ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

โดย นายรังสรรค์ โพธิกุล

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล

_____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์)

_____ กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภร นนทะสร)

_____ กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ ตลับแก้ว)

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

นายรังสรรค์ โพธิกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายรังสรรค์ โพธิกุล
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืน
สาขาวิชา : เครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุราษฎร์ พรมจันทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภร นนทะสร
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง การรับภาระของลูกปืน เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาการออกแบบเครื่องจักรกล โปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี โดยมีสมมติฐานการวิจัย คือ ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้องไม่ต่ำกว่า 0.5 และผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีการเรียนด้วยชุดประลองการรับภาระของลูกปืนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80/80

วิธีการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างชุดประลองการรับภาระของลูกปืนและนำไปหาคุณภาพของชุดประลอง โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ชุดประลองการรับภาระของลูกปืนนี้ได้นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาโปรแกรมวิชาเครื่องกล จำนวน 15 คน หลังจากจบการเรียนการสอนนักศึกษาทำแบบฝึกหัดและทำแบบทดสอบ หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบมาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดประลอง

ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการประเมินคุณภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.78 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 0.5 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดประลองมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80/80 โดยมีค่าผลสัมฤทธิ์จากการทำแบบฝึกหัด 84.2 และค่าผลสัมฤทธิ์จากการทำแบบทดสอบ 84.3

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 89 หน้า)

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr.Rangsan Potikul
Thesis Title : A Construction and Efficiency Finding of an Experimental Set on Bearing Load
Major Field : Mechanical Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Assistant Professor Dr.Surat Promchun
Assistant Professor Porn Nontasorn
Academic Year : 2007

Abstract

The objectives of this research were to construct, to find the efficiency and the quality of an experimental set on bearing load by using it as an instructional media for Machine Design subject, Department of Industrial Mechanical Technology, Faculty of Industrial Technology, Kanchanaburi Rajabhat University.

The hypothesis of this research was the Index of IOC of the experimental set on bearing load from the specialist was not lower than 0.5 and the learning efficiency of the students who studied this experimental set on bearing load was not lower than 80/80.

Methodology : Researcher has created the experimental set on bearing load and find its quality by the specialist. This experimental set on bearing load was used by a group of 15 mechanical students. After completing, the students were asked to do practice exercises and the test. The scores from both practice exercises and the test were used for calculation of its efficiency.

The result of this research showed that the Index of IOC of the experimental set on bearing load from the specialist was 0.78 which exceeded the standard requirement of 0.5 and the learning efficiency from using the experimental set on bearing load exceeded the standard requirement 80/80 which the efficiency from doing practice exercise was 84.2 and the test was 84.3

(Total 89 pages)

Keywords : An experimental set on bearing load

_____Chairperson

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรมจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์พร นนทะสร ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านคณบดีและคณาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ช่วยสนับสนุนและให้ข้อมูลเกี่ยวกับการทำวิจัยในครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณมารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

รังสรรค์ โพธิกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	
สารบัญภาพ	
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา	4
1.3 สมมติฐานในการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ของการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ชนิดของลูกปืน	7
2.2 ทฤษฎีการรับภาระของลูกปืน	10
2.3 ความหมายของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	14
2.4 ความหมายของสื่อการสอน	16
2.5 ความหมายของชุดทดลอง	16
2.6 กระบวนการสร้างชุดประลอง	17
2.7 การประเมินคุณภาพชุดประลอง	20
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	25
3.2 สร้างเครื่องมือในงานวิจัย	25
3.3 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง	31
3.4 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	33
3.5 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	35
บทที่ 4 ผลการวิจัย	37
4.1 ผลวิเคราะห์คุณภาพของชุดประลอง	37
4.2 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดประลอง	40
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ	41
5.1 สรุปผลการวิจัย	41
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	42
5.3 ข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก ก	45
รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา	46
หัวข้องานประลองการรับภาระของลูกปืน	47
ภาคผนวก ข	48
แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา	49
ภาคผนวก ค	50
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	51
หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดประลอง	52
แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	53
ตารางแสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองด้านการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ	58
ตารางแสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านการประลองและเอกสารประกอบการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ	59
ตารางแสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ	60
ตารางแสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองด้านการออกแบบ ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง และด้านคุณภาพชุดประลอง โดยผู้เชี่ยวชาญ	61

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง 62
ตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 63
ตารางแสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบฝึกหัดของนักศึกษา 64
ตารางแสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบทดสอบของนักศึกษา 64
ภาคผนวก จ 65
ใบประลองการรับภาระของลูกปืน 66
ตัวอย่างแบบฝึกหัด 73
ตัวอย่างแบบทดสอบ 78
ภาคผนวก ช 82
คู่มือการใช้ชุดประลองการรับภาระของลูกปืน 83
แบบชุดประลองการรับภาระของลูกปืน 87
ภาคผนวก ซ 88
ประวัติผู้วิจัย 89

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	แสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบของนักศึกษา	40
ก-1	แสดงแหล่งข้อมูลในหัวข้อการรับภาระของลูกปืน	47
ข-1	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการประลองด้วยชุดประลองการรับภาระของลูกปืน	49
ค-1	แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านการออกแบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ	58
ค-2	แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ	59
ค-3	แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ	60
ค-4	การวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองด้านการออกแบบ ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง และด้านคุณภาพชุดประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ	61
ง-1	แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา	63
ง-2	แสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบฝึกหัดของนักศึกษา	64
ง-3	แสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบทดสอบของนักศึกษา	64

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	แผนภูมิแสดงผลการเรียนรายวิชาการออกแบบเครื่องจักรกล	2
2-1	ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก	8
2-2	ลูกปืนเม็ดทรงกระบอก	8
2-3	ลูกปืนเม็ดโค้ง	9
2-4	ลูกปืนคาร์บ	9
2-5	ลูกปืนเม็ดเรียว	10
2-6	แสดงการเปลี่ยนแปลงของลูกปืนที่อัตราเร็วและช่วงเวลาต่างกัน	11
3-1	แสดงขั้นตอนการสร้างชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืน	26
3-2	แสดงขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการประลองการรับภาระของลูกปืน	28
3-3	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	30
3-4	แสดงขั้นตอนการกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	32
3-5	แสดงขั้นตอนการหาคุณภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืน โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ	33
3-6	แสดงขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืน	34
4-1	แผนภูมิแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ	37
4-2	แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ	38
4-3	แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ	38
4-4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อชุดประลอง ด้านการออกแบบชุดประลอง ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง และด้านคุณภาพชุดประลอง	39

บทที่ 1
บทนำ

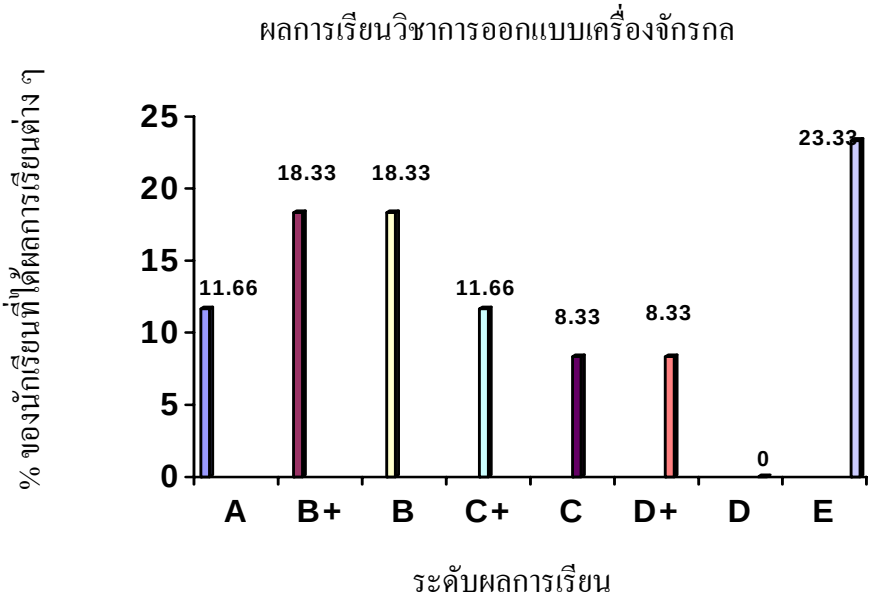
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่สามารถนำเอาเครื่องจักรกลที่มีอยู่แล้วมาประยุกต์ใช้กับงานหลากหลายประเภทเพื่อสร้างอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งทางด้านอุตสาหกรรม การเกษตร รวมไปถึงอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน โดยสังเกตจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดในปัจจุบันอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านั้นถูกออกแบบโดยใช้ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมาเป็นตัวเชื่อมต่อให้เกิดกลไกลการทำงานเช่น เฟือง โซ่ สายพาน ลูกปืน ฯลฯ ผู้ออกแบบส่วนใหญ่มีความเข้าใจคุณสมบัติของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลต่าง ๆ เหล่านั้นแค่เพียงลักษณะการทำงานเท่านั้นซึ่งในความเป็นจริงแล้วผู้ที่จะออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องจักรจะต้องเข้าใจคุณสมบัติพื้นฐานของอุปกรณ์ทางเครื่องกลอย่างชัดเจนโดยต้องมีการศึกษาข้อมูลรวมไปถึงการทดสอบหาความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้นในบางครั้งข้อมูลจากผู้ผลิตชิ้นส่วนก็ยังไม่เพียงพอต่อการเลือกใช้เป็นผลให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องจักรและอันตรายต่อผู้ที่นำเครื่องจักรที่ออกแบบแล้วไปใช้ ดังนั้นจึงมีผู้แก้ปัญหาให้ผู้ที่จะนำชิ้นส่วนเหล่านั้นไปออกแบบเครื่องจักรโดยการเขียนตำราแล้วอธิบายปัญหา วิธีแก้ปัญหา และนำไปใช้ ซึ่งวิธีดังกล่าวก็ทำให้ผู้ออกแบบได้เข้าใจง่ายขึ้นแต่สำหรับผู้ที่เริ่มเรียนรู้การออกแบบเบื้องต้นก็ยากที่จะเข้าใจเพราะไม่สามารถเห็นผลตามทฤษฎีได้เพราะการที่จะเข้าใจการทำงานของชิ้นส่วนเหล่านั้นได้ดีจะต้องเห็นผลทางกายภาพเมื่อชิ้นส่วนเหล่านั้นได้รับภาระงานจริง

การเรียนในภาคทดลองนั้นจะช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับทฤษฎีได้ดีขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาทางสาขาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีจำเป็นจะต้องมีการทดลอง เพื่อพิสูจน์ผลทางทฤษฎี การทดลองใช้สำหรับการสอนเนื้อหาวิชาทางเทคนิคที่มีงานปฏิบัติเป็นพื้นฐานทำให้ผู้เรียนแจ่มแจ้งในเนื้อหาวิชาการสอนทำได้ โดยผู้สอนให้หลักการทางที่ดีของเรื่องต่าง ๆ ก่อนแล้วให้ผู้เรียนพิสูจน์หลักการนั้นด้วยการทดลองจากการทดลอง เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบต่างในบทเรียนทางวิชาชีพ สรุปผลออกมาได้ว่าวิธีสอนแบบทดลองจะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้มากกว่าวิธีอื่น ๆ เช่น การสาธิต การบรรยาย (พิสิฐ และธีระพล, 2529 : 123-124)

ตามหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี นักศึกษาจะต้องเรียนวิชาการออกแบบ

เครื่องจักรกล 1 จำนวน 3 หน่วยกิต ในเนื้อหารายวิชานักศึกษาจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้และการคำนวณชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรกลเช่น สกรู เพลา ลูกปืน ฯลฯ ในการเรียนการสอนนอกจากผู้เรียนจะต้องเรียนทางทฤษฎีตามตำราที่มีผู้เชี่ยวชาญได้ทำการแต่งไว้แล้ว แต่ผู้เรียนยังขาดความเข้าใจในการเรียนทางทฤษฎีผลการเรียนในรายวิชานี้ต่ำ จากการสำรวจผลการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาเครื่องกลของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีนั้นพบว่า จากนักศึกษา 4 หมู่เรียนจำนวนทั้งสิ้น 60 คนมีผลการเรียนซึ่งแสดงโดยแผนภูมิดังนี้



ภาพที่ 1-1 แผนภูมิแสดงผลการเรียนรายวิชาการออกแบบเครื่องจักกล

จากภาพที่ 1-1 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ผลการเรียนของนักศึกษาสาขาเครื่องกลของมหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จำนวน 60 คน

มีผลการเรียนในระดับ A จำนวน 7 คน คิดเป็น 11.66 %

มีผลการเรียนในระดับ B+ จำนวน 11 คน คิดเป็น 18.33 %

มีผลการเรียนในระดับ B จำนวน 11 คน คิดเป็น 18.33 %

มีผลการเรียนในระดับ C+ จำนวน 7 คน คิดเป็น 11.66 %

มีผลการเรียนในระดับ C จำนวน 5 คน คิดเป็น 8.33 %

มีผลการเรียนในระดับ D+ จำนวน 5 คน คิดเป็น 8.33 %

มีผลการเรียนในระดับ D จำนวน 0 คน คิดเป็น 0 %

มีผลการเรียนในระดับ E จำนวน 14 คน คิดเป็น 23.33 %

จากผลการเรียนของนักศึกษาเห็นว่านักศึกษาที่ได้ผลคะแนนในระดับ E มีถึง 14 คน คิดเป็น 23.33% ซึ่งมีจำนวนค่อนข้างสูงนั่นแสดงให้เห็นว่านักศึกษามีผลการเรียนโดยภาพรวมค่อนข้างต่ำ และจากการสอบถามทั้งนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอนพบว่า ในรายวิชาการออกแบบเครื่องจักรกลเป็นรายวิชาที่ค่อนข้างยากต่อความเข้าใจของนักศึกษาและยังยากครูผู้สอนในการอธิบายให้เห็นภาพได้

ดังนั้นนักศึกษาจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการฝึกทักษะกับชุดประลองการทำงานของชิ้นส่วนเหล่านั้นตามทฤษฎีให้นักศึกษามีความเข้าใจเพิ่มขึ้นและสามารถนำชิ้นส่วนเครื่องจักรกลเหล่านั้นไปออกแบบเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัยได้ และเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนของนักศึกษาเพราะไม่ได้เรียนทางทฤษฎีเพียงอย่างเดียว นอกจากนั้นทางโปรแกรมวิชาเครื่องกลยังขาดเครื่องมือที่จะต้องนำมาใช้ในการเรียนการสอน ชุดประลองการทำงานของเครื่องจักรเป็นเครื่องช่วยสอนในการฝึกทักษะของผู้เรียนซึ่งมีผู้ออกแบบและสร้างไว้บ้างแต่ก็ยังไม่ครอบคลุมทางทฤษฎีของชิ้นส่วนนั้น ๆ ประกอบกับชุดประลองบางอย่างมีราคาค่อนข้างสูงจึงมีผู้ออกแบบและคิดค้นชุดประลองใหม่ ๆ มาใช้อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ครอบคลุมทางทฤษฎี

ลูกปืน (Bearings) เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ทำให้มีการหมุนของเพลาหรือทำให้เกิดการหมุนของชิ้นส่วนอื่นรอบเพลาโดยการส่งถ่ายโหลดผ่านลูกกลิ้งซึ่งอยู่ระหว่างวงแหวนในและวงแหวนนอก ในการเลือกลูกปืนไปใช้งานให้เหมาะสมและตรงกับวัตถุประสงค์การใช้งานผู้ออกแบบจะต้องศึกษาการรับภาระ อายุการใช้งาน และการบำรุงรักษา ลูกปืนที่มีชนิดและขนาดเดียวกันเมื่อได้รับภาระที่ต่างกันจะทำให้อายุการใช้งานต่างกัน โดยอายุการใช้งานของลูกปืนจะบอกเป็นจำนวนรอบการใช้งาน และสภาวะที่ลูกปืนได้รับจะเป็นการรับแรงในแนวแกนและแนวรัศมีซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาอายุการใช้งานได้ตามทฤษฎี แล้วจึงนำไปใช้งานและเลือกวิธีการบำรุงรักษาต่อไป จะเห็นว่าเนื้อหาของลูกปืนดังกล่าวค่อนข้างยากต่อการทำความเข้าใจในทางทฤษฎี

จากที่กล่าวมาในข้างต้นสามารถสรุปประเด็นปัญหาหลัก ๆ ได้ดังนี้

1) นักศึกษามีผลการเรียนต่ำเพราะขาดชุดประลองในการฝึกทักษะ

2) โปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีขาดชุดประลองทางด้านเครื่องกลที่เกี่ยวข้องกับลูกปืน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดจะสร้างชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ประกอบการเรียนรู้ทางทฤษฎีของลูกปืนและออกแบบชุดประลองให้มีมาตรฐานตรงตามทฤษฎีสามารถนำไปใช้งานได้ตรงตามความต้องการของผู้เรียนและผู้สอน

1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

1.2.1 เพื่อหาคุณภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

1.2.2 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

1.3.2 ผลการประเมินชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืน จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)ไม่ต่ำกว่า 0.5

1.3.1 ผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีการเรียนด้วยชุดประลองการรับภาระของลูกปืนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80/80

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 การวิจัยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างชุดประลองการรับภาระของลูกปืน โดยใช้ทดสอบการรับแรงของลูกปืนในแนวรัศมีและแนวแกนของเม็ดลูกปืน 5 แบบคือ ลูกปืนเม็ดกลม ลูกปืนเม็ดทรงกระบอก ลูกปืนเม็ดโค้ง ลูกปืนคาร์บ ลูกปืนเม็ดเรียว

1.4.2 ผู้วิจัยได้หาคุณภาพของชุดประลองโดยการประเมินจากผู้เชี่ยวจำนวน 7 คนซึ่งผู้เชี่ยวชาญนั้นเป็นผู้ที่มีความรู้ทางด้านการเรียนการสอนในด้านอุตสาหกรรม

1.4.3 ผู้วิจัยทำการหาประสิทธิภาพของชุดประลองโดยนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

1.4.4 ระยะเวลาดำเนินการศึกษาวิจัยเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2549 ถึง เมษายน 2550

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 ได้ชุดประลองการรับภาระของลูกปืนที่สอดคล้องตามทฤษฎีและมีคุณภาพ ให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีได้เพิ่มทักษะจากการประลองเกี่ยวกับภาระของลูกปืน ทางด้านการออกแบบและการนำลูกปืนไปใช้งานดีขึ้น

1.5.2 ได้ชุดประลองการรับภาระของลูกปืน เพื่อให้อาจารย์โปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีที่สอนรายวิชาการออกแบบเครื่องจักรกลใช้อธิบายการทำงานของลูกปืนและหลักการนำลูกปืนไปใช้งานได้ง่ายขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืนผู้วิจัยทำการศึกษาตำรา เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีหัวข้อต่างๆดังนี้

2.1 ชนิดของลูกปืน

2.2 ทฤษฎีการรับภาระของลูกปืน

2.3 ความหมายของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.4 ความหมายของสื่อการสอน

2.5 ความหมายของชุดทดลอง

2.6 กระบวนการสร้างชุดประลอง

2.7 การประเมินคุณภาพชุดประลอง

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชนิดของลูกปืน

จากตำราการเรียนการสอนรายวิชาการออกแบบเครื่องจักรกลและข้อมูลจากผู้ผลิตลูกปืน เอส เค เอฟ ประเทศไทย จำกัด ได้กำหนดชนิดของลูกปืนออกไปได้หลายแบบแตกต่างกันซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและจำแนกลักษณะของเม็ดลูกปืนที่นำมาทดสอบได้ดังนี้

2.1.1 ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก (Deep groove ball bearing) ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึกได้รับการไปใช้งานต่างอย่างกว้างขวางมีลักษณะแยกส่วนไม่ได้ สามารถทำงานที่ความเร็วสูง การดูแลรักษาน้อยมาก ราคาถูก และสามารถรับแรงได้ทั้งแนวแกนและแนวรัศมี

ภาพที่ 2-1 ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก

2.1.2 ลูกปืนเม็ดทรงกระบอก (cylindrical roller bearing) ส่วนใหญ่เป็นตลับลูกปืนแถวเดียว พร้อมรัง แต่ก็ยังมีการผลิตตลับลูกปืนแบบสองแถวพร้อมส่วนประกอบสมบูรณ์ของลูกกลิ้ง ลูกปืนแบบนี้สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้มากกว่าแบบเม็ดกลมแต่ไม่สามารถรับแรงในแนวแกนได้

ภาพที่ 2-2 ลูกปืนเม็ดทรงกระบอก

2.1.3 ตลับลูกปืนเม็ดโค้ง (Spherical Roller Bearings) ตลับลูกปืนเม็ดโค้งมีลูกกลิ้งอยู่สองแถว ซึ่งใช้รางวิ่งที่เป็นผิวโค้งที่อยู่ในวงแหวนนอกร่วมกัน รางวิ่งสองรางที่วงแหวนในเอียงทำมุมกับแกนของตลับลูกปืน ตลับลูกปืนเป็นแบบปรับแนวได้เอง และจึงเป็นผลให้ไม่อ่อนไหวต่อค่าความผิดพลาดในการวางแนวของเพลาเมื่อเทียบกับตัวเสื้อ และการดัดของเพลา นอกจากการรับแรงในแนวรัศมีแล้ว ตลับลูกปืนยังสามารถรับแรงรุนได้ทั้งสองทิศทาง

ภาพที่ 2-3 ลูกปืนเม็ดโค้ง

2.1.4 ตลับลูกปืนคาร์บ ในปี 1995 เอส เค เอฟ ได้คิดค้นและพัฒนาตลับลูกปืนชนิดใหม่เป็นรายแรกของโลกเรียกว่า คาร์บ(CARB™) ย่อมาจาก Compact Aligning Roller Bearing คาร์บ เป็นตลับลูกปืนเม็ดโค้งแถวเดียว ซึ่งได้รับการออกแบบให้เม็ดลูกปืนและรางวิ่ง มีรัศมีที่กว้างมาก ทำให้ตลับลูกปืนสามารถยอมรับการเยื้องแนวของเพลา (Shaft Misalignment) และการขยายตัว หรือ เคลื่อนตัวในแนวแกนของเพลา (Axial Displacement) ในเวลาเดียวกันได้ พร้อมทั้งมีความสามารถรับแรงในแนวรัศมีสูง (Radial Carrying Capacity) แหวนและเม็ดลูกกลิ้งผลิตจากเหล็กกล้าคุณภาพสูงของ เอส เค เอฟ และผ่านขบวนการอบชุบแข็ง แบบ Bainite เพื่อให้ได้ตลับลูกปืนที่มีความแข็งและเหนียว ทนทาน มีความคงทนสูง ภายใต้อุณหภูมิ การใช้งานสูงถึง 200 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 2-4 ลูกปืนคาร์บ

2.1.5 ตลับลูกปืนเม็ดเรียว (Taper Roller Bearings) ตลับลูกปืนเม็ดเรียวมีรางวิ่งของแหวนในและวงแหวนนอกลาดเอียง ซึ่งมีลูกกลิ้งเม็ดเรียวอยู่ระหว่างวงแหวนทั้งสองนี้ ถ้าหากว่าเราต่อผิวของวงแหวนทั้งสองออกมา วงแหวนทั้งสองจะไปตัดกันที่จุดๆ หนึ่งบนแกนหมุนของตลับลูกปืน เงื่อนไขนี้หมายความว่าเงื่อนไขของการกลิ้งของลูกกลิ้งจะอยู่ในภาวะที่ดีที่สุด การออกแบบในลักษณะนี้ทำให้

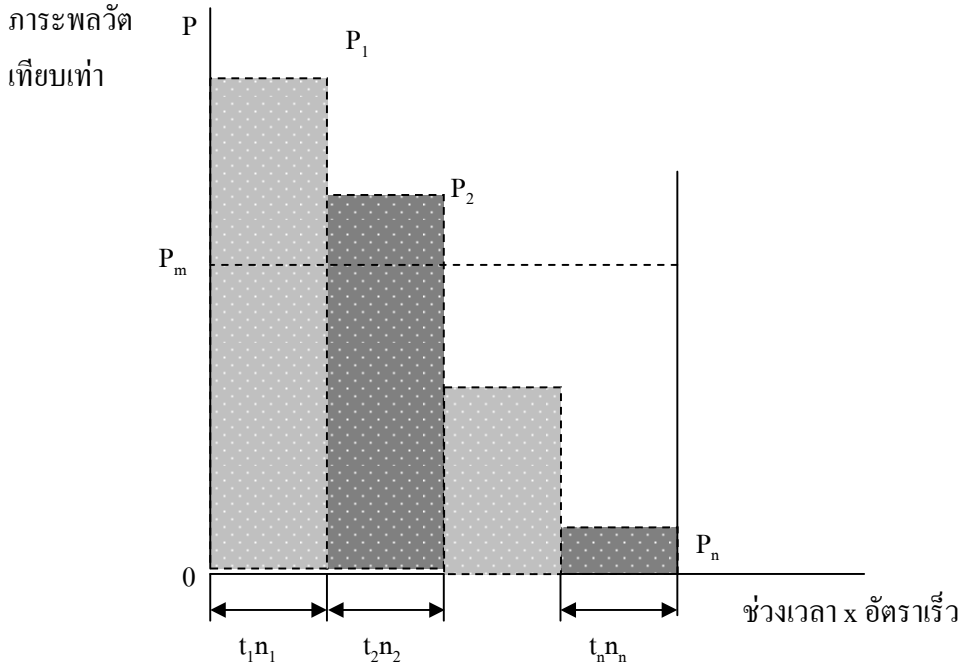
ตลับลูกปืนเม็ดเรียวเหมาะสำหรับการใช้รับแรงรวม(แรงในแนวรัศมีและแรงรุน) ความสามารถในการรับแรงรุนของตลับลูกปืนเม็ดเรียว ส่วนใหญ่จะถูกกำหนดโดยมุมสัมผัส ซึ่งเป็นมุมของรางวิ่งของวงแหวนนอก มุมที่ยิ่งใหญ่ ความสามารถในการรับแรงรุนก็จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยทั่วไปตลับลูกปืนเม็ดเรียวจะเป็นแบบแยกส่วนได้ นั่นคือวงแหวนในพร้อมลูกกลิ้งและชุดรังจะรวมเป็นชุดเดียวกัน ซึ่งสามารถติดตั้งแยกต่างหากจากวงแหวนนอกได้

ภาพที่ 2-5 ลูกปืนเม็ดเรียว

2.2 ทฤษฎีการรับภาระของลูกปืน

2.2.1 ภาระพลวัตเทียบเท่าเฉลี่ย

การใช้งานของลูกปืนในเครื่องจักรกลบางชนิด ภาระที่มากระทำต่อลูกปืนอาจจะเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาการทำงาน และอัตราเร็วของการหมุนก็อาจจะเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาการทำงานด้วยเช่นกัน เช่น ลูกปืนเครื่องซักผ้า เป็นต้น ถ้าให้ P_i เป็นภาระพลวัตเทียบเท่าที่อัตราเร็ว n_i ในแต่ละช่วงเวลา t_i การเปลี่ยนแปลงของภาระที่อัตราเร็วและช่วงเวลาการทำงานต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของลูกปืนภาระที่อัตราเร็วและช่วงเวลาทำงานต่างๆ กัน

การเลือกใช้ลูกปืนเพื่อใช้งานภายใต้สภาวะดังกล่าว จะต้องหาภาระพลวัตเทียบเท่าเฉลี่ย P_m อัตราเร็วของการหมุนเฉลี่ย n_m และหาอายุประเมินของลูกปืน L_{10h} จาก

$$P_m = \left[\frac{n_1t_1P_1^{\ a} + n_2t_2P_2^{\ a} + ... + n_nt_np_n^{\ a}}{n_1p_1 + n_2t_2 + ... + n_nt_n} \right]^{1/a}$$

$$n_m = \frac{n_1t_1 + n_2t_2 + ... + n_nt_n}{t_1 + t_2 + ... + t_n}$$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n_m} \left(\frac{C}{P_m} \right)^a$$

2.2.2 ตัวอย่างการคำนวณ

เพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $d \leq 60$ mm. ของเครื่องจักรกล ซึ่งทำงานต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน ได้รับภาระที่อัตราเร็วและช่วงเวลาทำงาน ดังต่อไปนี้

ช่วงที่	เวลา, ชม.	F_r , N	F_a , N	rpm	สภาวะของภาระ
1	0.8	3 500	1 750	1 000	ราบเรียบ
2	0.8	1 750	1 750	1 500	กระแทกเบา
3	4.0	4 500	1 750	1 200	กระแทกเบา
4	2.4	2 200	1 750	1 500	ราบเรียบ

จงเลือกลูกปืนแบบเม็ดกลม หรือแบบเม็ดทรงกระบอกกลมสำหรับอายุใช้งาน 25 000 ชั่วโมง สมมุติให้วงแหวนในหมุน

วิธีทำ จากตาราง ลองเลือกลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก 6312 ซึ่งจะมีค่า

$$C = 81.90 \text{ kN. และ } C_o = 48.00 \text{ kN.}$$

เนื่องจาก $F_{a1} = F_{a2} = F_{a3} = F_{a4} = 1.75$ kN.

ดังนั้น $$\frac{F_{a1}}{C_o} = \frac{F_{a2}}{C_o} = \frac{F_{a3}}{C_o} = \frac{F_{a4}}{C_o} = 0.036$$

จะได้ว่า $e_1 = e_2 = e_3 = e_4 = 0.231$

และจาก $$\frac{F_{a1}}{VF_{r1}} = \frac{1.75}{3.50} = 0.5 > e_1$$

$$\frac{F_{a2}}{VF_{r2}} = \frac{1.75}{1.75} = 1.0 > e_2$$

$$\frac{F_{a3}}{VF_{r3}} = \frac{1.75}{2.20} = 0.39 > e_3$$

$$\frac{F_{a4}}{VF_{r4}} = \frac{1.75}{4.50} = 0.80 > e_4$$

จะได้ว่า $X_1 = X_2 = X_3 = X_4 = 0.6$

$Y_1 = Y_2 = Y_3 = Y_4 = 1.91$

หาภาระพลวัตเทียบเท่าในแต่ละช่วงเวลาได้

P_1 = 1.0(0.56 x 1 x 3 500 + 1.91 x 1 750) = 5 302.5 N

P_2 = 1.5(0.56 x 1 x 1 750 + 1.91 x 1 750) = 6 483.8 N

P_3 = 1.5(0.56 x 1 x 4 500 + 1.91 x 1 750) = 8 793.8 N

P_4 = 1.0(0.56 x 1 x 2 100 + 1.91 x 1 750) = 4 518.5 N

ดังแสดงตาราง

ช่วงเวลา	F_a/C_o	e	F_a/VF_r	X	Y	f_s	P , N
1	0.036	0.23	0.5	0.56	1.91	1.0	5 302.5
2	0.036	0.23	1.0	0.56	1.91	1.5	6 483.8
3	0.036	0.23	0.39	0.56	1.91	1.5	8 793.8
4	0.036	0.23	0.80	0.56	1.91	1.0	4 518.5

หาภาระพลวัตเทียบเท่าเฉลี่ย และอัตราเร็วเฉลี่ยได้จากสมการ (10.14) และสมการ (10.15) คือ

$$P_m = \left[\frac{1\,000 \times 0.8(5\,302.5)^3 + 1\,00 \times 0.8(6\,483.8)^3 + 1\,200 \times 4(8\,793.8)^3 + 1\,500 \times 2.4(4\,578.5)^3}{1\,000 \times 0.8 + 1500 \times 0.8 + 1\,200 \times 4 + 1\,500 \times 2.4} \right]^{1/3}$$

= 7 246.7 N.

$$n_m = \frac{1\,000 \times 0.8 + 1\,500 \times 0.8 + 1\,200 \times 4.0 + 1\,500 \times 2.4}{8} = 1\,300 \text{ rpm.}$$

และหาค่าความสามารถในการรับภาระพลวัตของลูกปืนที่ต้องการจากสมการ (10.16) ได้

$$CR \geq \frac{25\,000 \times 60 \times 1\,300^{1/3}}{10^6} \times 7\,246.7 \text{ N.}$$

$$\geq 90.74 \text{ kN.} > C = 81.90 \text{ kN.}$$

ดังนั้น ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก 6312 ที่เลือกไว้จึงใช้ไม่ได้

ลองเลือกใหม่ โดยเลือกลูกปืนแบบเม็ดทรงกระบอกกลมสองแถวจากตาราง คือ ลูกปืน 21312 ซึ่งมีค่า C = 161.00 kN. ; C_o = 114.00 kN. และจะได้ว่า $e_1 = e_2 = e_3 = e_4 = 0.20 < Fa/VF_r$ เช่นเดียวกับที่คำนวณมาแล้วข้างต้น ได้ค่า X = 0.67 ; Y = 5.0 หาภาระพลวัตเทียบเท่าในแต่ละช่วงเวลาได้ดังนี้

P_1 = 1.0(0.67 x 1 x 3 500 + 5.0 x 1 750) = 10 950 N.

P_2 = 1.5(0.67 x 1 x 1 750 + 5.0 x 1 750) = 14 884 N.

P_3 = 1.5(0.67 x 1 x 4 500 + 5.0 x 1 750) = 17 648 N.

P_4 = 1.0(0.67 x 1 x 2 100 + 5.0 x 1 750) = 10 224 N.

หาภาระพลวัตเทียบเท่าเฉลี่ย และความสามารถในการรับภาระพลวัตของลูกปืนที่ต้องการ จากสมการได้ดังนี้

$$P_m = \left[\frac{1\,000 \times 0.8(10\,950)^{10/3} + 1\,500 \times 0.8(14\,884)^{10/3} + 1\,200 \times 4(17\,645)^{10/3} + 1\,500 \times 2.4(10\,244)^{10/3}}{1\,000 \times 0.8 + 1500 \times 0.8 + 1\,200 \times 4 + 1\,500 \times 2.4} \right]^{3/10}$$

= 15 132 N.

$$C_R \geq \left[\frac{25\,000 \times 60 \times 1\,300}{10^6} \right]^{3/10} \times 15\,132 \text{ N.}$$

$$\geq 146.90 \text{ kN.}$$

ดังนั้นลูกปืนแบบเม็ดทรงกระบอกกลมสองแถว 21312 <u>ใช้ได้</u> (ค่า C = 161.00 kN.)

2.3 ความหมายของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หมายถึง ข้อความซึ่งบ่งบอกพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนได้แสดงออกหลังจากที่ได้เรียนรู้มาแล้วว่า เขาจะต้องทำอะไรอย่างไรได้บ้าง ซึ่งพฤติกรรมที่ผู้เรียนต้องแสดงออกดังกล่าวจะต้องเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตและวัดได้ เช่น นักศึกษาจะสามารถเลือกขนาดใบเลื่อยได้เหมาะสมกับความแข็งของวัสดุ และความยาวหน้าตัดชิ้นงานได้ถูกต้อง หรืออธิบายถึงขนาดความโตของมุมหลบสกัดที่มีอิทธิพลต่อการตัดเศษชิ้นงานในการปาดผิวได้ เป็นต้น (สุราษฎร์, 2530 : 17)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นจุดประสงค์ที่บ่งเฉพาะเจาะจงว่า หลังจากการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่สังเกตได้ วัดผลได้ ออกมาอย่างไรบ้าง คำที่ใช้จะเป็นคำกริยาที่บ่งให้เห็นการกระทำที่ผู้สอนสังเกตได้ เช่น ตอบคำถามได้ บอกความหมายได้ อธิบายได้ สรุปความสำคัญได้ ชี้บ่งได้ แยกแยะความแตกต่างได้ ฯลฯ เป็นต้น จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้ผู้สอนจะเขียนขึ้นเพื่อใช้ในการสอนเนื้อหาย่อยที่สอนแต่ละครั้ง เพราะจะช่วยให้ผู้สอนสามารถวัดผลได้ชัดเจนแน่นอนว่าผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ผู้ที่เกิดพฤติกรรมตามจุดประสงค์ก็คือ เกิดการเรียนรู้ตามที่ผู้สอนคาดหวัง สามารถผ่านได้ แต่ผู้ที่ไม่เกิดพฤติกรรมตามจุดประสงค์ นั่นคือ วัดผลแล้วไม่ผ่าน ก็ควรต้องมีการซ่อมเสริม ดังนั้น ผู้สอนจึงควรเขียนจุดประสงค์การสอนในลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (อาภรณ์, 2537 : 51)

2.3.1 ประเภทของวัตถุประสงค์การสอน

สุราษฎร์ (2530 : 74) กล่าวว่า ในการเรียนการสอนรายวิชาต่าง ๆ หากพิจารณาดูจะพบว่าวัตถุประสงค์การสอนนั้นมุ่งให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ใน 3 ด้าน คือ

2.3.1.1 ด้านความรู้ ถ้าต้องการเน้นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ไปใช้งานไปแก้ไขปัญหาหรือความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) นั้น ก็จะต้องเขียนวัตถุประสงค์การสอนในเชิงความคิด

2.3.1.2 ด้านทักษะ ที่ต้องการเน้นความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทำงาน หรือทักษะฝีมือ (Physical Skill) รวมถึงการปฏิบัติงานให้เกิดความเชี่ยวชาญนั้นก็จะต้องเขียนวัตถุประสงค์การสอนในแนวการปฏิบัติงาน

2.3.1.3 ด้านเจตคติ การเขียนวัตถุประสงค์อาจทำได้ยากกว่าในด้านความรู้ และทักษะทั้งนี้ก็เพราะว่า พฤติกรรมที่แสดงถึงการมีเจตคติที่ต้องการนั้น สังเกตและวัดได้ยากกว่า อย่างไรก็ดีการเขียนวัตถุประสงค์การสอนด้านเจตคติ เพื่อระบุพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน อาจกล่าวถึง ความตระหนัก ความรับผิดชอบ การปฏิบัติตนตามระเบียบที่ได้วางไว้

2.3.2 ส่วนประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

สุราษฎร์ (2530 : 18) กล่าวว่า วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นข้อความที่ระบุพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่ชัดเจน เป็นพฤติกรรมที่คาดหวังไว้ภายใต้สถานการณ์หนึ่ง ๆ ซึ่งพฤติกรรมนั้นจะต้องสามารถสังเกตและวัดได้ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะต้องประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ

2.3.2.1 พฤติกรรมการแสดงออก (Task or Behavior)

2.3.2.2 เงื่อนไขหรือขอบเขต (Condition)

2.3.2.3 มาตรฐานหรือเกณฑ์ (Standard or Criteria)

2.4 ความหมายของการสื่อการสอน

สื่อการสอน หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้เครื่องมือหรือช่องทางสำหรับทำให้การสอนของครูถึงผู้เรียน และทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ หรือจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ได้เป็นอย่างดี

สื่อ (Media) หมายถึง ตัวกลางที่ใช้ถ่ายทอดความรู้ในลักษณะต่าง ๆ จากผู้ส่งไปยังผู้รับให้เข้าใจความหมายตรงกัน ดังนั้น จึงใช้สื่อได้ทุกสถานการณ์ที่มีการติดต่อสื่อสาร ในการเรียนการสอนสื่อที่ใช้เป็นตัวกลางนำความรู้ในกระบวนการสื่อความหมายระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เรียกว่า สื่อการเรียนการสอน (Instructional Media) ซึ่งได้แก่สิ่งดังต่อไปนี้ (มนต์ชัย, 2530 : 1-20)

2.4.1 คำพูดหรือภาษาพูด เช่น คำอธิบาย คำถาม เป็นต้น

2.4.2 คำเขียนหรือภาษาเขียน เช่น เอกสาร ตำรา คู่มือ หนังสือ ใบเนื้อหา ใบงาน เป็นต้น

2.4.3 ภาพนิ่ง เช่น รูปภาพ แผนภาพ ตาราง กราฟ ภาพเขียนแบบ ภาพสไลด์ เป็นต้น

2.4.4 ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพยนตร์ โทรทัศน์ เป็นต้น

2.4.5 วัตถุ เช่น อุปกรณ์ ตัวอย่าง ของจริง แบบจำลอง เป็นต้น

2.4.6 การออกแรงบังคับ เช่น การจับมือทำตาม การผลัก การสะกิด เป็นต้น

2.4.7 ทางหรือภาษาท่าทาง เช่น การแสดงท่าทางด้วยมือ ใบหน้า ภาษาใบ้ เป็นต้น

2.4.8 สัญญาณ เช่น แสง สี เสียง ความสั่นสะเทือน เป็นต้น

2.5 ความหมายของชุดประลอง

ชุดประลอง (Experiment Set) เป็นอุปกรณ์ช่วยสอนที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อแสดงเนื้อหาที่เป็นกฎ สูตร หรือทฤษฎีที่กำหนดไว้แล้ว หรือใช้เพื่อทดลองหาความสัมพันธ์สร้างกฎเกณฑ์ขึ้นใหม่ โดยแสดงผลให้เห็นจริงได้ในรูปของค่าที่แสดง ความรู้ แสง เสียง หรือปฏิกิริยาอื่น ๆ ปัจจุบันได้มีการใช้ชุดประลองในลักษณะของการสาธิตหน้าชั้นเรียน หรือเป็นชุดฝึกสำหรับการเรียนรายบุคคลกันแพร่หลาย โดยเฉพาะการเรียนการสอนวิชาประลอง (Laboratory) แม้แต่การเรียนวิชาปกติในชั้นเรียนก็ตาม เนื่องจากผู้สอนได้เล็งเห็นประโยชน์ที่แท้จริงของชุดประลองที่มีต่อการเรียนการสอนว่า ทำให้การเรียนรู้เห็นจริงได้ นอกจากนั้นยังทำให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนค่อนข้างสูงด้วย (มนต์ชัย, 2530 : 67)

2.6 กระบวนการสร้างชุดประลอง

แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนของวิชาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอนที่ดี สอดคล้องกับหลักสูตร และผู้สอนสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกวิธี จะเป็นการเพิ่มคุณภาพการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น ในการผลิตสื่อการสอนนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ เทคนิคการผลิตให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามความต้องการ มีความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต และออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายและลักษณะการนำไปใช้ (ไชยยศ, 2526 : 171)

สำหรับแนวทางในการออกแบบชุดสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดประลองอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ

1) ศึกษาขอบข่ายของเนื้อหา
2) กำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์
3) การออกแบบและสร้างชุดประลอง
4) การทดลองใช้งาน
5) การปรับปรุง

2.6.1 ศึกษาขอบข่ายของเนื้อหาวิชา ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ดำเนินควบคู่กันไปคือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหา การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงานและสถานศึกษา

2.6.1.1 การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อการวางโครงร่าง ลำดับความสัมพันธ์ และแบ่งระดับความยากง่ายของเนื้อหาวิชาที่จะทำการออกแบบ โดยศึกษาจากตำรา เอกสารการสัมมนา ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ศึกษางานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

2.6.1.2 การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร เพื่อความสอดคล้องและความแตกต่างของหลักสูตรที่ใช้ในสถานศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน โดยศึกษาจากเอกสารหลักสูตร การสอบถามครูผู้สอนผลที่ได้จะช่วยในการเลือก และกำหนดหัวข้อเรื่องให้สอดคล้องกับหลักสูตร

2.6.1.3 การสำรวจโรงงานอุตสาหกรรม เป็นการสำรวจสภาพการทำงาน เครื่องมืออุปกรณ์ และเทคนิคที่ใช้ในการทำงานตามหัวข้อเรื่อง โดยสอบถามวิศวกรโรงงาน และทักษะที่ต้องใช้ในงาน

2.6.1.4 การสำรวจสถานศึกษาเป็นการเรียนรู้วิธีการสอน ความพร้อมของเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการเรียนการสอน โดยการสำรวจหรือสอบถามจากผู้สอน

2.6.2 กำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนกเป็นส่วนต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น กล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายและหน้าที่ของชุดประลองว่าทำอย่างไรจึงจะสามารถทำงาน หรือทำงานได้ตามต้องการ และสามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน ผู้สร้างจะต้องออกแบบส่วนต่าง ๆ อย่างไรจึงจะเป็นไปตามเป้าหมายและหน้าที่ที่กำหนดไว้ได้ หรือถ้ามีการคำนวณเพื่อออกแบบ และวิเคราะห์ส่วนประกอบต่าง ๆ ก็ต้องมีการจัดเตรียมล่วงหน้า และทำการคำนวณให้พร้อม รวมทั้งต้องมองให้ครอบคลุมถึงการประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และการซ่อมแซมหรือการตรวจปรับส่วนประกอบที่สำคัญ และจะต้องเตรียมวิธีการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม เพื่อให้วัตถุประสงค์ของชุดประลองนี้ครอบคลุมกับการกำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่ได้เตรียมการมาแล้ว

2.6.3 การออกแบบและการสร้างชุดประลอง ที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วจะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์การสอน ให้สามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์การสอนของผู้สอน และเป็นอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของผู้เรียนได้ ชุดประลองจึงมีความสำคัญมากต่อความสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของผู้เรียน และความสามารถในการทำงานด้านช่างอุตสาหกรรม การศึกษาทางด้านช่างอุตสาหกรรม สื่อการเรียนการสอนประเภทชุดประลองเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้เรียนทางช่างอุตสาหกรรมจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดประลองนั้น จำเป็นต้องนำหลักการด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติมาประยุกต์กับหน่วยงานที่ออกแบบและสร้างตามลำดับ ดังนี้

2.6.3.1 กำหนดจุดประสงค์ในการนำชุดประลองไปใช้ในการสอน ควรกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน การออกแบบสร้างจะสำเร็จผลตามเป้าหมาย และใช้ได้จริงจะต้องศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ประกอบ ได้แก่ สภาพการณ์ในการเรียนการสอน ศึกษาข้อมูลทางด้านวิชาการและกลุ่มเรียน จากนั้นก็นำไปใช้เขียนจุดประสงค์เป็นข้อ ๆ และกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของชุดประลองที่จะออกแบบสร้าง สุดท้ายจะต้องตรวจสอบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง

2.6.3.2 การกำหนดหน้าที่ของชุดประลอง จากคำบรรยายคุณลักษณะของชุดที่กำหนดขึ้นในข้อที่ 1 นำมาวิเคราะห์ให้ทราบถึงรายการหน้าที่ต่าง ๆ ของชุดประลอง ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามกำหนด

2.6.3.3 การศึกษาปัจจัยที่จะทำให้ชุดประลองทำงานได้ ตามรายการหน้าที่ในขั้นตอนนี้การคิดค้นสิ่งที่ทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ที่ถูกกำหนด โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของวัสดุ

(Material) พลังงาน (Energy) สัญญาณ (Signal) สิ่งที่ต้องกำหนดอาจเขียนเป็นคำสั่ง ภาพสเก็ตต่าง ๆ หรือแบบวงจรเพื่อให้สามารถทราบถึงส่วนประกอบของอุปกรณ์ให้มากที่สุด ชิ้นส่วนหรือแบบของงานที่คิดค้นขึ้นมา ควรพิจารณาถึงการประกอบความยากง่ายในการผลิต อุปกรณ์ที่มีใช้ในท้องตลาดและค่าใช้จ่าย

2.6.3.4 การวิเคราะห์ และการตัดสินใจเลือกซื้อชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์จากการเลือกในหัวข้อที่ 3 มาเลือกหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยพิจารณาเกณฑ์กำหนดเรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาด รูปร่าง ความคงทน การบำรุงรักษา และราคา

2.6.3.5 การสร้างชุดต้นแบบ และตรวจสอบเมื่อเลือกชิ้นส่วนและอุปกรณ์ได้แล้วจะต้องมาสเก็ตเป็นภาพประกอบต้นแบบคร่าว ๆ หรือเป็นภาพชิ้นงานง่าย ๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างต้นแบบ ในตอนนี้จะต้องมีการทดสอบการทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามรายการหน้าที่ที่กำหนดไว้

2.6.3.6 การเขียนแบบ เพื่อประโยชน์ในการผลิตครั้งต่อไป งานเขียนแบบนับว่ามีความสำคัญอย่างมาก แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับดำเนินการผลิต ดังนั้นแบบงานของชุดนี้ต้องมีภาพประกอบ และการแยกชิ้นหรือแบบลายวงจรของแผ่นวงจรพิมพ์

2.6.3.7 การเตรียมเอกสารประกอบอุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่ว ๆ ไป ควรต้องจัดเอกสารประกอบ หรือคู่มือการใช้งาน เพื่อผู้สาธิตการใช้ชุดประลองจะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบจัดสร้าง

2.6.4 การทดลองใช้งาน ชุดประลองจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา โดยผู้วิจัยเพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยากง่าย ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลอกเลียนขึ้นมาใหม่

2.6.5 การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดสอบใช้งานขั้นต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดประลองให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้

จากขั้นตอนกระบวนการสร้างสื่อการสอนที่กล่าวมา สรุปได้ว่าในกระบวนการสร้างสื่อการสอน ผู้สร้างจะต้องคำนึงเทคนิคการผลิตให้สามารถใช้ได้ตามความต้องการ มีความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต และต้องออกแบบให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายและลักษณะการนำไปใช้งาน

2.7 การประเมินคุณภาพชุดประลอง

กิดานันท์ (2543 : 106) ได้กล่าวว่า การใช้สื่อการสอนอย่างเหมาะสมและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ดังนั้นจึงควรต้องมีการประเมินการใช้สื่อการสอนตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.7.1 ประเมินการวางแผนการใช้สื่อ เพื่อดูว่าสิ่งต่าง ๆ ที่วางไว้สามารถดำเนินการตามแผนหรือไม่ หรือเป็นเพียงตามหลักการทางทฤษฎี แต่ไม่สามารถปฏิบัติได้จริง จึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลได้เพื่อการแก้ไขปรับปรุงในการวางแผนครั้งต่อไป

2.7.2 การประเมินกระบวนการการใช้สื่อ เพื่อดูว่าการใช้สื่อในแต่ละขั้นตอนประสบปัญหาหรืออุปสรรคอย่างไรบ้าง มีสาเหตุมาจากอะไรและมีการเตรียมการป้องกันไว้หรือไม่

2.7.3 ประเมินผลที่ได้จากการใช้สื่อ เป็นผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนโดยตรง เมื่อเรียนแล้วผู้เรียนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้หรือไม่ และผลที่ได้นั้นเป็นไปตามเกณฑ์

วัลลภ (2543 : 131) ได้กล่าวว่า ประเด็นในการประเมินอาจแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคนิค ด้านการเรียนการสอน และด้านการพาณิชย์ ในแต่ละประเด็นสามารถแตกออกเป็นประเด็นย่อย การคิดค้นประเด็นต่าง ๆ อาจใช้แผนภูมิปะการังเป็นเครื่องมือ ร่วมประชุม ระดมความคิดหรืออาจค้นคว้าประเด็นได้จากงานวิจัยต่าง ๆ ด้านการประเมินสื่อการสอน ประเด็นที่นำเสนอนี้ เป็นประเด็นหลัก ๆ รวม ๆ สามารถเลือกไปใช้กับสื่อประเภทต่าง ๆ ได้ และจะเขียนในลักษณะด้านบวกหรืออุดมคติ

2.7.4 ประเด็นด้านเทคนิค มีประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.7.4.1 ขนาดสื่อ

ก) ไม่ใหญ่ ไม่เล็ก มีขนาดเหมาะสม สอดคล้องกับมาตรฐาน

ข) สะดวกต่อการเก็บรักษา

ค) ไม่ใช้เนื้อที่มากเกินไป

2.7.4.2 น้ำหนัก

ก) มีน้ำหนักเหมาะสม ขนย้ายนำไปสอนได้สะดวก

ข) ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขนย้าย ผู้สอนนำไปได้ด้วยตนเอง

2.7.4.3 ชิ้นส่วนประกอบ

ก) ทำหน้าที่ได้ถูกต้องแม่นยำ

ข) นอกจากทำหน้าที่หลัก สามารถทำหน้าที่รอง

ค) มีรูปร่างง่ายต่อการผลิต

ง) เป็นมาตรฐาน หาอะไหล่ง่าย

จ) มีจำนวนชิ้นไม่มาก

ฉ) การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนมั่นคง

ช) รูปร่างมีความแข็งแรงคงทน

ซ) มีอายุการใช้งานเหมาะสม

ฌ) มีความเรียบร้อยสวยงาม

2.7.4.4 ชนิดวัสดุ

ก) มีคุณสมบัติเหมาะสมกับประเภทสื่อ

ข) เป็นวัสดุหาง่าย

ค) คุณสมบัติวัสดุมีความแข็งแรงคงทน

ง) ราคาไม่แพง

จ) ทนต่อความร้อน ฝุ่น ความชื้น

ฉ) ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และตัวสื่อ

2.7.4.5 การดูแลรักษา

ก) ง่ายต่อการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง

ข) มีระบบการจัดเก็บ การจำแนก

ค) มีถุง ซอง กล่องในการจัดเก็บ

ง) มีระบบการเบิก ยืม ที่มีประสิทธิภาพ

จ) ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา

2.7.4.6 กระบวนการผลิต

ก) ผลิตง่ายใช้เครื่องมือง่าย

ข) มีระบบแบบงาน ระบบมาตรฐานวัสดุ (หมายเลขวัสดุ)

ค) ผลิตออกมาเรียบร้อยสวยงาม

ง) สอดคล้องตามหลักการสอน สามารถใช้สอนกับวิธีการต่าง ๆ

จ) นำความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้

ฉ) ชิ้นงานออกมามีขนาด คุณภาพผิวงานมีความละเอียดสูง

ช) สามารถเป็นต้นแบบในการผลิตเชิงพาณิชย์

2.7.4.7 มาตรฐาน

ก) สอดคล้องกับมาตรฐานในหน่วยงาน

ข) มีความเป็นสากล

ค) มี Format

ง) ความปลอดภัย

จ) มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และต่อสื่อ

2.7.5 ประเด็นทางด้านการเรียนการสอน จะเกี่ยวข้องกับผู้สอน ผู้เรียนและตัวสื่อเองดังนี้

2.7.5.1 ต่อผู้สอน

ก) ใช้ง่าย

ข) ใช้เวลาในการสอนน้อย

ค) ไม่มีความจำเป็นต้องฝึกอบรมด้านการใช้

ง) สอดคล้องตามรายการวัตถุประสงค์และเนื้อหาวิชา

จ) มีคู่มือการสอนสำหรับครู

2.7.5.2 ต่อผู้เรียน

ก) เข้าใจง่าย

ข) สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้ และประสบการณ์

ค) ผู้เรียนเกิดความเร้าใจ น่าสนใจ อยากเรียน

ง) กระตุ้นให้ค้นคว้าเพิ่มเติม

จ) เกิดความคิดสร้างสรรค์

ฉ) สามารถนำไปประยุกต์แก้ปัญหา

ช) ช่วยส่งเสริมกิจกรรมการเรียน

ซ) มีคู่มือผู้เรียน

2.7.5.3 ต่อสื่อการสอน

ก) เป็นสื่อการสอนที่มีความสำคัญต่อเนื้อหานั้น ๆ และควรมีอย่างยิ่ง

ข) มีความสำคัญต่อการเรียนรู้

ค) มีเนื้อหาสาระที่ทันสมัย ตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ง) สามารถนำไปใช้สอนในหัวเรื่องอื่นได้ด้วย

จ) ให้เนื้อหาสาระชัดเจนในตัว ไม่ต้องอธิบายเพิ่มเติมมาก

ฉ) ใช้เวลาในการประกอบน้อย

ช) ไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นประกอบช่วย

ซ) มีคู่มือแนะนำในการใช้ การดูแลรักษา

ฌ) ต้องมีซอฟต์แวร์ (Software) ประกอบ

ญ) ตัวอักษร สีสัน ฟอร์ม (Format) ชัดเจน

2.7.6 ประเด็นทางด้านพาณิชย์ เป็นการศึกษาข้อมูลก่อนดำเนินการผลิต ได้ค่าตัวเลขที่ถูกต้องแม่นยำ มีความน่าเชื่อถือประกอบการตัดสินใจ ก่อนเริ่มงานการออกแบบไม่ใช้การประเมินด้วยความรู้สึก มีประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.7.6.1 เป็นสื่อที่ตลาดมีความต้องการสูง

2.7.6.2 ความเหมาะสมในการผลิตเชิงพาณิชย์

2.7.6.3 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่าออกแบบ ค่าดำเนินการ ค่าวัสดุ

2.7.6.4 ค่าเครื่องมือ

2.7.6.5 ความคุ้มทุนในการผลิต

2.7.6.6 ราคาสื่อเหมาะสม สามารถเทียบกับคู่แข่ง

2.7.6.7 ปริมาณด้านการตลาด การจำหน่ายในระดับท้องถิ่น ภูมิภาค

2.7.6.8 เอกสารในการประชาสัมพันธ์

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดประลอง เป็นการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดประลองหลาย ๆ เรื่อง ผู้วิจัยพบว่า ชุดประลองแต่ละเรื่องมีประสิทธิภาพในระดับต่าง ๆ กัน ดังตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

ไพรัตน์ (2539 : 56) ได้ทำวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องระบบเบรกเอ บี เอส ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2536 สาขาวิชาช่างยนต์ กรมอาชีวศึกษา หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.03/80.75 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ที่กำหนด

จักรินทร์ (2543 : 31) ได้ทำวิจัยการพัฒนาชุดประลองเครื่องฉีดพลาสติกแนวตั้งระบบนิวแมติกส์ หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การพัฒนาชุดประลองมีประสิทธิภาพ 87.75/81.23 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ที่กำหนด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดประลอง สรุปได้ว่า ชุดประลองเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณประโยชน์สูง สามารถทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนจากข้อดีของชุดประลอง ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะสร้างชุดประลองเรื่องการการรับภาระของลูกปืน เพื่อใช้ในการเรียนการสอน วิชาการการออกแบบเครื่องจักรกล หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพของชุดประลองจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ และหาประสิทธิภาพชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืนจากการเรียนด้วยชุดประลองการรับภาระของลูกปืนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

3.2 สร้างเครื่องมือในงานวิจัย

3.3 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

3.4 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

3.1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตร เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.1.2 ศึกษาทฤษฎีการรับภาระของลูกปืน

3.1.3 ศึกษาการออกแบบเครื่องประลอง

3.1.4 ศึกษาวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างชุดประลอง

3.1.5 ศึกษาการออกแบบสร้างเอกสารประกอบการประลอง

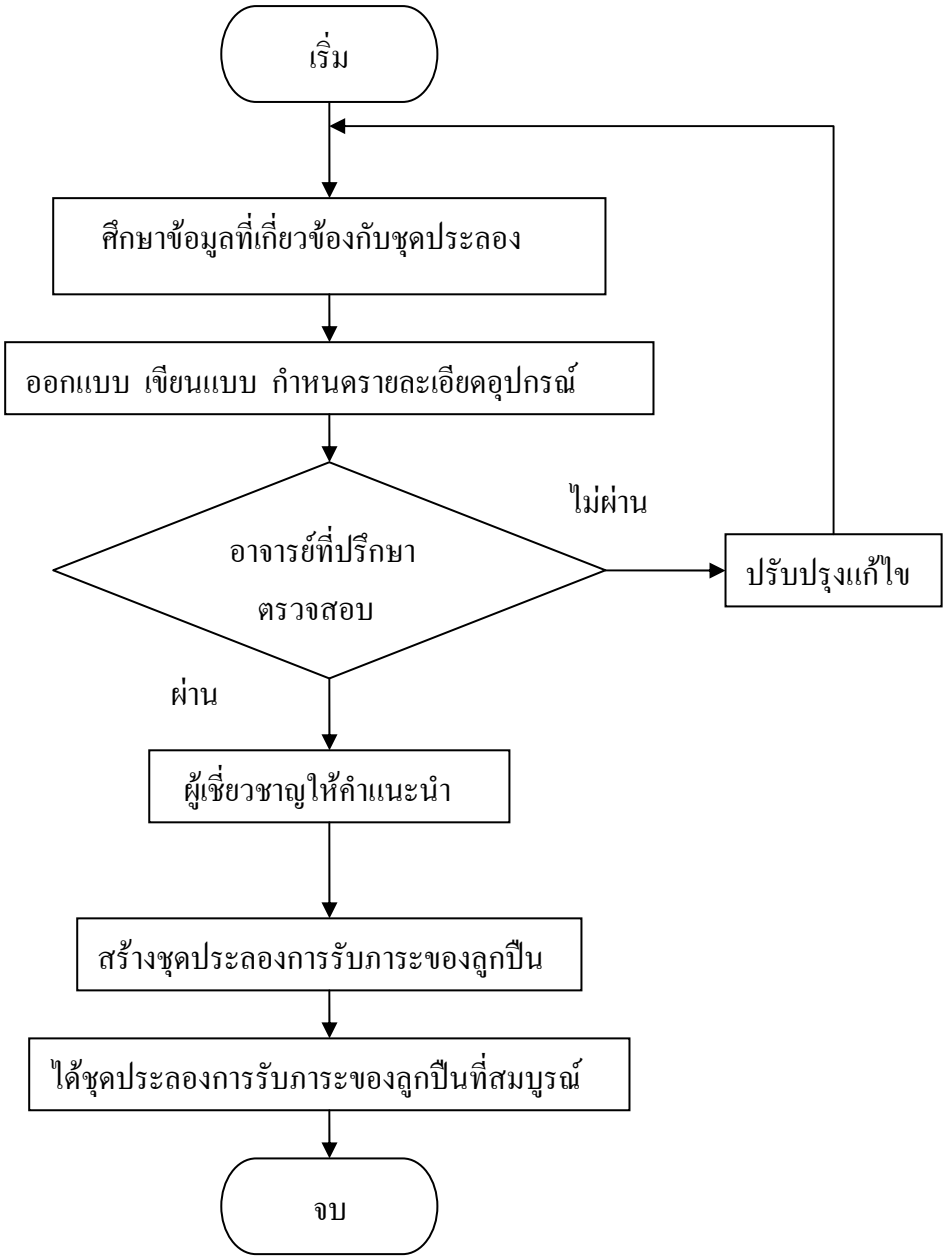
3.1.6 ศึกษาการออกแบบสร้างใบประเมินผลสำหรับชุดประลอง

3.1.7 ศึกษาสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.2 การสร้างเครื่องมือในงานวิจัย

3.2.1 การสร้างชุดประลอง

ในการดำเนินการสร้างชุดประลองการรับภาระของลูกปืนแต่ละขั้นตอน มีอาจารย์ที่ปรึกษาควบคุมแนะนำและให้คำปรึกษา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืน

จากภาพที่ 3-1 สามารถอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการสร้างชุดประลองเรื่อง การรับภาระของลูกปืน ได้ดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชุดประลอง โดยผู้ออกแบบได้ศึกษารูปแบบของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนจากบริษัทผู้ผลิตลูกปืนและตำราที่เกี่ยวกับการออกแบบเครื่องจักรกล

3.2.1.2 ออกแบบ เขียนแบบและกำหนดรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยอาศัยหลักการออกแบบเครื่องจักรกลและคำแนะนำจากฝ่ายเทคนิคของบริษัทผู้ผลิตลูกปืน เอส เค เอฟ

3.2.1.3 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ผู้ทำวิจัยนำข้อมูลให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ ถ้าไม่ผ่านนำไปแก้ไขข้อบกพร่อง ถ้าผ่านให้ดำเนินการสร้างชุดประลองต่อไป

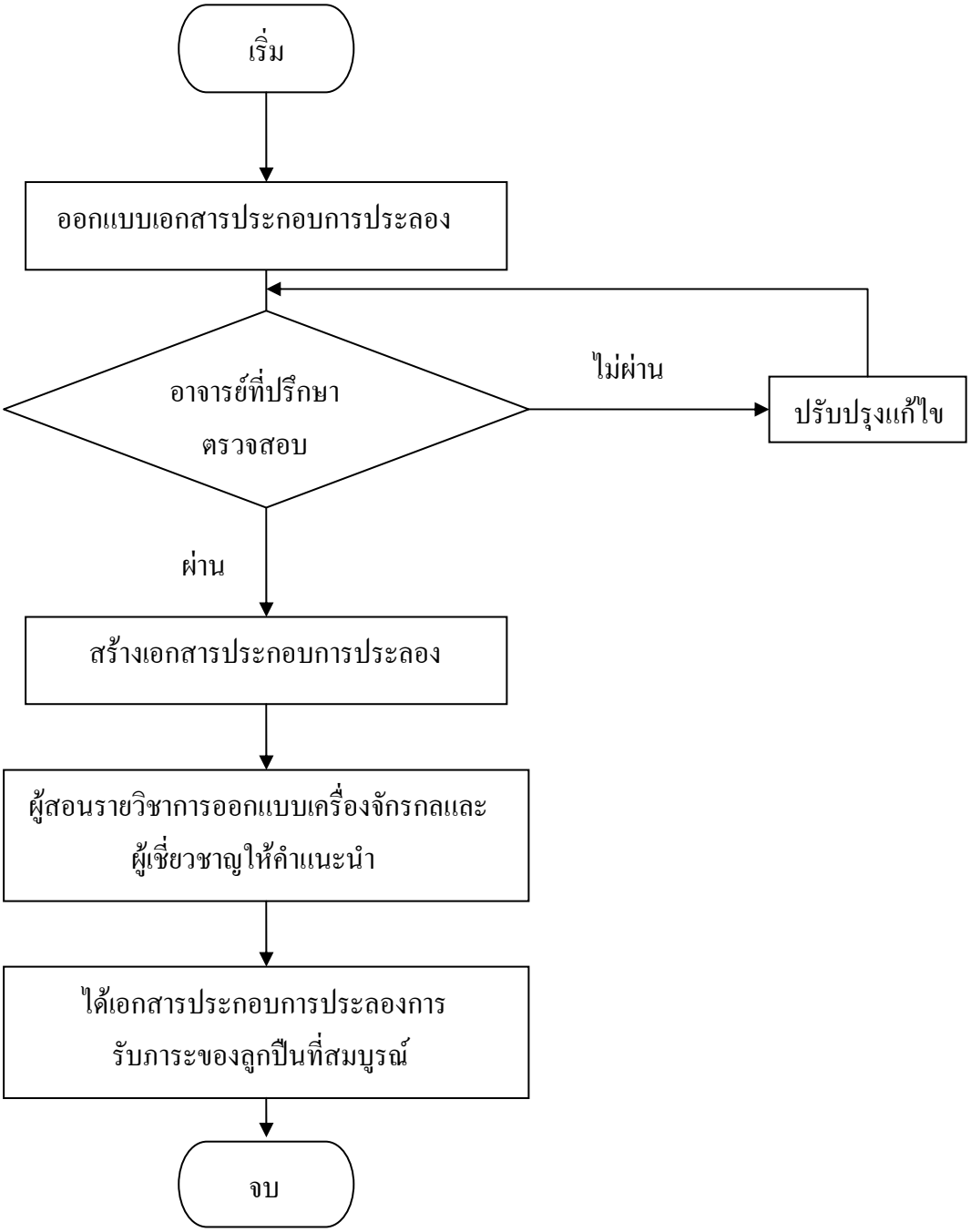
3.2.1.4 ในการสร้างชุดประลองผู้วิจัยได้นำแบบชุดประลองที่สร้างไว้ไปขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.2.1.5 ผู้วิจัยทำการสร้างชุดประลองการรับภาระของลูกปืนตามแบบที่ได้รับการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

3.2.1.6 ได้ชุดประลองการรับภาระของลูกปืนที่สมบูรณ์

3.2.2 การสร้างเอกสารประกอบการประลอง

ขั้นตอนในการสร้างเอกสารประกอบการประลองการรับภาระของลูกปืน มีดังนี้



ภาพที่ 3-2 แสดงขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการประลองการรับภาระของลูกปืน

จากภาพที่ 3-2 สามารถอธิบายรายระเอียดของขั้นตอนการสร้างเอกสารประกอบการประลองการรับภาระของลูกปืนได้ดังนี้

3.2.2.1 ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเอกสารประกอบการประลองซึ่งประกอบด้วย

ก ทฤษฎีประกอบการประลอง

ข) ใบบันทึกผลการประลอง

ค) ลำดับขั้นตอนการประลอง

3.2.2.2 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบการออกแบบเอกสารประกอบการประลอง ถ้าไม่ผ่านให้นำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ถ้าผ่านให้นำไปสร้างเอกสารประกอบการประลองต่อไป

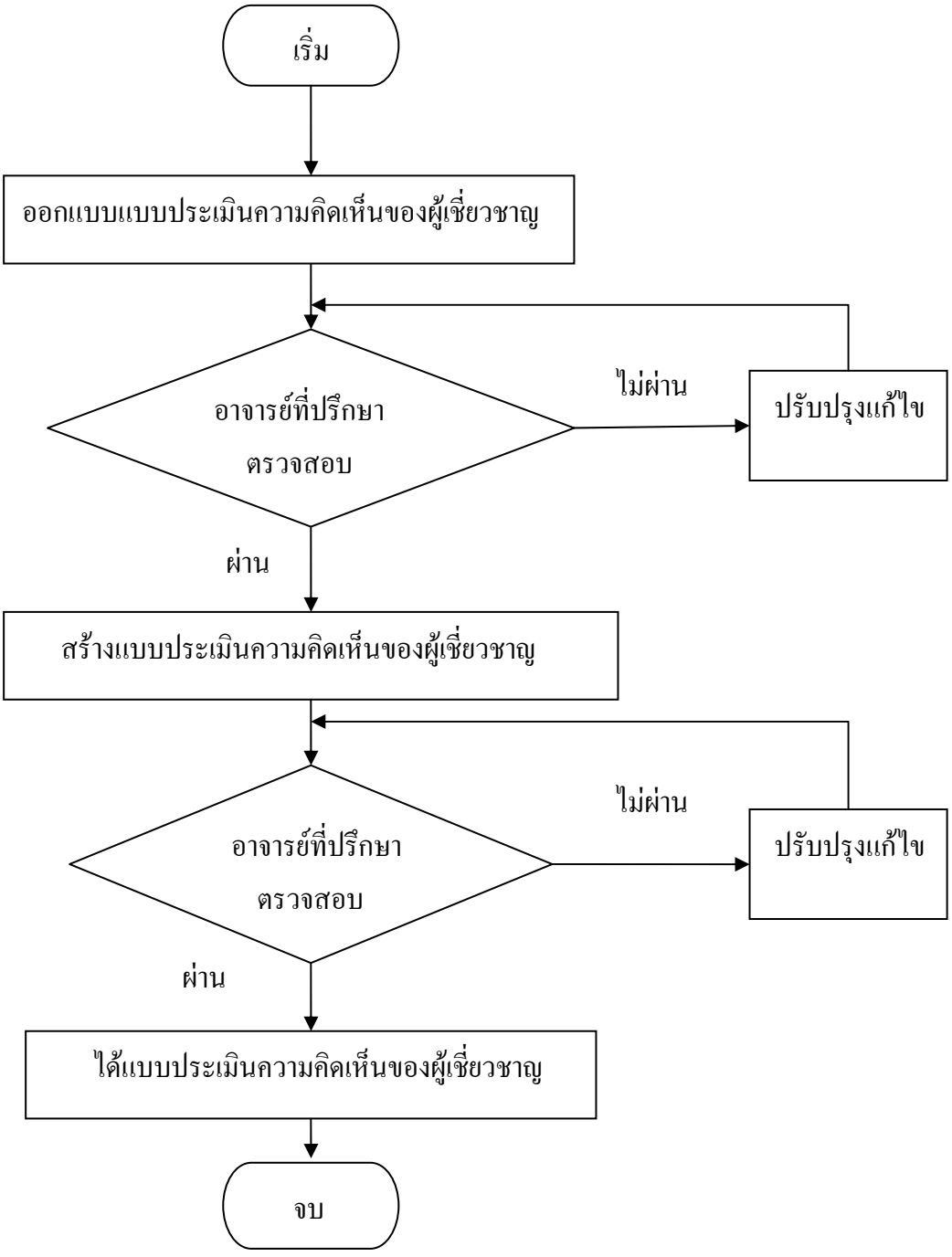
3.2.2.3 สร้างเอกสารประกอบการประลองการรับภาระของลูกปืน

3.2.3.4 ผู้วิจัยได้นำเอกสารประกอบการประลองที่สร้างไปขอคำแนะนำจากผู้สอนรายวิชาการออกแบบเครื่องจักรกลและขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้วแก้ไขตามคำแนะนำ

3.2.2.5 ได้เอกสารประกอบการประลองการรับภาระของลูกปืนที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับชุดประลองการรับภาระของลูกปืนที่สร้างขึ้น

3.2.3 การสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืนมีขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

จากภาพที่ 3-3 สามารถอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการสร้างแบบประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้ดังนี้

3.2.3.1 ออกแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาเลือกหัวข้อในการประเมินจากแบบประเมินประสิทธิภาพของชุดประลองที่ได้ศึกษามา

3.2.3.2 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ การออกแบบแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ถ้าไม่ผ่านให้นำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ถ้าผ่านให้นำไปสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อไป

3.2.3.3 สร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามที่ได้ออกแบบไว้

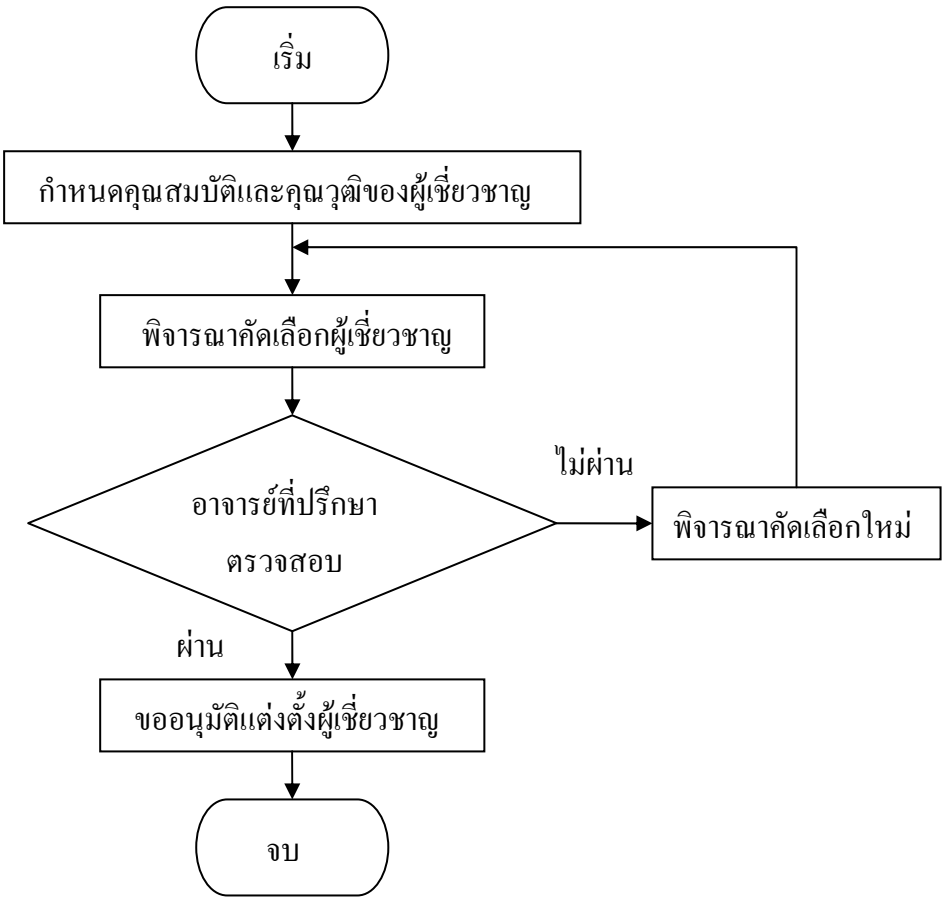
3.2.3.4 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ถ้าไม่ผ่านให้นำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ถ้าผ่านให้นำไปสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อไป

3.2.3.5 ได้แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

3.3 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างมีขั้นตอนที่จัดทำขึ้น เพื่อทำการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่มีความเหมาะสมในการทำวิจัยครั้งนี้ โดยมีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างขึ้น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มประเมินคุณภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืนจะใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมิน กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืนจะใช้นักศึกษาระดับปริญญาตรีโปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีเป็นผู้ทำการประลองทำแบบฝึกหัด และทำแบบทดสอบ

3.3.1 ขั้นตอนการกำหนดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 3-4 แสดงขั้นตอนการกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

จากภาพที่ 3-4 สามารถอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่างประเมินคุณภาพได้ดังนี้

3.3.1.1 กำหนดคุณสมบัติและคุณวุฒิของผู้เชี่ยวชาญ เป็นการกำหนดประสบการณ์การทำงานและระดับการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้เหมาะสมกับการวิจัยโดยเลือกผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชุดประลองและผู้ที่มีประสบการณ์ทางด้านการศึกษาจำนวน 7 คน

3.3.1.2 พิจารณาและคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติที่ได้กำหนดไว้

3.3.1.3 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญก่อนขออนุมัติแต่งตั้ง ถ้าไม่ผ่านให้ทำการพิจารณาและคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญใหม่

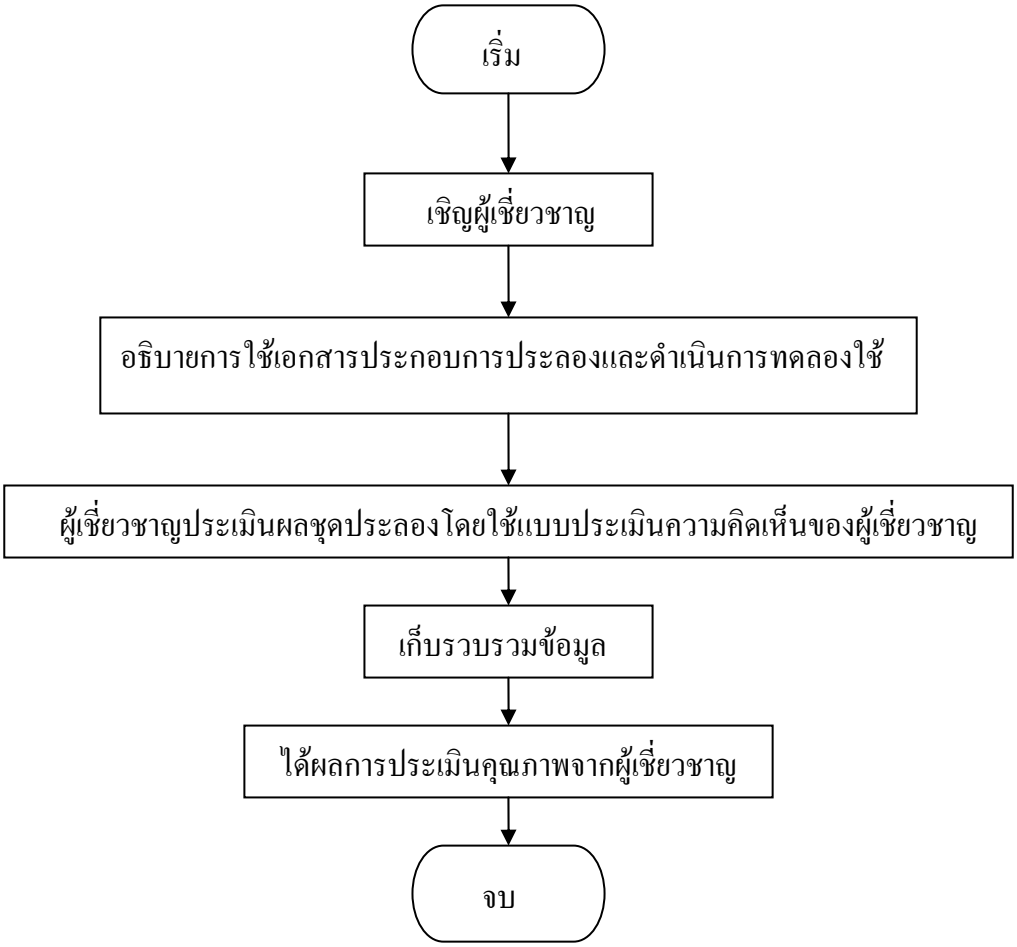
3.3.1.4 ขออนุมัติแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ ทำเรื่องขออนุมัติแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญจากภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.3.2 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มผู้ใช้ชุดการรับภาระของลูกปืนเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็นสองส่วนคือ

3.4.1 การหาคุณภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนโดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3-5 แสดงขั้นตอนการหาคุณภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนโดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

จากภาพที่ 3-5 สามารถอธิบายรายระเอียดของขั้นตอนการหาคุณภาพของชุดประลอง โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ได้ดังนี้

3.4.1.1 เชิญผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับอนุมัติแต่งตั้งจากภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

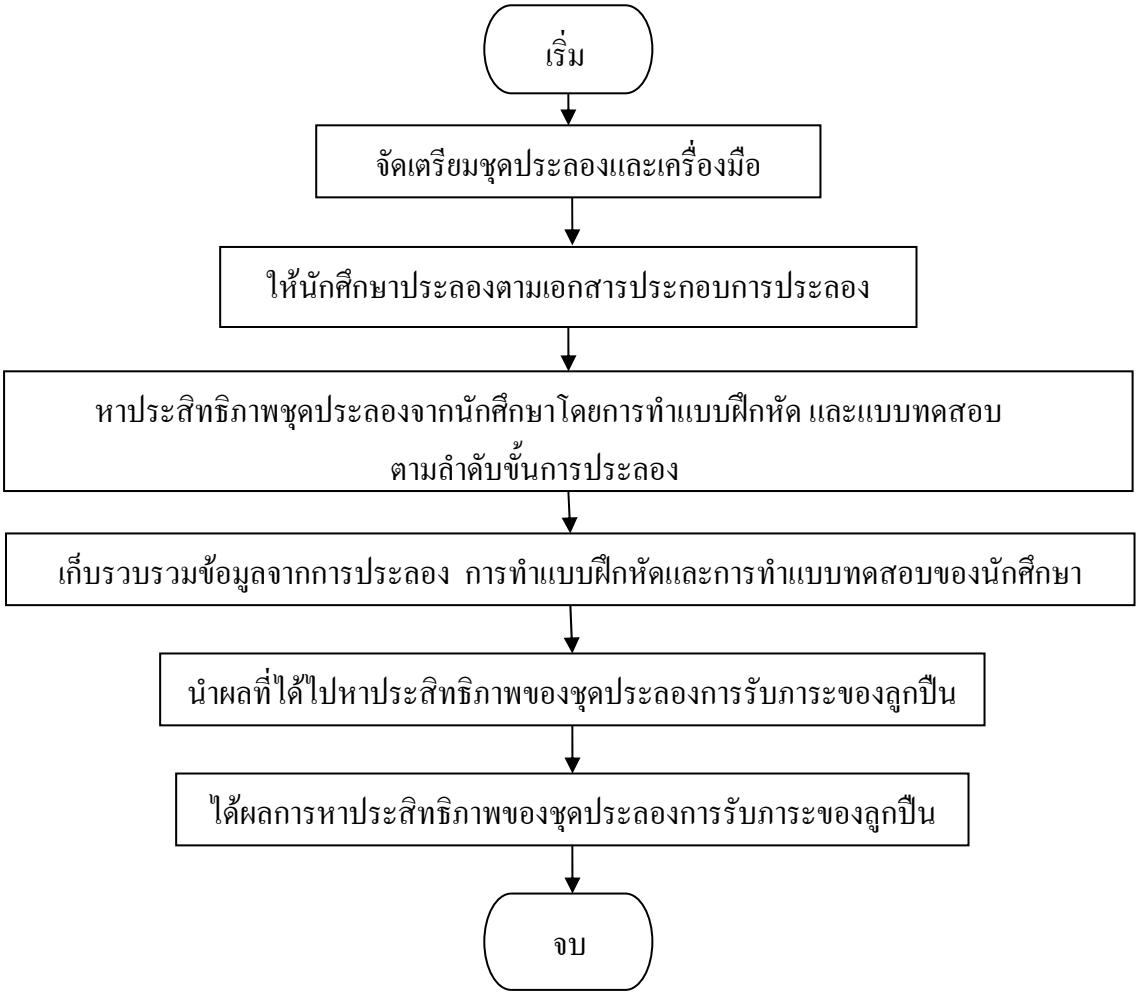
3.4.1.2 อธิบายการใช้เอกสารประกอบการประลองและดำเนินการทดลองใช้ชุดประลองการรับภาวะของลูกปืน

3.4.1.3 ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลชุดประลองการรับภาวะของลูกปืนโดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3.4.1.4 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลต่อไป

3.4.1.5 ได้ผลการประเมินคุณภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืนจากผู้เชี่ยวชาญ

3.4.2 การหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืนจากนักศึกษา มีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3-6 แสดงขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาระของ ลูกปืน

จากภาพที่ 3-6 สามารถอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนได้ดังนี้

3.4.2.1 ผู้วิจัยจัดเตรียมชุดประลองการรับภาระของลูกปืนและเครื่องมือที่ใช้ประลองให้พร้อมก่อนดำเนินการประลอง

3.4.2.2 ให้นักศึกษาใช้ชุดประลองตามเอกสารประกอบการประลอง โดยแบ่งกลุ่มนักศึกษาจำนวน 5 กลุ่มสลับกันใช้ชุดประลองแล้วดูผลการประลองของแต่ละกลุ่ม

3.4.2.3 หาประสิทธิภาพชุดประลองจากผลการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบของนักศึกษา

3.4.2.4 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการประลอง การทำแบบฝึกหัดและการทำแบบทดสอบของนักศึกษา

3.4.2.5 นำผลที่ได้จากการประลองไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาวะของลูกปืน

3.4.2.6 ได้ผลการหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาวะของลูกปืน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้คือ

3.5.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

3.5.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้เลือกสถิตที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และสมมติฐานการวิจัยโดยแบ่งออกตามการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.6.1 การหาคุณภาพของชุดประลอง โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลองการรับภาระของลูกปืน (ล้วน และอังคณา, 2543 : 249)

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

โดยที่ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง (Index Of Item-Objective Congruency)

$\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ค่า IOC ของงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการดังนี้

+1 หมายถึง มีความเห็นสอดคล้องกับชุดทดลองที่สร้างขึ้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง มีความเห็นไม่สอดคล้องกับชุดทดลองที่สร้างขึ้น

3.6.2 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนจะใช้ผลการทำแบบฝึกหัดและผลการทำแบบทดสอบของนักศึกษาหลังจากใช้ชุดประลองแล้วด้วยสูตรการหาประสิทธิภาพของชุดประลองดังนี้

$$E1 = \frac{(\sum X / N)}{A} \times 100 \quad : \quad E2 = \frac{(\sum F / N)}{B} \times 100$$

เมื่อ E1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในชุดประลองการรับภาวะของลูกปืนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัด

เมื่อ E2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักศึกษาหลังจากเรียนด้วยชุดประลองการรับภาวะของลูกปืนแล้ว) คิดเป็นร้อยละจากการทดสอบหลังเรียน

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบฝึกหัดได้

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักศึกษา

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนคือ

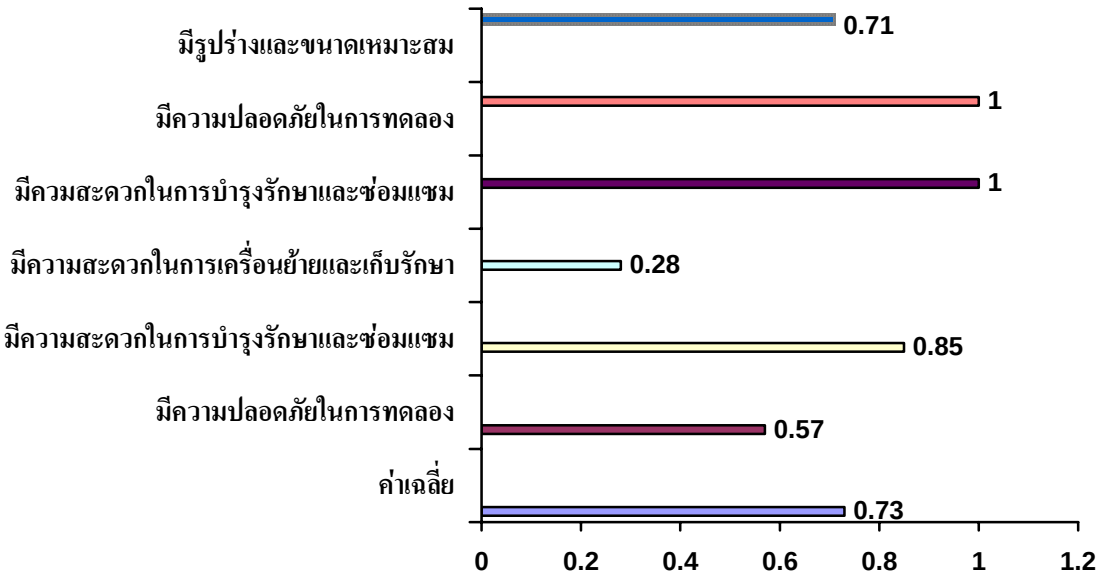
4.1 ผลวิเคราะห์คุณภาพของชุดประลองการรับภาวะของลูกปืน

4.2 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาวะของลูกปืน

4.1 ผลวิเคราะห์คุณภาพของชุดประลอง

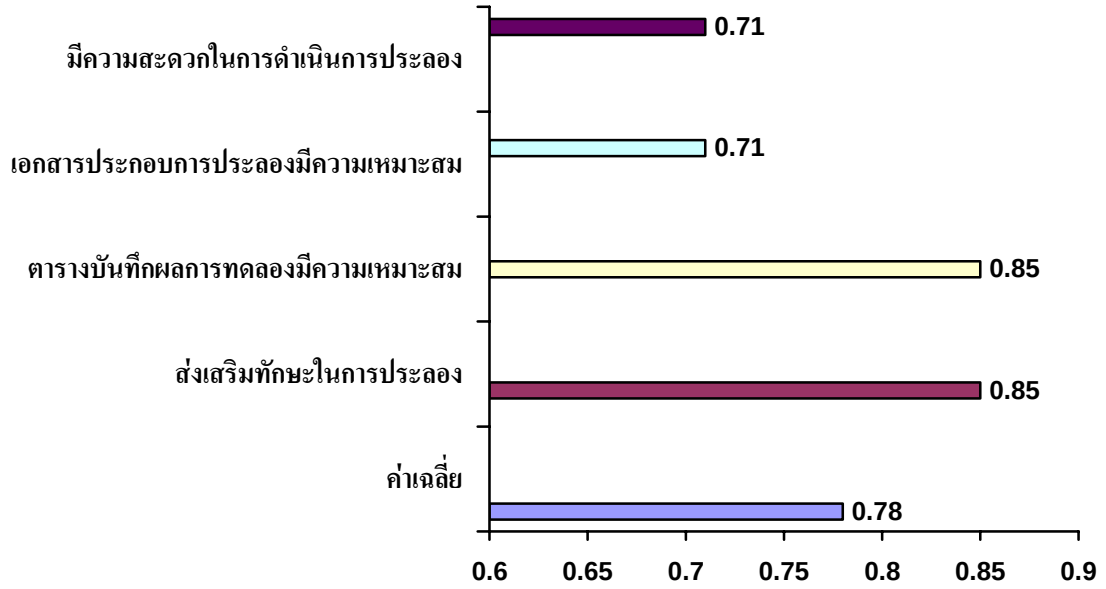
ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลอง เรื่องการรับภาระของลูกปืน โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งมีจำนวนผู้เชี่ยวชาญ 7 คน ได้ข้อมูลดังนี้

