การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ กรณีศึกษา “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน”

วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ กรณีศึกษา “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน” และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 1/2559 จำนวน 20 คน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดฝึกอบรม คู่มือวิทยากร และคู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำนวนหนึ่งหน่วยฝึกอบรม 3 ใบงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพชุดฝึกอบรมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.48, S.D. = 0.67) ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นมีค่าคะแนนร้อยละ 87.15 และร้อยละที่ผ่านเกณฑ์ 82.04 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80/80 และการประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.63, S.D. = 0.34)

คำสำคัญ ชุดฝึกอบรม / ทักษะการแก้ปัญหา / เทคโนโลยียานยนต์ / เซ็นเซอร์ / ระบบควบคุมการจุดระเบิด

[1] อาจารย์ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*] ติดต่อผู้นิพนธ์ โทร.089-477-6487 อีเมล์ weerayute_sud@nstru.ac.th

A Development of Training Package for Enhancing Automotive Technology Problem Solving Skills : A Case Study of Ignition Control Sensors Inspection and Diagnosis Faults of Gasoline Engine

Weerayute Sudsomboon [1*]

Abstract

The objectives of this research were: 1) to construct and find out the efficiency of a training package for enhancing automotive technology problem solving skills : A case study of ignition control sensors inspection and diagnosis faults of gasoline engine; and 2) to examine the satisfaction towards a training package. The participants were selected by systematic sampling with 20 senior undergraduate industrial technology students of Faculty of Industrial Technology at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University that studies in the semester of 1/2016. The research instrumentation was 1) training materials; 2) trainer manual; and 3) the operation sheets which separated into 3 parts. Data were analyzed by percentile, mean, and standard deviation. The research results found that the 7 experts' had evaluated the quality of training materials as ($\overline{X}$ = 4.48, S.D. = 0.67) was at high level. The efficiency of training package for enhancing automotive technology problem solving skills on ignition control sensors inspection and diagnosis faults of gasoline engine was 87.15/82.04, which higher than the criterion 80/80. Students' were evaluated the satisfaction towards a training package. Students was satisfying towards the training package was yielded at ($\overline{X}$ = 4.63, S.D. = 0.34).

Keywords: Training Package / Problem Solving Skills / Automotive Technology / Sensor / Ignition Control System

[1] Lecturer, Graduate Program in Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

[*] Corresponding Author: Tel. 089-477-6487; Email: weerayute_sud@nstru.ac.th

1. บทนำ

เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ (Modern Automotive Technology) ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาตลอดระยะเวลา 30 ปี ที่ผ่านมา โดยค่ายรถยนต์ที่เป็นผู้ผลิตต่างมุ่งเน้นการพัฒนาระบบควบคุมชิ้นส่วน และอุปกรณ์โดยใช้อิเล็กทรอนิกส์มาควบคุมระบบกลไก หรือที่เรียกว่า ระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ (Automotive Mechatronics System: AMS) ซึ่งหากทำการพิจารณาถึงความสำคัญในการทำงานของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลที่นิยมใช้ในปัจจุบันแล้ว พบว่า เครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Concentrated Engine Control System : ECCS) มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญของรถยนต์ในการผลิตแรงบิด แรงม้า ซึ่งเป็นกำลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อน ตลอดจนการปล่อยมลภาวะไอเสียที่ต้องเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานควบคุม โดยระบบควบคุมการจุดระเบิด (Ignition Control System) ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงด้วยอิเล็กทรอนิกส์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการสันดาประหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศในห้องเผาไหม้ให้มีความถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำ โดยใช้เซ็นเซอร์ (Sensor) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับ และส่งข้อมูลให้กับกล่องควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ (Engine Control Module : ECM) ได้ทำการเปรียบเทียบสัญญาณ Input กับข้อมูลที่ได้มีการโปรแกรมไว้ เพื่อส่งสัญญาณ Output ที่ดีที่สุดไปยังคอยล์จุดระเบิด

