดทดลองวัดอัตราการไหลของน้ำ วิชางานทดลองเครื่องกล สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคยะลา.** วิทยาลัยเทคนิคยะลา, รายงานการวิจัย.

_____ . (2556). **กลศาสตร์เครื่องกล.** นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

_____ . (2561). **งานปรับอากาศรถยนต์.** นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.

ขั้นตอนการล้างแอร์รถยนต์. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : https://www.fresh-air.co.th. [สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2562].

ความรู้เกี่ยวกับแอร์รถยนต์. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : http://www.energyautoservice.om. [สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2562]

เครื่องปั๊มน้ำ Pump คืออะไร. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : http://www.blogspot.com/2011/08/pump.html. [สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม 2562].

เครื่องวัดความเร็วลมและตรวจจับอุณหภูมิ. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : https://www.taradplaza.com/product/698861. [สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม 2562].

เครื่องสูบน้ำ. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : https://www.th.wikipedia.org/wiki. [สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม 2562].

จรัญ ธรรมธนารักษ์. (2541). **ความพึงพอใจในการทำงานของตำรวจชั้นประทวนกองบังคับการตำรวจจราจร.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จอมอนิเตอร์. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : จาก http://www.chakkham.ac.th/technology/computer1/monitor.htm. [สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2560].

จิรวัฒน์ กรุณา. (2557). การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพระบบปรับอากาศรถยนต์ : กรณีอีวาพอเรเตอร์อุดตัน. **วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี,** 190-196.

เฉลียว ขอจิตต์. (2552). **การพัฒนาเครื่องตัดชิ้นเนื้อเพื่อการผลิตลูกชิ้น.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ชนธัญ วัฒนสุทธิ์. (2545). **คอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ.** กรุงเทพฯ : คอมพิวเตอร์ เอจ เทคโนโลยี.

ทวีผล แปงณีวงค์. (2552). **การลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศรถยนต์โดยการซับคูล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธนวรา ทองล้วน. (2548). **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพภายในระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศโดยการพ่นน้ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

น้ำยาล้างชุดคอยล์เย็น Coilcare II. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : https://www.prakard.com/viewtopic.php?t=573735. [สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2560].

บริการล้างแอร์ด้วยกล้อง Micro Cam. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : https://www.pttfitauto.com/th/services/155083586312723?compare_items. [สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2562].

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญสิริ สุวรรณเพ็ชร์. (2539). **คอมพิวเตอร์และซอฟแวร์ปฏิบัติการ.** กรุงเทพฯ : เอส แอนด์ เค บุคส์.

ปั๊มประเภทสูบชัก. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : http://industrialpumps-tsy.blogspot.com/2013/07/3-reciprocating-pumps.html#!/2013/07/3-reciprocating-pumps.html. [สืบค้นเมื่อ 23 กุมพาพันธ์ 2560].

พูนพงศ์ สวาสดิพันธ์, อำไพศักดิ์ ทีบุญมา และ ชวลิต ถิ่นวงศ์พิทักษ์. (2548). **“การเพิ่มสมรรถนะเครื่องปรับอากาศโดยใช้น้ำควบแน่นจากอีวาปอเรเตอร์”,** การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1 , 11-13 พฤษภาคม 2548 ณ โรงแรมแอมบาสเตอร์ ซิตี้ จอมเทียน พัทยา.

ภณิดา ชัยปัญญา. (2541). **ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อกิจกรรมไร่นาสวนผสมใต้โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย.** เชียงราย : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มณีรัตน์ ธงชัย. (2542). **ความพึงพอใจของลูกค้าต่อการให้บริการของศูนย์บริการรถยนต์นิสสัน : การศึกษาศูนย์บริการ บริษัท สยามนิสสันปุทมธานี จำกัด.** กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย.

มานพ ตันตระบัณฑิต. (2545). **งานซ่อมบำรุงชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

มาวิช สงวนตระกูล และจีระศักดิ์ อุปวงค์. (2554). **เครื่องล้างชุดอีวาพอเรเตอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์.** เทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (เทคโนโลยีเครื่องกล) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

มินิบอลวาล์ว. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : http://www.sanwa.co.th/cds/index.php/th/product/sanwa/ball-valve/53-mini-ball-valve-mm-sanwa. [สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2560].

เราควรล้างแอร์รถยนต์เมื่อไร. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : จาก https://www. toyotanont.com/articles-detail/416. [สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2562]

เรืองฤทธิ์ ลำมะยศ. (2543). **การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศโดยการหล่อเย็นที่แผงระบายความร้อน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ล้างแอร์รถยนต์แบบถอดตู้ VS ไม่ถอดตู้เลือกอะไรดี. (ม.ป.ป.). สาระยานยนต์. (ออนไลน์). ได้จาก : https://www.autobask.com. [สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม 2562].