4.1.1 การวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ



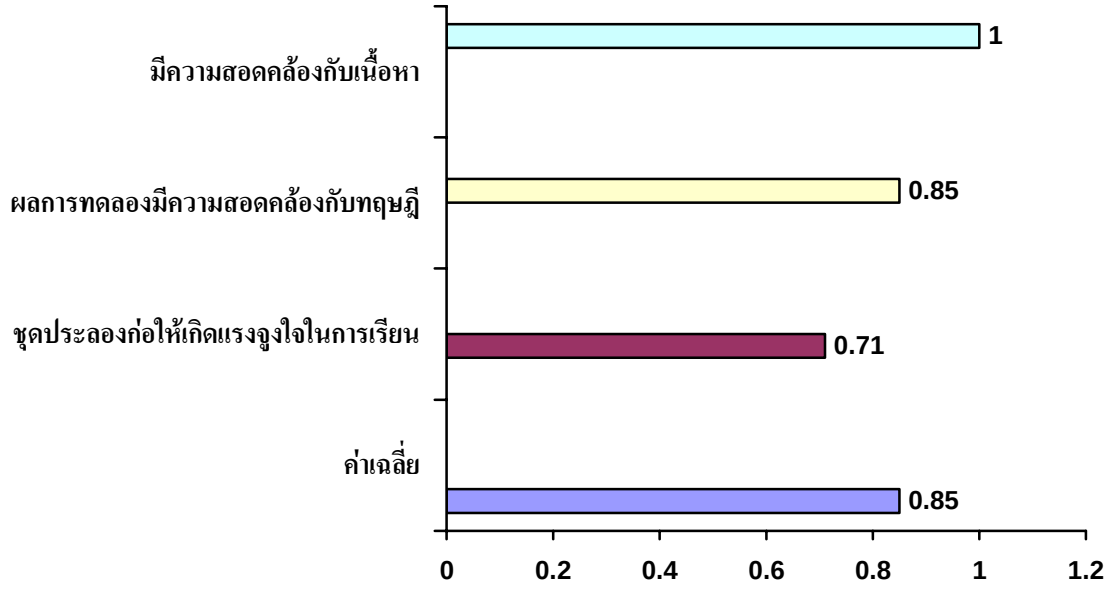
ภาพที่ 4-1 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.1.2 ผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ



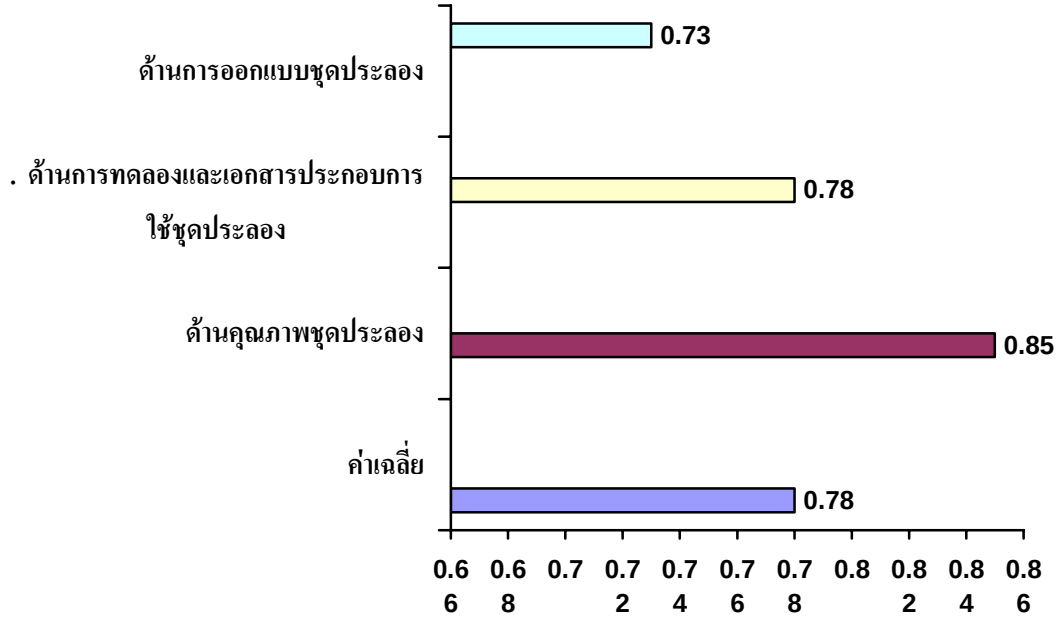
ภาพที่ 4-2 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.1.3 ผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 4-3 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อชุดประลองด้านการออกแบบชุดประลอง ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง และด้านคุณภาพชุดประลอง



ภาพที่ 4-4 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลองด้านการออกแบบชุดประลอง ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง และด้านคุณภาพชุดประลอง

จากการผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืนสามารถนำมาวิเคราะห์ผลการวิจัยซึ่งได้ผลต่าง ๆ ดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.73

2) ผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลองโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.78

3) ผลการวิเคราะห์การประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85

4) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลองด้านการออกแบบชุดประลอง ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง และด้านคุณภาพชุดประลอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.78

4.2 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

จากการนำชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืนไปใช้ในการเรียนการสอนนักศึกษาในระดับปริญญาตรีสาขาเครื่องกล ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มนักศึกษาจำนวน 15 คนโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัด และทำแบบทดสอบแล้วนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบไปหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของชุดประลองซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบของนักศึกษา

รายการ	N	$\sum X$	$\overline{X}$	A, B	E1, E2
ผลการทำแบบฝึกหัด	15	379	25.20	30	0.842
ผลการทำแบบทดสอบ	15	253	16.86	20	0.843

จากผลของการทดลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดประลองการรับภาระของลูกปืนนั้นเมื่อให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดหลังจากการประลองด้วยชุดประลองแล้วปรากฏว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบฝึกหัด ร้อยละ 8.42 และผลจากการทำแบบทดสอบแล้วปรากฏว่ามีผลสัมฤทธิ์จากการเรียน ร้อยละ 8.43

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืน ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืน โดยกำหนดสมมติฐานไว้คือ 1) ผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีการเรียนด้วยชุดประลองการรับภาระของลูกปืนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80/80 2) ผลการประเมินชุดทดลองเรื่องการรับภาระของลูกปืนจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้องไม่ต่ำกว่า 0.5

วิธีการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดประลองการรับภาระของลูกปืน แบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และเอกสารประกอบการประลองรวมไปถึงแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ จากนั้นทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คนและนักศึกษาระดับปริญญาตรีโปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีจำนวน 15 คน แล้วผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยแบ่งเป็นสองส่วน คือ 1) ประเมินคุณภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืนโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยจะทำการสาธิตการใช้ชุดประลองแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้วยแบบประเมินที่สร้างขึ้น 2) เป็นการประเมินประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนโดยนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาเครื่องกล มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี ผู้วิจัยได้ทำการสอนแล้วให้นักศึกษาทำการประลองจากชุดประลองจากนั้นให้ทำแบบฝึกหัด มีการเฉลยแบบฝึกหัดและเก็บผลคะแนน จากนั้นให้นักศึกษาทำแบบทดสอบแล้วเก็บผลคะแนนเช่นกันโดยใช้เวลาในการดำเนินการของส่วนที่ 2 นี้ 150 นาที หลังจากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดและนำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลอง

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ด้านคุณภาพของชุดประลอง

จากผลการวิเคราะห์การประเมินของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนโดยผู้เชี่ยวชาญนั้นจะเห็นว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องด้านการออกแบบอยู่ที่ 0.73 ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง 0.78 และ ด้านคุณภาพ 0.85 ตามลำดับ โดยได้ค่าเฉลี่ยจากผลการประเมิน

นั้นที่ 0.78 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานว่าผลการประเมินชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืนจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ไม่ต่ำกว่า 0.5

5.1.2 ด้านประสิทธิภาพของชุดประลอง

จากผลการวิเคราะห์ผลการเรียนด้วยชุดประลองการรับภาระของลูกปืนนั้นจะเห็นว่านักเรียนมีผลการทำแบบฝึกหัดอยู่ที่ร้อยละ 84.2 และมีผลการทำแบบทดสอบอยู่ที่ร้อยละ 84.3 ซึ่งจะเห็นว่าผลของการหาประสิทธิภาพของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนนั้นสอดคล้องกับสมมติฐานว่าผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีการเรียนด้วยชุดประลองการรับภาระของลูกปืนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80/80

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จะเห็นว่าผลการวิจัยนั้นสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งสองข้อซึ่งแสดงให้เห็นว่าชุดประลองการรับภาระของลูกปืนนั้นสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาการเรียนของนักเรียนให้มีผลการเรียนดีขึ้นได้ ซึ่งมีประโยชน์โดยตรงกับนักเรียนและครูผู้สอนในรายวิชาการออกแบบเครื่องจักรกล โดยที่ชุดประลองการรับภาระของลูกปืนนั้น มีคู่มือในการใช้ มีใบประลอง แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย ซึ่งสะดวกต่อการใช้งานทั้งผู้เรียนและผู้สอน โดยข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลองทางด้านการออกแบบที่มีระดับการประเมินอยู่ที่ 0.73 ว่ามีน้ำหนักค่อนข้างมาก ซึ่งก็เป็นธรรมดาของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดประลองที่ต้องมีความแข็งแรงทนทานโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นโลหะ เพื่อให้อายุการใช้งานยาวนานและทนต่อภาระที่มากระทำ ในการใช้ชุดประลองการรับภาระลูกปืนนี้ทำการประลองโดยไม่ต้องเคลื่อนย้าย และมีการออกแบบสถานที่เพื่อใช้ในการประลองจากการประเมินในด้านนี้จึงไม่มีผลมากนักต่องานวิจัย นอกจากนั้นผลการประเมินทางด้านคุณภาพผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีระดับการประเมินอยู่ที่ 0.85 มีการแนะนำในสร้างแรงจูงใจให้กับนักศึกษาที่ทำการประลองโดยการสร้างสื่ออื่นประกอบการประลองเช่น แผ่นใส สื่อทางด้านคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

จากผลการวิเคราะห์ทั้งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผลการเรียนของเด็กนั้นสามารถบอกได้ว่าชุดประลองการรับภาระของลูกปืนสามารถนำไปแก้ปัญหา ผลการเรียนของนักเรียนและการขาดแคลนชุดประลองทางด้านเครื่องกลของโปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรีได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.1.1 จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ได้เสนอแนะในการออกแบบชุดประลองการรับภาระของลูกปืน ให้เคลื่อนย้ายได้สะดวกและมีขนาดเล็กลงโดยการเปลี่ยนวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดประลอง

5.3.1.2 จากการวิจัยในเรื่องของลูกปืนสามารถเพิ่มลักษณะของลูกปืนในการประลองได้ เพราะทางผู้วิจัยออกแบบชุดประลองการรับภาระของลูกปืนเผื่อไว้สำหรับบริษัทผู้ผลิตลูกปืน ถ้ามีการออกแบบลูกปืนชนิดใหม่

5.3.1.3 จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพ ทางผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะให้สร้างสื่ออื่นเช่น สื่อทางด้านคอมพิวเตอร์ แผ่นใส ฯลฯ เพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการประลองของนักศึกษา

5.3.2 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.2.1 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการออกแบบและสร้างอุปกรณ์การตัดต่อกำลังระหว่างเพลาและมอเตอร์ต้นกำลัง เพื่อป้องกันการเสียหายของมอเตอร์เมื่อได้รับภาระเพิ่มขึ้น

5.3.2.2 ในการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยควรศึกษาจุดด้อยของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนแล้วทำการออกแบบให้สอดคล้องกับทฤษฎีอื่นของลูกปืนเช่น น้ำมันหล่อลื่น และจาระบีที่ใช้ในลูกปืน เป็นต้น

บรรณานุกรม

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์. 2543.

จำรูญ ตันติพิศาลกุล. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ว. เพ็ชรสกุล อาคารมนริริน เขตพญาไท. 2542.

ชัยยศ เรืองสุวรรณ . การบริหารสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนพานิช. 2526.

พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธีกุล. ยุทธวิธีการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2539.

มนต์ชัย เทียนทอง. อุปกรณ์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2530.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น. 2538.

วัลลภ จันทร์ตระกูล. สื่อการพิมพ์การสอน . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ . 2543.

ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี. การออกแบบเครื่องกลและชิ้นส่วนเครื่องจักร 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น อาคารเนชั่นทาวเวอร์ เขตบางนา. 2547.

สุราษฎร์ พรมจันทร์. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2530.

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล. กาญจนบุรี : คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี. 2546.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. หลักการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไอเอสพริ้นติ้งเฮ้า. 2537.

ภาคผนวก ก

- รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา
- หัวข้องานประลองการรับภาระของลูกปืน

รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา
Existing syllabus

ชื่อรายวิชา การออกแบบเครื่องจักรกล รหัสวิชา 5724102 หน่วยกิต 3 (3-0)
หลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3

สิ่งที่กำหนดให้ในรายวิชา

กระบวนการออกแบบความเค้น ความเครียด ในส่วนประกอบของเครื่องจักรกลพื้นฐาน การสวมประกอบและพิกัดความเผื่อ การออกแบบองค์ประกอบหลักของเครื่องจักรกล เช่นเพลา คาน ลีเวอร์ เป็นต้น เครื่องกลที่เกี่ยวข้องกับการส่งกำลังเช่น สายพาน โซ่ เฟือง คัปปลิ้ง คลัช เบรก เครื่องยึดที่เป็นเกลียว คีม สลัก สไพลนัท สปริง ลูกปืน โดยใช้หลักวิชาต่างๆโดยเฉพาะอย่างยิ่งความแข็งแรงของวัสดุเป็นเกณฑ์ในการกำหนดขนาดและรูปร่างเพื่อความเหมาะสมในการออกแบบ

No.	หัวข้อเรื่อง	แหล่งข้อมูล				
		A	B	C	D	E
1	การประลองการรับภาระของลูกปืน	/	/	/	/	/

แหล่งข้อมูล (sources)

A : หลักสูตรรายวิชา (Course Description)

B : ตำราและเอกสาร (Literatures)

C : ประสบการณ์ (Experience)

D : ผู้เชี่ยวชาญ (Experts)

E : จากการศึกษาดูงาน (Job Observation)

ภาคผนวก ข

- วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการประลองด้วยชุดประลอง
  การรับภาระของลูกปืน

ตาราง ข-1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ลำดับ (No.)	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)	ISL			PSL		
		R	A	T	I	C	A
	การประลองการรับภาระของลูกปืน						
1.	อธิบายวิธีการหาภาระของลูกปืนเม็ดกลมได้		A				
2.	อธิบายวิธีการหาภาระของลูกปืนทรงกระบอกได้		A				
3.	อธิบายวิธีการหาภาระของลูกปืนเม็ดโค้งได้		A				
4.	อธิบายวิธีการหาภาระของลูกปืนคาร์บได้		A				
5.	อธิบายวิธีการหาภาระของลูกปืนเม็ดเรียวได้		A				
6.	อธิบายวิธีการหาอายุการใช้งานของลูกปืนได้		A				
7.	บอกชื่อของชุดประลองการรับภาระของลูกปืนได้	R					
8.	บอกขั้นตอนของการใช้เครื่องประลองได้	R					
9.	อธิบายวิธีการประลองตามขั้นตอนได้ถูกต้อง	R					
10.	อธิบายข้อควรระวังในการประลองการรับภาระของลูกปืนได้	R					
11.	บันทึกผลจากการประลองได้					C	
12.	ทำความสะอาดอุปกรณ์ / เครื่องมือได้ถูกต้อง					C	

ISL = ระดับความรู้ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectuel Skill Level)

R = การฟื้นคืนความรู้ (Reclled Knowledge)

A = การประยุกต์ความรู้ (Applied Knowledge)

T = การส่งถ่ายความรู้ (Tranferred Knowledge)

PSL = ระดับความสามารถทางการใช้กล้ามเนื้อทำงาน (Physical Skill Level)

I = ขั้นทำตามแบบ (Imitation)

C = ขั้นทำได้ด้วยความถูกต้อง (Control)

A = ขั้นทำได้ด้วยความชำนาญ (Autiomatism)

ภาคผนวก ค

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความคิดเห็นที่มีต่อชุดประลอง
- แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองด้านการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองด้านการออกแบบด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง และด้านคุณภาพชุดประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบคุณภาพ พร้อมทั้งประเมิน และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงชุดทดลอง เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย แหวนเพชร
   อาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2. ดร.ไพยนต์ มังกะโรทัย
   คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

3. อาจารย์วีรพล อารวรรณ
   คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

4. อาจารย์ภัทรพล สุวรรณโฉม
   รองคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

5. อาจารย์ปิยะ กรกชจินตนาการ
   อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. อาจารย์วิรัช จิรเสาวภาคย์
   อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

7. อาจารย์อภัยวงค์ จันทร์ช่างพูด
   อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืนนี้ เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลองโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 2 แบบประเมินระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นาย รังสรรค์ โพธิกุล

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง : ขอความกรุณากรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ

1.1 ชื่อ-นามสกุล.....อายุ.....ปี

1.2 คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด.....
.....