ดังนั้น เมื่อเครื่องยนต์ใช้งานเป็นระยะเวลานานจึงมีความจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาของระบบจุดระเบิดเพื่อรักษาประสิทธิภาพการทำงานให้สูงสุดตลอดเวลา แต่เนื่องจาก งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนนั้น จำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้ และทักษะขั้นสูง ที่สามารถเชื่อมโยงระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ หรือ AMS มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนทางสายวิชาชีพปฏิบัติการ หรือเทคโนโลยีอุตสาหกรรม [1]

จากการเก็บข้อมูลในเบื้องต้น (Primary data) ด้วยการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนและฝึกอบรมทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ ร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานของผู้เรียนในสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ตั้งแต่ปีการศึกษาที่ 2/2555 จนถึงปัจจุบัน พบว่า

1. ปัญหาผู้เรียนยังขาดความรู้ในการศึกษาวิเคราะห์ และแก้ปัญหาระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ (Automotive Mechatronics System: AMS)
2. ปัญหาการขาดทักษะในการปฏิบัติงานตรวจสอบ แก้ไขปัญหา และวินิจฉัยข้อบกพร่อง โดยใช้เครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์
3. ปัญหาความต้องการกำลังคนในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมทางด้านศูนย์บริการรถยนต์ ที่ขาดแคลนแรงงานที่มีสมรรถนะในการวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

จากปัญหาดังกล่าวมา ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ประเด็นที่สามารถกำหนดเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ ดังนี้

1. ผู้เรียนยังขาดวิธีการเชื่อมโยงแนวความคิดเกี่ยวกับหลักการควบคุมระบบกลไกการฉีดเชื้อเพลิงโดยใช้อิเล็กทรอนิกส์ควบคุม ซึ่งผู้เรียนต้องเข้าใจหลักการคิดเชิงระบบการทำงานตั้งแต่เซ็นเซอร์ (Sensors) อุปกรณ์การวัดและประมวลสัญญาณ (Instrumentation and Signal Processing) และอุปกรณ์การทำงาน (Actuators)
2. การจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ในปัจจุบัน ยังขาดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ และความร่วมมือกับสถานประกอบการ ทำให้ทิศทางการ

จัดการเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับความต้องการกำลังคนของสถานประกอบการอย่างแท้จริง ผู้เรียนจึงไม่มีสมรรถนะการปฏิบัติงานตามที่สังคมต้องการ

3. ผู้เรียนยังขาดสื่อ วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติ และทดลองให้เห็นถึงพฤติกรรมการทำงานของระบบตามเงื่อนไข และสถานการณ์ที่กำหนด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ตระหนัก ในการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์ให้มากขึ้นจึงจำเป็นที่จะต้องสร้างชุดฝึกอบรมที่สามารถพัฒนาระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed learning) มีอุปกรณ์การทำงานจริง (scaffolding) สามารถจำลองสถานการณ์ (simulations) เพื่อฝึกทักษะการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ รวมถึงการตอบสนองการเรียนรู้เป็นแบบทันทีทันใด (just-in-time) ทำให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลตนเองได้ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและหลากหลาย [2]

อีกทั้งประเด็นที่สำคัญ คือ การพัฒนาสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องเพื่อเป็นกลไกและหลักประกันในการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับความต้องการแรงงานของสถานประกอบการ ซึ่งสอดคล้องกับวีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [3] ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนตามความคิดเห็นของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มีข้อค้นพบที่สำคัญจากผลการวิจัย คือ การพัฒนาระบบและกลไกเพื่อพัฒนาสมรรถนะการปฏิบัติงานตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational standards) ตามความต้องการของสังคม (social demands) มหาวิทยาลัยจะต้องมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ฐานสมรรถนะ โดยสร้างความร่วมมือกับสถานประกอบการ และสร้างรูปแบบการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงยุทธวิธีการเรียนรู้ที่เน้นการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เพื่อเสริมสร้างทักษะการปฏิบัติงานในอาชีพในด้านประสบการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้สามารถเรียนรู้ด้วย และสามารถทำให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติการประลองภายใต้เงื่อนไขและสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