ล้างแอร์รถยนต์แบบไหนดี. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : https://www. checkraka.com/knowledge. [สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2562].

วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. (2534). **การออกแบบเครื่องจักรกล.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วิรุฬ พรรณทวี. (2542). **การออกแบบ.** กรุงเทพ ฯ : ไทยวัฒนาพาณิช.

วีระศักดิ์ มะโนน้อม. (2549). **งานปรับอากาศรถยนต์.** นนทบุรี : สำนักพิมพ์เอมพันธ์.

ศิริพล ทองอ่อน และพิเชษฐ์ บุญญาลัย. (2559). **การเพิ่มประสิทธิภาพระบบปรับอากาศรถยนต์ด้วยการซับคูลสารทำความเย็นโดยน้ำที่ควบแน่นจากคอยล์เย็น.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ศุภสร ทรงกลด. (2541). **ความพึงพอใจของประชาชนที่มีต่อการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานสอบสวนหญิง.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมคิด ไชยรัตน์. (2542). **การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ความร้อนจากคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมนึก ภัททิยธนี. (2541). **การวัดผลการศึกษา.** มหาสารคาม : ภาควิชาวัดผลและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.

สมพงษ์ สุขอู๊ด. (2553). **การพัฒนาเครื่องย่อยอเนกประสงค์ขนาดเล็ก.** วิทยาศาสตรมหาบัญฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์. (2554). **หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 30. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สมศักดิ์ สุโมตยกุล. (2545). **งานปรับอากาศรถยนต์.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุธีร์ นวกุล. (2555). **คอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุรชัย เลศะวานิช. (2544). **ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของข้าราชการสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท กระทรวงมหาดไทย.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสริมศักดิ์ สุวรรณาลัย. (2548). **การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องดูดเก็บน้ำยาเครื่องปรับอากาศรถยนต์ที่ใช้น้ำยา R-134 a.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556). **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม,** 2556

หัวฉีดควบคุมแรงดันต่ำ. (ม.ป.ป.). (ออนไลน์). ได้จาก : http://www. dripcenter-thailand.com/product/152. [สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2560].

อรรณพ เรืองวิเศษ. (2561). **การออกแบบเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

อรุณศักดิ์ ฮอหรินทร์. (2553). **การศึกษาการเพิ่มสมรรถนะระบบปรับอากาศรถยนต์โดยการพ่นละอองน้ำเพื่อช่วยระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ในระบบปรับอากาศรถยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

แอร์รถยนต์ควรล้างแบบไหนดี. (ม.ป.ป.). ความรู้เรื่องรถยนต์. (ออนไลน์). ได้จาก : https://auto.mthai.com/news/tips/44673.html [สืบค้นเมื่อ 22 ธันวาคม 2562].

อำพล ซื่อตรง และธงชัย เสริมพงษ์พันธ์. (2558). **งานทดลองเครื่องกล.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

Davis Energy Group Pacific Gas and Electric Company. 1998, “AC2 Evaporative Condenser Monitoring Report : 1998 Cooling Season”, **Research and Development,** p. 11.

Goswami, Mathur, and Kulkami S.M., “Experimental Investigation of Performance of a Residential Conditioning System with an Evaporatively Cooled Condenser”, **Journal of Solar Energy Engineering, Transaction of the ASME 115,** (Nov 1993) : 206-211.

Monohar Prasad, 2003**, Hybrid Split Air-Conditioning System with Evaporative Condenser For Energy Conservation** [Online] Available : http/:icr 2003.org. [15 มกราคม 2553].

Purchasing Engineer. (ม.ป.ป.). **มารู้จักกับอุปกรณ์วัดแรงดัน** Pressure กันเถอะ. สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม, 2562, จาก http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=145

บรรณานุกรม (ต่อ)

Technopumps. (ม.ป.ป.). **อุปกรณ์วัดแรงดันน้ำมีอะไรบ้าง.** สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม, 2562, จาก http://www.technopumps.net/contactus.aspx

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ว่าที่ร้อยโทชินภัทร แก้วโกมินทวงษ์
วัน เดือน ปีเกิด 6 พฤษภาคม 2515
สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย
ที่ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 906/3 หมู่ 14 ถนนมีชัย
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย
ตำแหน่งหน้าที่การงาน ตำแหน่ง ครู อันดับ คศ.3 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับชั้น/สาขา	จากโรงเรียน/สถาบัน
2535	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย
2537	ประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (สาขาเครื่องกล)	วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน
2546	ปริญญาตรี (ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต)	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
2550	ปริญญาโท (ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี