การพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

The Development of Mechanical Control Systems Training Package for Teaching of Undergraduate Industrial Technology Student

วีระยุทธ สุดสมบูรณ์[1*]
Weerayute Sudsomboon[1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ระเบียบวิธีวิจัยเป็นแบบการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2/2557 จำนวน 30 คน ด้วยการสุ่มแบบเป็นระบบ ด้วยการทดสอบใช้ชุดฝึกอบรม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ 3) ใบงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบแบบที ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 88.53/81.11 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีค่าเฉลี่ยรวม 4.79 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ: ชุดฝึกอบรม ระบบควบคุมทางกล การสอน เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

[1] หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
หน่วยวิจัยเทคโนโลยียานยนต์อัจฉริยะ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
* Corresponding author e-mail: weerayute_sud@nstru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were to construct and find out of the training package on automatic mechanical control systems; to examine the learning achievements with the training package on automatic mechanical control systems; and to examine the learning satisfactions through the training package on automatic mechanical control systems. The research methodology was research and development. The 30 participants were senior undergraduate mechanical technology students of Faculty of Industrial Technology at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University that studies in the semester of 2/2014. Participants were collected by systematic sampling with the preliminary test. The research instrumentation was the training package on automatic mechanical control systems, pre-test and post-test and operation sheets. Data were analyzed by mean, standard deviation and t-test dependent. The research results revealed that the efficiency of the training package on automatic mechanical control systems showed that the mass-damper-spring was 88.53/81.11. The undergraduate industrial technology students have done the mass-damper-spring been statistical significantly difference greater than 0.05. The learning satisfaction through the training package on automatic mechanical control systems was at 4.79, and was at the highest level.

Keywords: Training package, Mechanical control systems, Teaching, Industrial technology

บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยกำลังเผชิญปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางสายเทคโนโลยีที่มีสมรรถนะ ได้แก่ ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และเจตคติ ในการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ อีกทั้งในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยต้องก้าวเข้าสู่การแข่งขันกับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (Asean Economics Community: AEC) ซึ่งถือว่าเป็นความท้าทายสำหรับการพัฒนาและเตรียมกำลังคนให้พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงในบริบททั้งเศรษฐกิจ สังคมการเมือง เทคโนโลยี และวัฒนธรรม ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจและสังคม (socio-economic) ดังกล่าว สอดคล้องกับการจัดการศึกษาทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมนับว่าเป็นอีกหนึ่งศาสตร์ที่มีบทบาทต่อการพัฒนาระบบเศรษฐกิจของประเทศ จากการที่ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการลงทุนทางอุตสาหกรรมของอาเซียน อาทิ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และฮาร์ดดิสก์ อุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น จากประเด็นดังกล่าวมาประเทศไทยจึงมีความต้องการกำลังคนสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น กอปรกับนวัตกรรมทางเทคโนโลยีการผลิต ได้มีการดำเนินการบูรณาการศาสตร์ทางวิศวกรรมเพื่อรวมเป็นระบบควบคุม

อัตโนมัติ (automatic control systems) เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต (maximize profit) และลดต้นทุนการผลิต (minimize cost) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

จากประเด็นดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปฐมภูมิ (preliminary data) ด้วยการวิจัยในชั้นเรียนเพื่อศึกษายุทธวิธีการจัดการเรียนการสอนทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับกลุ่มประเทศในประชาคมอาเซียน ในรายวิชา 5503901 การวิจัยทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม รายวิชา 5584406 ระบบควบคุมอัตโนมัติ และรายวิชา 5592103 การออกแบบเครื่องจักรกล 1 ด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interviews) พบว่า กระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญในการขับเคลื่อนทักษะการคิดเชิงวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหา และการคิดเชิงสร้างสรรค์ เพื่อสร้างสรรค์ความรู้ใหม่และนวัตกรรม นอกเหนือจากการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้มีรูปแบบที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง (real-world situations) แล้วนั้น สื่อและชุดฝึกอบรมที่สามารถจำลองสถานการณ์การปฏิบัติงานจริงภายในสถานประกอบการมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากผู้เรียนสามารถฝึกประสบการณ์เรียนรู้ได้โดยตรง ผู้เรียนสามารถเข้าใจ และศึกษาพฤติกรรมและปรากฏการณ์การทำงานของระบบทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม รวมถึงการที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (self-directed learning) ได้อย่างต่อเนื่อง