จากเหตุผลดังกล่าวมา ประโยชน์ของชุดฝึกอบรมดังกล่าวสามารถใช้เป็นสื่อประสมเพื่อการเรียนรู้ให้กับสาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งผลลัพธ์การเรียนรู้จะเป็นการเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับตลาดแรงงานทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ [4] อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนทางวิศวกรรมได้อย่างหลากหลาย และฝึกอบรมบุคลากรในสถานประกอบการ ชุมชน และท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ กรณีศึกษา “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน”

2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 คุณภาพชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ เรื่อง “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน” ผ่านการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากขึ้นไป

3.2 ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ เรื่อง “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน” มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

3.3 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไป

4. ระเบียบวิธีการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ เรื่อง “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน” มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพ คือ ผู้จัดการฝ่ายฝึกอบรม ครู ฝึกอบรมและช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องรถยนต์ ของ บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด อาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และอาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 7 คน

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 1/2559 ชั้นปีที่ 1 จำนวน 31 คน

4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 1/2559 ชั้นปีที่ 1 จำนวน 20 คน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Sampling) จากนักศึกษาที่ผ่านการทดสอบข้อเขียน (Preliminary test) เกี่ยวกับ หลักการทำงานของอุปกรณ์และชิ้นส่วนแมคคาทรอนิกส์ (Mechatronic Elements) ที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไป

4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ เรื่อง “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน” โดยใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงด้วยอิเล็กทรอนิกส์นิสสัน (ECCS) รุ่น VQ 2.0 จำนวน 1 หน่วยการฝึกอบรม ประกอบด้วย

4.3.1 การตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ตรวจจับมุมเพลาลูกเบี้ยว

4.3.2 การตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ตรวจจับมุมเพลาข้อเหวี่ยง POS

4.3.3 การตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ตรวจจับมุมเพลาข้อเหวี่ยง REF

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.4.1 ชุดฝึกอบรมที่ใช้ในการฝึกอบรม ประกอบด้วย

1) ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น แสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 เครื่องยนต์แก๊สโซลีนควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงด้วยอิเล็กทรอนิกส์นิสสัน (ECCS) รุ่น VQ 2.0

2) คู่มือฝึกอบรมของวิทยากร ประกอบด้วย ใบเนื้อหา ใบงาน ใบแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน สื่อประกอบการฝึกอบรม Power Point และใบประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา

3) คู่มือฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ประกอบด้วย ใบเนื้อหา ใบงาน ใบแบบฝึกหัด ใบเฉลยแบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน และใบประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา โดยดำเนินการฝึกอบรมตามภาพวงจรแสดงในภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3

4.4.2 ใบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

4.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก ใช้วัดผลผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังการฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ดังนี้

1) ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC) มีค่า IOC ≥ 0.66 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 39 ข้อ คัดให้เหลือ 30 ข้อ โดยพิจารณาจากค่า IOC ที่สูงที่สุดเรียงตามลำดับ

2) ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.30-0.70

3) ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.40

4) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Alpha Cronbach's) มีค่า 0.82

4.4.4 นำชุดฝึกอบรมไปทดลองใช้กับนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 1/2558 ชั้นปีที่ 2 จำนวน 15 คน

4.4.5 แบบประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยประยุกต์ใช้ตามแนวคิดของ Jonassen and Hung [5] และวีระยุทธ สุดสมบูรณ์ และคณะ [6] ประกอบด้วย

1) การสร้างแบบจำลองทางความคิด (Construct Problem Space)

2) การระบุอาการปัญหา (Identify Fault Symptoms)

3) การวินิจฉัยข้อบกพร่อง (Diagnose Faults)

4) การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา (Generate and Verify Solutions)

โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ (Rubric) ในการแก้ปัญหาเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ

4.4.6 แบบสังเกตการณ์ปฏิบัติงานและพฤติกรรมการปฏิบัติงาน

4.4.7 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

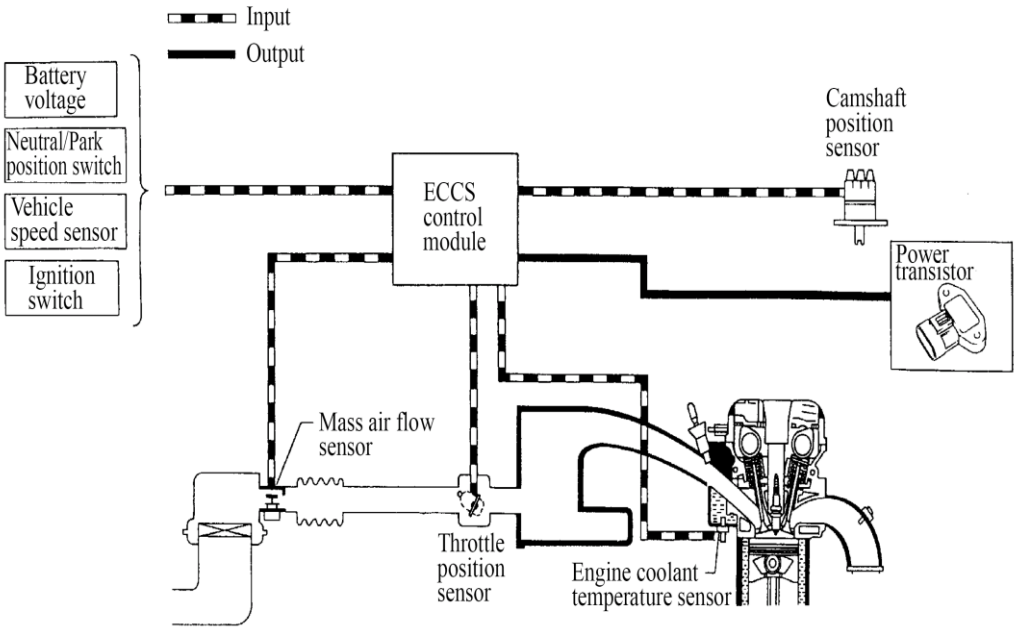
4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.5.1 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองในเดือนสิงหาคม 2559 ณ โรงฝึกงานสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

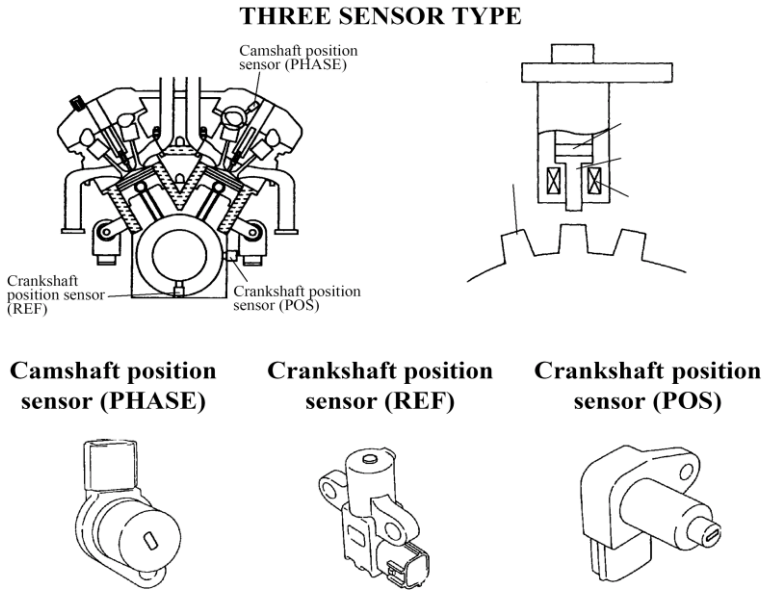
4.5.2 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง "งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน" จำนวนหนึ่งหน่วยการฝึกอบรม 3 ใบงาน โดยผู้ผ่านเกณฑ์การทดสอบต้องมีคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 2 แสดงระบบควบคุมการจุดระเบิด (Ignition Control System) ที่ใช้ในการวิจัย [7]



ภาพที่ 3 เซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดที่ใช้ในการวิจัย [7]

5. ผลการวิจัย

5.1 ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น

การประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.48, S.D. = 0.67) โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ ดังนี้ ใบงานเหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม การจัดลำดับเนื้อหามีความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหาในการฝึกอบรม และวัตถุประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรม

5.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

1) ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมวิเคราะห์จากกระบวนการฝึกอบรม พบว่ามีประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 ดังนี้

$$E_1 = \frac{\left(\frac{3486}{20}\right)}{200} \times 100\%$$
$$E_1 = 87.15$$

จากผลการคำนวณพบว่า ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมประเมินจากผลคะแนนกระบวนการระหว่างการฝึกอบรม E_1 ทั้ง 3 โมดูล มีค่าคะแนนร้อยละ สูงกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80

2) ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมวิเคราะห์จากผลสัมฤทธิ์หลังจากการฝึกอบรม พบว่ามีประสิทธิภาพของกระบวนการ E_2 ดังนี้

$$E_2 = \frac{\left(\frac{492}{20}\right)}{30} \times 100\%$$
$$E_2 = 82.04$$

E_2 มีค่าคะแนนร้อยละ สูงกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80

5.3 ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม

โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.63, S.D. = 0.34) อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด แสดงได้ดังตารางที่ 2 โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ ได้แก่ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องเข้าใจง่าย และชุดฝึกอบรมทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

6. สรุปและอภิปรายผล

6.1 ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง “งานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน” โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย($\overline{X}$ = 4.48, S.D. = 0.67) อยู่ในระดับดี แสดงว่าชุดฝึกอบรมนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แสดงว่าชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สอดรับกับ สุรัตน์ ธัญญะภูมิ และกฤษณะ ศรีมาวรรณ์ [8] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดสาธิต

การควบคุมระดับน้ำด้วยวิธีการควบคุมแบบพีไอดีและฟัซซี โดยใช้โปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้เป็นสื่อเพื่อการสอนใน ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์โดยส่งคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 1

การประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (N=7)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ชุดทดลองมีความเหมาะสมสำหรับการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา	4.35	0.79	มาก
2. ชุดทดลองมีอุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรมครบถ้วนถูกต้อง	4.50	0.65	มากที่สุด
3. ชุดทดลองมีความแข็งแรง ปลอดภัย และบำรุงรักษาง่าย	4.45	0.68	มาก
4. ชุดทดลองสามารถเคลื่อนย้ายง่าย และสะดวกต่อการจัดเก็บ	4.55	0.61	มากที่สุด
5. วัตถุประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรม	4.25	0.85	มาก
6. การจัดลำดับเนื้อหามีความถูกต้อง	4.65	0.55	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของเนื้อหาในการฝึกอบรม	4.65	0.55	มากที่สุด
8. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4.35	0.80	มาก
9. ใบงานเหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	4.80	0.40	มากที่สุด
10. ใบงานส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	4.40	0.68	มาก
11. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ได้จริง	4.35	0.79	มาก
รวม	**4.48**	**0.67**	**มาก**

ตารางที่ 2

การประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1	ชุดฝึกอบรมทำให้แก้ปัญหางานตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเซ็นเซอร์ควบคุมการจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้ถูกต้อง	4.68	0.44	มากที่สุด
2	การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องเข้าใจง่าย	4.73	0.39	มากที่สุด
3	ชุดฝึกอบรมทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีทักษะการแก้ปัญหามากขึ้น	4.54	0.63	มากที่สุด
4	ชุดฝึกอบรมทำให้ผู้เรียนการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.21	0.82	มาก
5	ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	5.00	0.00	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวม	**4.63**	**0.37**	**มากที่สุด**

เพื่อประมวลผลตามโปรแกรมโดยการควบคุมระดับน้ำใช้เซนเซอร์ความดัน (Pressure Sensor) สำหรับการป้อนกลับให้ระดับน้ำทำงานตามคำสั่งที่ได้รับและแสดงผลขึ้นที่หน้าจอโปรแกรม LabVIEW ผลการทดลองพบว่า ชุดสาธิตการควบคุมระดับน้ำสามารถแสดงผลได้ถูกต้องตามทฤษฎี และผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านอยู่ในเกณฑ์ดี ที่ค่าเฉลี่ยรวม 3.54

6.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_2) ขั้นการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยภาพรวมมีค่าประสิทธิภาพ 87.15/82.04 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทรงธรรม ดีวานิชสกุล และวิสันต์ หวังวรวงศ์ [9] และ วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [1] แต่มีประเด็นที่เป็นข้อค้นพบที่ว่า เป็นข้อค้นพบว่า ค่าประสิทธิภาพในโมดูลที่ 3 งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0 ประกอบด้วย 4 ใบงาน คือ งานตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับมุมเพลาลูกเบี้ยว งานตรวจสอบการทำงานของสัญญาณจุดระเบิด งานตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับอาการน็อก และ งานตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์บอกตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (REF) มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ 73.15/83.60 จึงต้องทำการฝึกอบรมซ้ำ จากข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับ วีระยุทธ และบุญส่ง [1] และ วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [2] พบว่า ผู้เรียนยังขาดความเชื่อมโยงในมิติทางความคิดเชิงระบบ (Systematic thinking) มีผลต่อสมรรถนะการปฏิบัติงานทางด้านงานวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ และ การวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาระบบ

ข้อค้นพบที่สำคัญประการหนึ่งคือ เทคโนโลยียานยนต์ในปัจจุบันได้พัฒนาให้เป็นระบบควบคุมอัจฉริยะ (Intelligent Control System) ภายใต้หลักการและแนวคิดของระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจในมิติการคิดเชิงระบบว่า เซ็นเซอร์ (sensors) มีหน้าที่อะไร มีหลักการทำงานอย่างไร กล่องควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ หรือ Engine control module : ECM มีหน้าที่และหลักการทำงานอย่างไร ตลอดจนอุปกรณ์ทำงาน (actuators) นั้นมีหน้าที่และหลักการทำงานอย่างไร ผู้เรียนจึงจะสามารถเชื่องโยงแนวความคิดในการแก้ปัญหาได้ วิธีการแก้ปัญหาการฝึกอบรมในลักษณะนี้ ต้องพัฒนายุทธวิธีการฝึกอบรมสอดรับกับแนวคิดของ Baeten et al. [10] วิธีการสอนแนวลึกและใช้กลยุทธ์ไม่เหมาะสมต่อวิธีการสอนแบบใช้ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ฐานกรณี (Case-based learning environment) อย่างไรก็ตามผู้สอนควรที่จะส่งเสริมวิธีการคิดควบคู่กับการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพจริงของศาสตร์ในแต่ละสาขาวิชาชีพนั้นๆ [11]

6.3 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [12], ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) ขั้นการทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของ ชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง มีค่าเท่ากับ 88.53/81.11 ชุดฝึกอบรมระบบควบคุมระดับน้ำแบบอัตโนมัติ มีค่าเท่ากับ 92.34/84.89 และ

ชุดฝึกอบรมระบบควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ 95.68/85.34 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และมีคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลทั้ง 3 ชุดฝึกอบรม มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.4 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$ = 4.63, S.D. = 0.37) อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด เป็นผลการวิจัยที่ยืนยันว่างานวิจัยครั้งนี้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 เทคโนโลยียานยนต์ในปัจจุบันได้พัฒนาก้าวล้ำจนเข้าสู่ยุคของระบบควบคุมอัจฉริยะ มีการบริหารจัดการระบบสั่งการด้วยตัวเอง และการตรวจสอบสามารถกระทำได้โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัยข้อบกพร่อง ดังนั้น การพัฒนาทักษะฝีมือทางช่างจึงมีบทบาทน้อยลง

7.2 ควรจัดการฝึกอบรมร่วมกับสถานประกอบการและมีการจัดศึกษาดูงานเฉพาะทางในสาขาวิชาชีพนั้นๆ อย่างต่อเนื่อง

7.3 ควรต่อยอดงานวิจัยร่วมกับสถานประกอบการทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ ตลอดจนองค์กรวิชาชีพ ชุมชน/ท้องถิ่น

8. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

8.1 ควรมีการทำวิจัยหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมนี้ซ้ำในรูปแบบการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ/ทักษะการคิดเชิงวิจารณญาณ

8.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะความเชื่อมโยงทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศต่อผู้เรียนในการใช้คอมพิวเตอร์วินิจฉัยข้อบกพร่องเพื่อการประมวลผลและวินิจฉัยข้อมูลในการตัดสินใจ