ดังนั้น เพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้เรียน (demand-driven) ภายใต้ความต้องการของสถานประกอบการ (social demands) มีความสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (student-centered approach) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในยุคการศึกษาไทย ให้ก้าวไปสู่นโยบายไทยแลนด์ 4.0 ให้กับผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นและคิดค้นหาความรู้และคำตอบอยู่ตลอดเวลา ตามแนวการจัดการเรียนแบบกระตือรือร้น (active learning) โดยจัดกิจกรรมโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (วิทวัส และวารีรัตน์, 2560) ผลของงานวิจัยดังกล่าว การที่จะพัฒนานักเทคโนโลยีระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติให้มีสมรรถนะสอดคล้องกับการจัดการศึกษาทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในระดับอุดมศึกษาที่มุ่งเน้นนักเทคโนโลยีหรือวิศวกรภาคปฏิบัติ (practical engineer) เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป้าหมายของการจัดการศึกษาได้มุ่งเน้นการฝึกสมรรถนะการปฏิบัติงานของผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนเพื่อออกไปปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรม ชุมชนและท้องถิ่น โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนทางเทคโนโลยีเครื่องกล เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องเน้นสมรรถนะทางวิชาชีพ ความเป็นเลิศทางวิชาการ ทักษะการออกแบบและบูรณาการ เพื่อสร้างสรรค์ต่อยอดองค์ความรู้เป็นสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันเชิงเศรษฐกิจ สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่อุตสาหกรรมและการบริการแก่ชุมชนและท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืน (Sudsomboon, 2013)

จากความเป็นมาดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Fraenkel (1993) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบการเรียนการสอนทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพจำเป็นที่จะต้องมีชุดฝึกอบรมที่สามารถพัฒนาระบบการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ด้วยตนเอง (self-directed learning) มีอุปกรณ์การทำงานจริง (scaffolding) สามารถจำลองสถานการณ์ (simulations) เพื่อฝึกทักษะการคิด วิเคราะห์

และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ รวมถึงการตอบสนองการเรียนรู้เป็นแบบทันทีทันใด (just-in-time) ทำให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลตนเองได้ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและหลากหลาย (วีระยุทธ และบุญส่ง, 2555) ประโยชน์ของชุดฝึกอบรมดังกล่าวสามารถใช้เป็นสื่อประสมเพื่อการเรียนรู้ในสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทั้งเทคโนโลยีเครื่องกล เทคโนโลยีไฟฟ้า เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีการผลิต ซึ่งผลลัพธ์การเรียนรู้จะเป็นการเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับตลาดแรงงานทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ (Sudsomboon, 2013; Sudsomboon and Maungmungkun, 2013) อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนทางวิศวกรรมได้อย่างหลากหลาย และฝึกอบรมบุคลากรในสถานประกอบการ ชุมชน และท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืน

ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะการทำวิจัยชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โดยที่ชุดฝึกอบรมนี้สามารถทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงมีความสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ และผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มีประโยชน์ทั้งในการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดี ในการปฏิบัติงานทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริง สำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริง สำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ตลอดจนเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริง สำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตของโครงงานและเนื้อหาสำหรับชุดฝึกอบรม

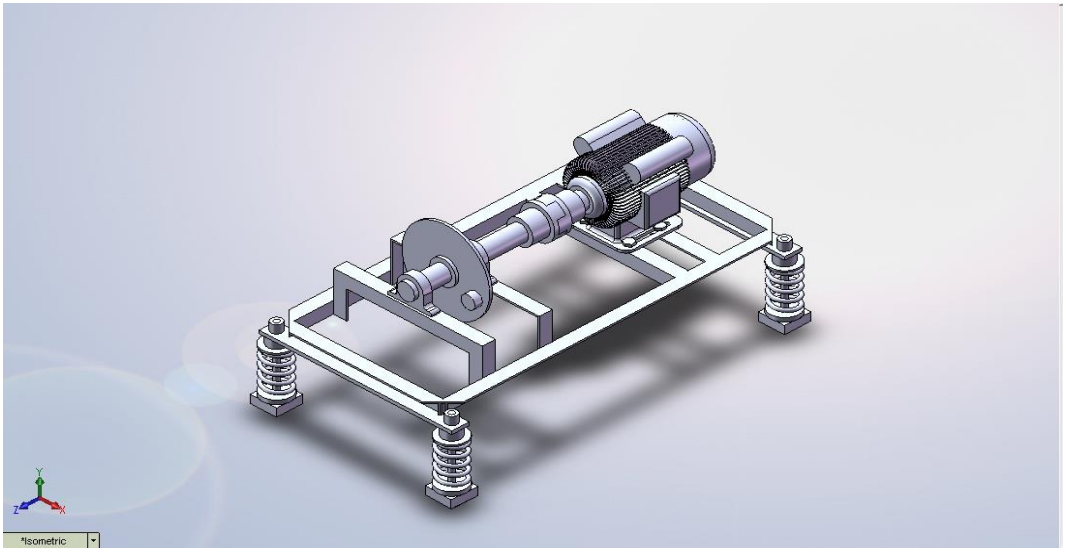
1.1 ขอบเขตของรูปแบบการพัฒนาชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดการพัฒนาหลักสูตรมาประยุกต์ใช้ (Fraenkel, 1993) เป็นรูปแบบการพัฒนาชุดฝึกอบรมโดยมีขั้นตอนดำเนินการดังต่อไปนี้

ก) การวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียน
ข) การกำหนดจุดมุ่งหมายในการฝึกอบรม
ค) การเลือกเนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรม
ง) การจัดรวบรวมเนื้อหาในการฝึกอบรม
จ) การคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้
ฉ) การจัดประสบการณ์เรียนรู้
ช) การกำหนดวิธีการประเมินผล

1.2 ขอบเขตของโครงงานชุดฝึกอบรมมีดังต่อไปนี้

ก) โครงงานชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง

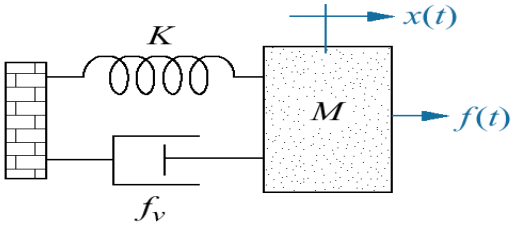
ข) การวิเคราะห์ผลการตอบสนองของระบบเชิงเวลา และผลการตอบสนองของระบบเชิงความถี่



ภาพที่ 1 โครงสร้างชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง

การคำนวณเพื่อออกแบบโครงสร้างชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง (ภาพที่ 1) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) กำหนดให้อินพุท (inputs) $f(t) = F\sin\omega t$ มีแรงกระทำในรูปความถี่ 0.01 - 100 rad/s ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพอิสระของชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง
ที่มา: Nise (2000)

2) กำหนดสมการเชิงอนุพันธ์ของชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง (Ogata, 2004)

ดังสมการที่ 1

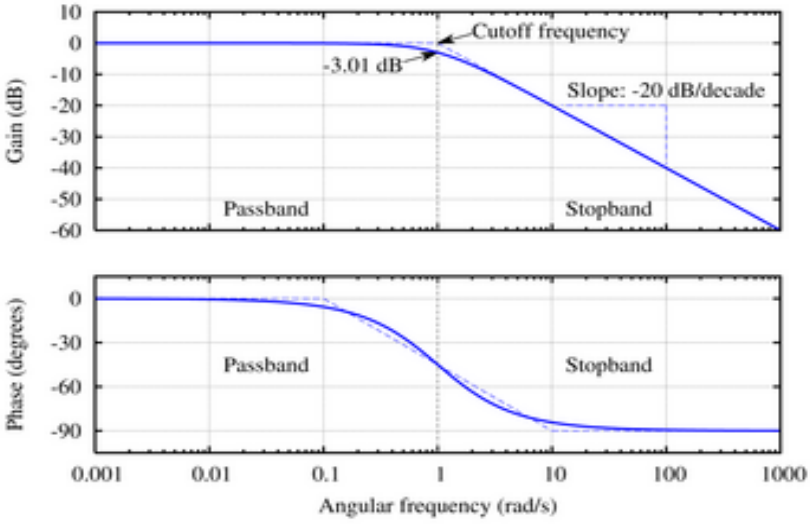
$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = f(t) = F\sin\omega t \qquad (1)$$

3) จากสมการที่ 1 จัดให้อยู่ในรูปของการแปลงลาปลาซ (laplace transform)

$$(ms^2 + bs + kx)X(s) = F(s) \quad (2)$$

4) หาสมการฟังก์ชั่นถ่ายโอน (transfer function) จากสมการที่ 2 ได้ (Rowell and Wormley, 1998) ดังแสดงในภาพที่ 3

$$G(s) = \frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{ms^2 + bs + k} \quad (3)$$



ภาพที่ 3 การหาความถี่เชิงมุมเพื่อกาค่ามวล-ตัวหน่วง-สปริง
ที่มา: Ogata (2004)

5) จากรูปที่ 3 หาฟังก์ชั่นถ่ายโอนในรูปแบบความถี่ไซน์ (sinusoidal transfer function)

$$\frac{X(j\omega)}{F(j\omega)} = \frac{1}{m(j\omega)^2 + bj\omega + k} \quad (4)$$

6) จากสมการที่ 4 คำนวณหา bode diagram

$$\frac{X(j0+)}{F(j0+)} = -26 \text{ dB}$$

ได้ค่านิจของสปริง และค่าความถี่ธรรมชาติ

$$\frac{X(j0+)}{F(j0+)} = \frac{1}{k} = -26 \text{ dB} = 0.0501 \text{ rad/s}$$

$$k = 19.96 \text{ N/m} \quad \omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = 3.2 \text{ rad/s}$$

ดังนั้น สามารถคำนวณหาค่ามวลได้

$$m = \frac{k}{\omega_n^{\,2}} = \frac{19.96}{10.24} = 1.949 \text{ kg}$$

หาค่าอัตราส่วนความหน่วง (damping ratio) ξ ได้ค่า $\xi = 0.32$

แทนค่าหา $\frac{b}{m} = 2\xi\omega_n$

$$b = 2\xi\omega_n m = 2 \times 0.32 \times 3.2 \times 1.949 = 3.992 \text{ N-s/m}$$

สรุป ได้ค่าที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ดังนี้

$$m = 1.949 \text{ kg}, \quad b = 3.992 \text{ N-s/m}, \quad k = 19.96 \text{ N/m}$$

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2557 จำนวน 60 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2557 จำนวน 30 คน ด้วยการสุ่มแบบเป็นระบบ (systematic sampling) ด้วยการทดสอบใช้ชุดฝึกอบรม

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาความเชื่อมั่นของชุดฝึกอบรม และกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ที่ใช้ในการทดสอบความเชื่อมั่นของชุดฝึกอบรม คือ นักศึกษาหลักสูตร เทคโนโลยีบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 และ 4 สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 2/2557 จำนวน 20 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างเป็นระบบ (systematic approach) ด้วยการจัดลำดับคะแนนทดสอบ

4. การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งประกอบด้วยชุดฝึกอบรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าต่างๆ (บุญชม, 2545) ดังนี้

4.1 ดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์กับสมรรถนะแบบประเมิน (content validity) เมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์งานที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะอาชีพ

4.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทางด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ

4.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริง

4.4 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงให้เหมาะสม

4.5 ทดลองใช้ชุดฝึกอบรม เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยนำข้อมูลที่ได้นำกลับไปปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้จริง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม (บุญชม, 2545) ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2โดยที่ E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติเชิงสรุปอ้างอิงค่าที (t-test dependent)

5.3 วิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. การประลองเพื่อคำนวณหาผลตอบสนองร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ข้อมูลของชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมกำหนดให้ system response to a step force $F(s)=1$ N. โดยมีค่าพารามิเตอร์ ดังภาพที่ 4 และ 5 มีดังต่อไปนี้

M=1 kg, B=10 N-s/m, k=20 N/m (Ogata, 2004) เขียน transfer function ได้

$$\frac{X(s)}{F(s)}=\frac{1}{s^2+10s+20}$$

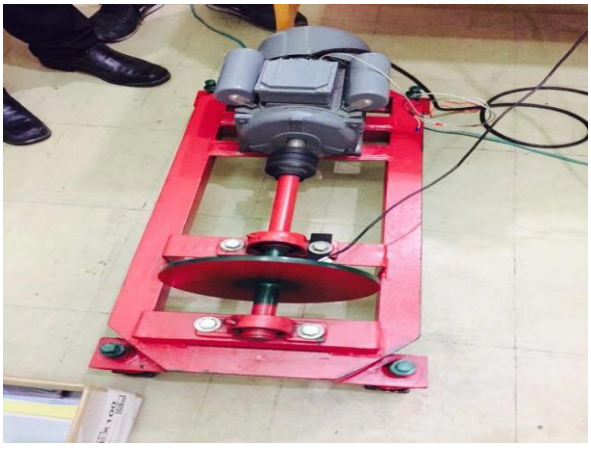
ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม MATLAB โดยเขียนคำสั่งเพื่อแสดงเมตริกซ์ (Matrix) และผลการตอบสนองของระบบ (System response) ดังนี้

>> num=1 หมายถึง คำสั่ง Numerator;

>> den=[1 10 20] หมายถึง คำสั่ง Denominator ;

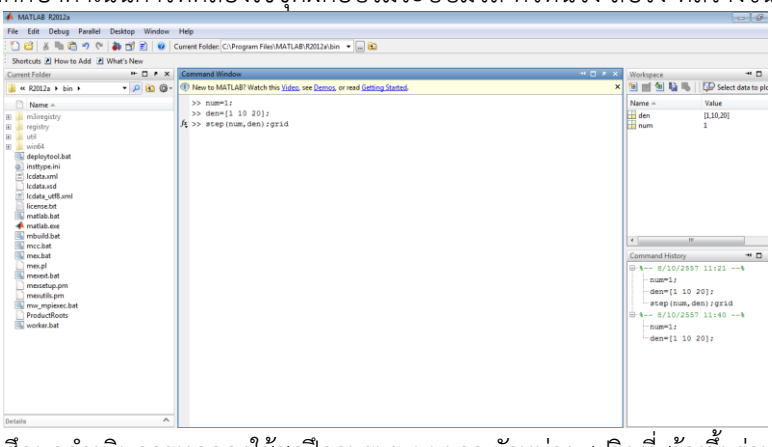
>> step(num,den) ; grid หมายถึง คำสั่งผลการตอบสนองของระบบ

โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังภาพที่ 6 ภาพที่ 7 และภาพที่ 8

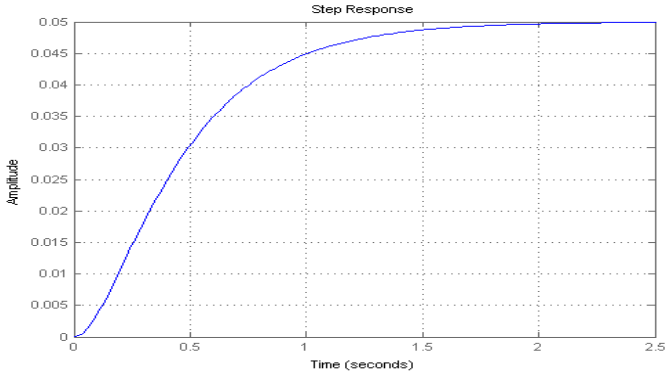


ภาพที่ 4 ชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง ที่สร้างขึ้น

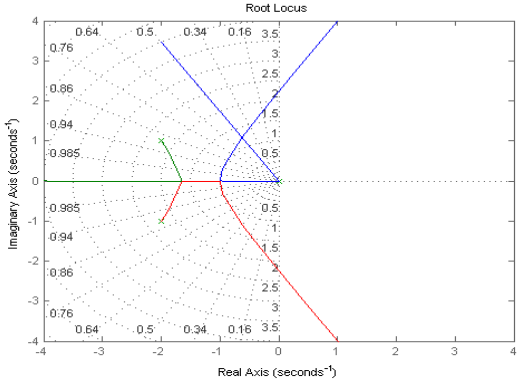
ภาพที่ 5 นักศึกษาดำเนินการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง ที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 6 นักศึกษาดำเนินการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง ที่สร้างขึ้นร่วมกับการคำนวณด้วยโปรแกรม MATLAB



ภาพที่ 7 ผลการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง ที่สร้างขึ้นร่วมกับการคำนวณด้วยโปรแกรม MATLAB เพื่อหาค่าผลการตอบสนองเชิงเวลา



ภาพที่ 8 ผลการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง ที่สร้างขึ้นร่วมกับการคำนวณด้วยโปรแกรม MATLAB เพื่อหาค่าผลการตอบสนองเชิงความถี่