8.3 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมสำหรับการจำลองสถานการณ์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาโดยมุ่งเน้นในบริบทของระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์

8.4 ควรมีการศึกษาผลของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ผ่านการฝึกด้วยชุดฝึกอบรมนี้แล้วสามารถนำความรู้ทักษะ และเจตคติที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการต่อยอดการเรียนรู้เป็นอย่างไรบ้าง เพื่อเป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์อย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการดำเนินการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ประจำปีงบประมาณ 2560 เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาชุดจำลองสถานการณ์ปัญหาระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน” และผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณธรรมนูญ สังขวรรณ ผู้จัดการทั่วไปฝ่ายเครือข่ายตัวแทนผู้จำหน่าย คุณกุลชาติ ชุติเชาวน์กุล ผู้จัดการทั่วไปฝ่ายฝึกอบรม คุณปรีชา อรรถมณี ผู้จัดการส่วนงานฝึกอบรม และคุณราเมศร์ ศิลปวิลาส เจ้าหน้าที่ฝ่ายฝึกอบรม ของฝ่ายฝึกอบรม บริษัท นิสสันมอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ และ บุญส่ง เหมวัฒน์, “The Development of Automotive Mechatronic Systems Training Strategy for Enhancing Problem Solving Skills within Current Situation”, ***วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 4***, ฉบับที่ 8, หน้า 51-69, 2554.

[2] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์, ผลของยุทธวิธีการเรียนรู้เพื่อเพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหาระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์. ***วารสารวิชาการครุศาสตร์***

อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 5, ฉบับที่ 2, หน้า 1-13, 2557.

[3] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์, ***"การศึกษาสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนตามความคิดเห็นของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช",*** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 2558.

[4] W. Sudsomboon, ***"Construction of an Automotive Technology Competency Analysis Profile for Training Undergraduate Students: A Case Study of Automotive Body Electrical Technology Systems",*** Retrieved May 15, 2016, from http://educom2008.scis.ecu.edu.au/papers.php

[5] D. H. Jonassen and W. Hung, "Learning to Troubleshoot: A New Theory-Based Design Architecture," ***Educational Psychology Review,*** vol. 18, no. 1, pp. 77-114, 2006.

[6] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ ธนาภรณ์ เมืองมุงคุณ รอยพิมพ์ใจ เพ็ชรกุล และ วิลาวัณย์ จิณวรรณ, ผลของยุทธวิธีการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐานและการใช้ฐานสมรรถนะเพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรมงานตรวจสอบระบบแมคคาทรอนิกส์ควบคุมเครื่องยนต์แก๊สโซลีน. ***วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, ปีที่ 9, ฉบับที่ 1,*** หน้า 53-66, 2559.

[7] ฝ่ายฝึกอบรม, ***"คู่มือการฝึกอบรมระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ECCS",*** บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2545.

[8] สุรัตน์ ธัญญะภูมิ และ กฤษณะ ศรีมาวรรณ์, ***"การสร้างชุดสาธิตการควบคุมระดับน้ำด้วยวิธีการควบคุมแบบพีไอดีและฟัซซี โดยใช้โปรแกรม LabVIEW",*** ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[9] ทรงธรรม ดีวานิชสกุล และ วิสันต์ หวังวรวงศ์, การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อเพิ่มสมรรถนะด้านการผลิตขวดแก้วสำหรับพนักงานควบคุมเครื่องขึ้นรูปขวดแก้ว. ***วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ปีที่ 6,*** ฉบับที่ 2, หน้า 83-91, 2557.

[10] M. Baeten, K. Struyen, and F. Dochy, Student-centered teaching methods: Can they optimize tudents' approaches to learning in professional higher education. ***Studies in Education Evaluation,*** vol 39, pp. 14-22, 2013.

[11] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์, การพัฒนาชุดฝึกอบรมโดยใช้มาตรฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่อง ระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน. ***วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, ปีที่ 9, ฉบับที่ 1,*** หน้า 53-66, 2559.

[12] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์, ***"การพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม",*** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 2558.