โดยภาพที่ 4 และ 5 แสดงดำเนินการทดลองใช้ชุดฝึกอบรมระบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง ที่สร้างขึ้น และการเขียนโปรแกรม MATLAB โดยเขียนคำสั่งเพื่อแสดงเมตริกซ์ (Matrix) และผลการตอบสนองของระบบ (System response) แสดงผลการทดลองดังภาพที่ 6, 7 และ 8 ตามลำดับ

ผลการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริง สำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผลการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริง สำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ผลการวิจัยจากตารางที่ 1 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นเกี่ยวกับการออกแบบชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง โดยมีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.88 อยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าชุดฝึกอบรมนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ตารางที่ 1 การประเมินผลด้านการออกแบบชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	การแปลความหมาย
1	มีความเหมาะสมในการเป็นสื่อการเรียนการสอน	5.00	ดีมาก
2	มีความแข็งแรง ทนทาน สะดวกต่อการใช้งาน และการซ่อมบำรุง	4.80	ดีมาก
3	มีอุปกรณ์ครบถ้วน และครบถ้วนตามหลักวิศวกรรม	5.00	ดีมาก
4	มีการจัดวางอุปกรณ์ได้เหมาะสมสะดวกต่อการจัดเก็บเคลื่อนย้ายได้สะดวก	5.00	ดีมาก
5	ประหยัด คุ้มค่ากว่าการสั่งซื้อจากต่างประเทศ	4.60	ดีมาก
	รวมค่าเฉลี่ย	4.88	ดีมาก

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติขั้นการทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ชุดฝึกอบรม	N	E_1	E_2	E_1/E_2
ระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง	30	85.31	81.95	85.31/81.95

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_2) ขั้นการทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างของ ชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง มีค่าเท่ากับ 85.31/81.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติ ขั้นการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ชุดฝึกอบรม	N	E_1	E_2	E_1/E_2
ระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง	30	88.53	81.11	88.53/81.11

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_2) ขั้นการทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง มีค่าเท่ากับ 88.53/81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริง สำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ผลการวิจัยจากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยหลังศึกษาด้วยชุดฝึกอบรม $(\overline{X} = 23.18, S.D. = 2.59)$ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนศึกษาด้วยชุดฝึกอบรม $(\overline{X} = 10.92, S.D. = 8.93)$ สรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพสามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง

การทดลอง	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	*t*
ก่อนศึกษาด้วยชุดฝึกอบรม	30	30	10.62	8.93	11.612
หลังศึกษาด้วยชุดฝึกอบรม	30	30	23.18	2.59	

หมายเหตุ: $P \leq 0.05$

3. ผลของความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริง สำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

จากตารางที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีค่าเฉลี่ยรวม 4.79 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 5 แสดงความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติ ระบบควบคุมทางกลที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริงสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1	ชุดฝึกอบรมสามารถทำให้เรียนรู้ระบบควบคุมอัตโนมัติทางกลได้เข้าใจดียิ่งขึ้น	4.85	0.28	ดีมาก
2	การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องเข้าใจง่าย	4.92	0.16	ดีมาก
3	ชุดฝึกอบรมทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	4.61	0.54	ดีมาก
4	ชุดฝึกอบรมทำให้ผู้เรียนการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.56	0.69	ดีมาก
5	ชุดฝึกอบรมทำให้ผู้เรียนมีทักษะ ในการออกแบบและคำนวณระบบควบคุมอัตโนมัติ	4.84	0.42	ดีมาก
6	ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	5.00	0.00	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.79	0.34	ดีมาก

การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติที่เป็นมวล-ตัวหน่วง-สปริง สำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีประเด็นที่นำมาอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_2) ขั้นการทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างของ ชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง มีค่าเท่ากับ 88.53/81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 นั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรัตน์ และกฤษณะ (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดสาธิตการควบคุมระดับน้ำด้วยวิธีการควบคุมแบบพีไอดีและฟัซซี โดยใช้โปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนในภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ โดยส่งคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC) เพื่อประมวลผลตามโปรแกรมโดยการควบคุมระดับน้ำใช้เซนเซอร์ความดัน (pressure sensor) สำหรับการป้อนกลับให้ระดับน้ำทำงานตามคำสั่งที่ได้รับและแสดงผลขึ้นที่หน้าจอโปรแกรม LabVIEW ผลการทดลองพบว่า ชุดสาธิตการควบคุมระดับน้ำสามารถแสดงผลได้ถูกต้องตามทฤษฎี และผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านอยู่ในเกณฑ์ดี ที่ค่าเฉลี่ยรวม 3.54 เป็นข้อค้นพบว่าชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ Sudsomboon (2011) ที่กล่าวว่าโปรแกรม LabVIEW สามารถจำลองระบบควบคุมให้เห็นฟังก์ชั่นการทำงาน และผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติต่อวงจรได้ตามรูปแบบที่กำหนด ตลอดจนมีการรายงานผลแบบ real-time ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนและต้องการศึกษาด้วยตนเองเพิ่มขึ้น

2. คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง ชุดฝึกอบรมระบบควบคุมระดับน้ำแบบอัตโนมัติ และชุดฝึกอบรมระบบควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ วีระยุทธ และบุญส่ง (2555) โดยผลการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ โดยเฉพาะชิ้นส่วนแมคคาทรอนิกส์ ได้แก่ เซ็นเซอร์ อุปกรณ์การวัดและประมวลผลข้อมูล และ อุปกรณ์การทำงาน โดยผู้เรียนมีความเข้าใจสัญญาณย้อนกลับ (feedback) สำหรับชุดฝึกอบรมการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีค่าเฉลี่ยรวม 4.79 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด เป็นผลการวิจัยที่ยืนยันว่างานวิจัยครั้งนี้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง ที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 88.53/81.11 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีค่าเฉลี่ยรวม 4.79 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในครั้งต่อไป

ควรนำชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรมกลุ่มอื่นๆ ในบริบทที่หลากหลายของระบบควบคุมทางกล เช่น ระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ ระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ ให้กับ นักศึกษาในสถาบันการอาชีวศึกษา แล้วนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม และควรมีการศึกษาผลของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ผ่านการฝึกด้วยชุดฝึกอบรมนี้แล้วสามารถนำความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการต่อยอดการเรียนรู้เป็นอย่างไรบ้าง เพื่อเป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์อย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการดำเนินการวิจัย จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สัญญาเลขที่ มรภ. 35/2558 ที่ได้ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิทวัส ดวงภุมเมศ และวารีรัตน์ แก้วอุไร. (2560). การจัดการเรียนรู้ในยุคไทยแลนด์ 4.0 ด้วยการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น. วารสารมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 11(2), 1-13.

วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ และบุญส่ง เหมวัฒน์. (2555). The Development of Automotive Mechatronic Systems Training Strategy for Enhancing Problem Solving Skills within Current Situation. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี),* 4(8), 51-69.

สุรัตน์ ธัญญะภูมิ และกฤษณะ ศรีมาวรรณ์. (2552). *การสร้างชุดสาธิตการควบคุมระดับน้ำด้วยวิธีการควบคุมแบบพีไอดีและฟัซซี โดยใช้โปรแกรม LabVIEW.* ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

Fraenkel, J.R. (1993). *How to Design and Evaluate Research in Education.* Singapore: McGraw-Hill Inc.

Nise, N.S. (2000). *Control Systems Engineering.* (3rd ed). New York: John Wiley & Sons.

Ogata, K. (2004). *System dynamics.* Upper Saddle River. NJ: Pearson Prentice Hall.

Rowell, D. and Wormley, D. N. (1998). *System Dynamics: An Introduction.* New Jersey: Prentice Hall.

Sudsomboon, W. (2011). Effects of a Computer-Based Concept-Mapping: The Learning Innovation in Industrial Education. *Technical Education Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* 2(2), 11-19.

Sudsomboon, W. (2013). Applying Case-Based Reasoning to Teach Analysis of Non-Holonomic Mechanical Systems. In the 3rd *International Conference on Sciences and Social Sciences (ICSSS 2013).* July 18-19. Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham, Thailand. 17-25.

Sudsomboon, W. and Maungmungkun, T. (2013). Integrating Case-Based Reasoning Approach in an Undergraduate Industrial Technology Research Course. In the 6th *International Conference on Educational Reform (ICER 2013).* February 23-24. Sokha Angkor Resort. Siem Reap. Cambodia. 220-226.