1.3 ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

1.4 มีความเชี่ยวชาญทางด้าน.....
.....

1.5 ตำแหน่งงานปัจจุบัน.....
.....

1.6 สถานที่ทำงาน.....
.....

1.7 เบอร์โทรติดต่อ.....

ส่วนที่ 2 แบบประเมินระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

คำชี้แจง : ขอให้ท่านแสดงความคิดเห็นของท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืน โดยพิจารณาจากหัวข้อประเมินในแบบสอบถามว่ามีความสอดคล้องกับชุดประลอง โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องหนึ่งช่องใดทางขวามือที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดโดยแบ่งเป็น 3 ด้านคือ

1. ด้านการออกแบบชุดประลอง
2. ด้านการทดลองและเอกสารประกอบการใช้ชุดประลอง
3. ด้านคุณภาพชุดประลอง

ข้อกำหนดระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์ดังนี้

+ 1 หมายถึงแน่ใจว่าชุดประลองสามารถวัดได้ตรงตามจุดประเมิน

0 หมามายถึงไม่แน่ใจว่าชุดประลองสามารถวัดได้ตรงตามจุดประเมิน

- 1 หมายถึงแน่ใจว่าชุดประลองไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

1. ด้านการออกแบบชุดประลอง

ข้อที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		+ 1	**0**	**- 1**
1	มีรูปร่าง ขนาดและน้ำหนักเหมาะสม			
2	โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน			
3	วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม			
4	มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษา			
5	มีความสะดวกในการบำรุงรักษา			
6	มีความปลอดภัยในการทดลอง			

2. ด้านการประลองและเอกสารประกอบการใช้ชุดประลอง

ข้อที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		+ 1	**0**	**- 1**
1	มีความสะดวกในการดำเนินการประลอง			
2	เอกสารประกอบการประลองมีความเหมาะสม			
3	ตารางบันทึกผลการประลองมีความเหมาะสม			
4	สงเสริมทักษะในการทดลอง			

3. ด้านคุณภาพชุดประลอง

ข้อที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		+ 1	**0**	**- 1**
1	มีความสอดคล้องกับเนื้อหา			
2	ผลการทดลองมีความสอดคล้องกับทฤษฎี			
3	ชุดประลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน			

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ

คำชี้แจง : โปรดแสดงความคิดและข้อเสนอแนะ

1. ความคิดและข้อเสนอแนะด้านการออกแบบชุดประลอง

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ด้านการประลองและเอกสารประกอบการใช้ชุดประลอง

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะด้านคุณภาพชุดประลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

ตารางที่ ค-1 แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านการออกแบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อข้อประเมิน		ผลการประเมินชุดประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ							∑R	IOC
ด้านการออกแบบชุดประลอง		1	2	3	4	5	6	7		
1	มีรูปร่างและขนาดเหมาะสม	1	1	1	0	0	1	1	5	0.71
2	โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน	1	1	1	1	1	1	1	7	1
3	วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1	7	1
4	มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษา	0	1	0	0	1	0	0	2	0.28
5	มีความสะดวกในการบำรุงรักษาและซ่อมแซม	1	1	1	1	0	1	1	6	0.85
6	มีความปลอดภัยในการประลอง	0	1	1	1	0	1	0	4	0.57
	ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดประลอง								5.16	0.73

ตารางที่ ค-2 แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อข้อประเมิน		ผลการประเมินชุดประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ							∑R	IOC
ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง		1	2	3	4	5	6	7		
1	มีความสะดวกในการดำเนินการประลอง	1	1	1	1	0	1	0	5	0.71
2	เอกสารประกอบการประลองมีความเหมาะสม	0	1	1	1	1	0	1	5	0.71
3	ตารางบันทึกผลการประลองมีความเหมาะสม	1	1	1	0	1	1	1	6	0.85
4	ส่งเสริมทักษะในการประลอง	1	1	1	1	0	1	1	6	0.85
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง									5.5	0.78

ตารางที่ ค-3 แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองการรับภาระของลูกปืนด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อข้อประเมิน		ผลการประเมินชุดประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ							∑R	IOC
ด้านคุณภาพชุดประลอง		1	2	3	4	5	6	7		
1	มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	1	1	1	1	7	1
2	ผลการประลองมีความสอดคล้องกับทฤษฎี	0	1	1	1	1	1	1	6	0.85
3	ชุดประลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	1	1	1	0	1	0	1	5	0.71
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพชุดประลอง									6	0.85

ตารางที่ ค-4 การวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองด้านการออกแบบ ด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง และด้านคุณภาพชุดประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ผลการประเมินชุดประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ	∑R	IOC
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดประลอง	5.16	0.73
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง	5.5	0.78
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพ	6	0.85
ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดประลองด้านการประลองและเอกสารประกอบการประลอง และด้านคุณภาพชุดประลอง	5.55	0.78

ภาคผนวก ง

- ตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา
- ตารางแสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบฝึกหัดของนักศึกษา
- ตารางแสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบทดสอบของนักศึกษา

ตารางที่ ง-1 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

คนที่	ผลคะแนนการทำแบบฝึกหัด คะแนนเต็ม 30 คะแนน	ผลคะแนนการทำแบบทดสอบ คะแนนเต็ม 20 คะแนน
1	26	14
2	23	15
3	23	16
4	26	18
5	24	18
6	23	16
7	29	20
8	28	19
9	24	16
10	25	18
11	27	17
12	26	18
13	25	15
14	24	16
15	26	17
รวม	379	253

ตารางที่ ง-2 แสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบฝึกหัดของนักศึกษา

รายการ	N	∑X	$\overline{\mathbf{X}}$	A	E1
ผลการทำแบบฝึกหัด	15	379	25.2	30	0.842

ตารางที่ ง-3 แสดงผลการวิเคราะห์การทำแบบทดสอบของนักศึกษา

รายการ	N	∑X	$\overline{\mathbf{X}}$	B	E1
ผลการทำแบบทดสอบ	15	253	16.86	20	0.843

ภาคผนวก จ

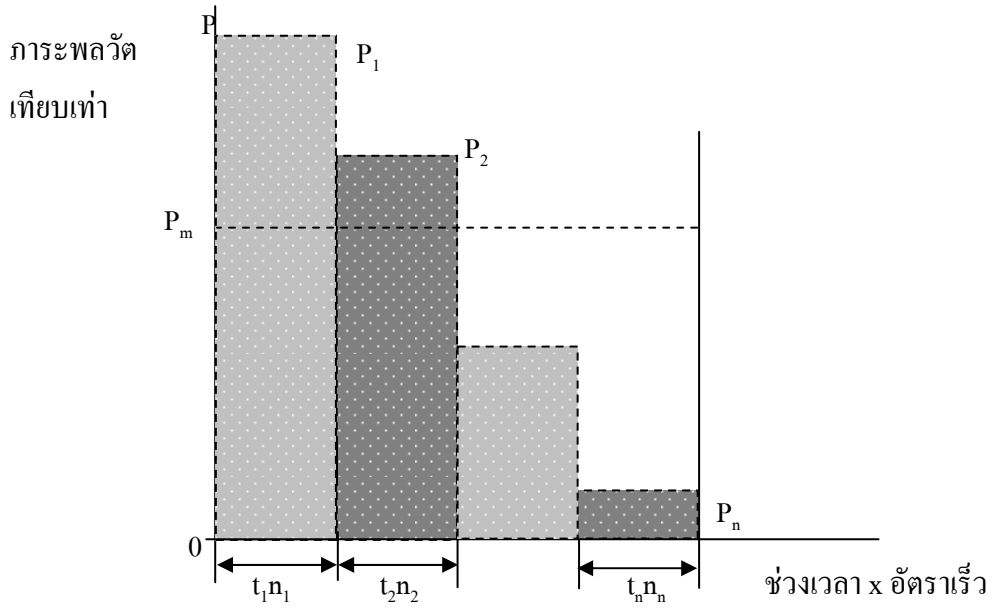
- ใบประลองการรับภาระของลูกปืน
- ตัวอย่างแบบฝึกหัด
- ตัวอย่างแบบทดสอบ

ใบประลองเรื่องการรับภาระของลูกปืน

วัตถุประสงค์ของการประลอง

1. เพื่อศึกษาการรับภาระของลูกปืน
2. เพื่อทดสอบการรับภาระของลูกปืน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง



ภาระพลวัตเทียบเท่า

การใช้งานของลูกปืนในเครื่องจักรกลบางชนิด ภาระที่มากระทำต่อลูกปืนอาจจะเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาการทำงาน และอัตราเร็วของการหมุนก็อาจจะเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาการทำงานด้วยเช่นกัน เช่น ลูกปืนถังเครื่องซักผ้า เป็นต้น ถ้าให้ P_i เป็นภาระพลวัตเทียบเท่าที่อัตราเร็ว n_i ในแต่ละช่วงเวลา t_i การเปลี่ยนแปลงของภาระที่อัตราเร็วและช่วงเวลาการทำงานต่าง ๆ กัน การเลือกใช้ลูกปืนเพื่อใช้งานภายใต้สภาวะดังกล่าว จะต้องหาภาระพลวัตเทียบเท่าเฉลี่ย P_m อัตราเร็วของการหมุนเฉลี่ย n_m และหาอายุประเมินของลูกปืน L_{10h} จาก

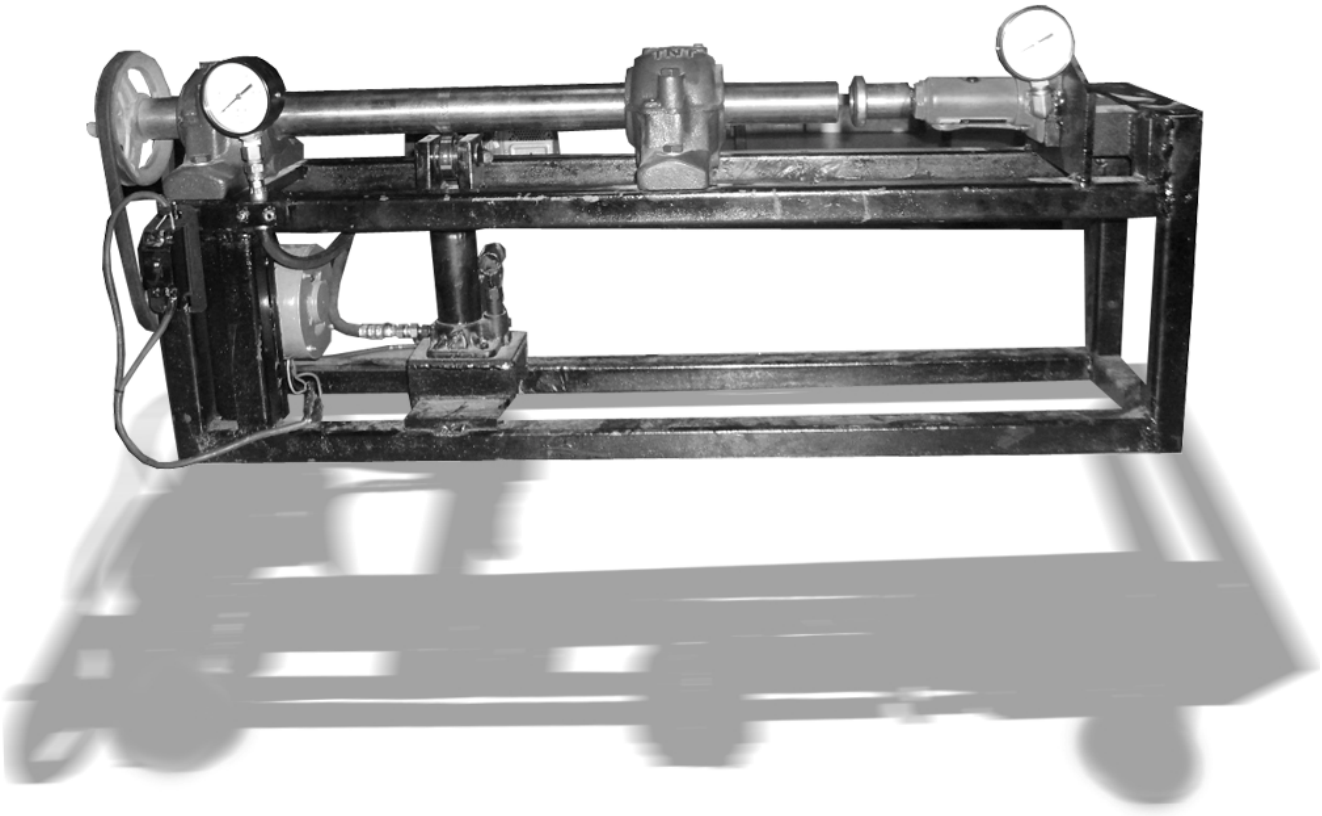
$$P_m = \left[\frac{n_1 t_1 P_1^{\,a} + n_2 t_2 P_2^{\,a} + ... + n_n t_n p_n^{\,a}}{n_1 p_1 + n_2 t_2 + ... + n_n t_n} \right]^{\frac{1}{a}}$$

$$n_m = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 + ... + n_n t_n}{t_1 + t_2 + ... + t_n}$$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n_m} \left(\frac{C}{P_m} \right)^a$$

อุปกรณ์ที่ใช้ในการประลอง

ชุดประลองการรับภาระของลูกปืน



ภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

ลำดับขั้นตอนในการประลอง

1. เตรียมชุดประลองการรับภาระของลูกปืน
2. ประกอบชุดเพลาชุดที่ 1 ประกอบด้วย ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึกและลูกปืนเม็ดทรงกระบอก
3. เปิดเครื่องโดยยังไม่ใส่ภาระเพื่อเตรียมความพร้อม
4. ทำการวัดค่าต่างๆแล้วบันทึกค่าตามตาราง
5. หยุดเดินเครื่องแล้วทำการเพิ่มภาระในแนวแกน 10 kg/cm^2
6. เพิ่มภาระในแนวรัศมีครั้งละ 10 kg/cm^2 จำนวน 5 ครั้ง โดยแต่ละครั้งห่างกัน 5 นาที
7. บันทึกค่าต่างๆตามตาราง
8. หยุดเดินเครื่องแล้วเปลี่ยนเพลาชุดที่ 2 ประกอบด้วย ลูกปืนเม็ดโค้งและลูกปืนคาร์บ
9. ดำเนินการประลองซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 7
10. หยุดเดินเครื่องแล้วเปลี่ยนเพลาชุดที่ 3 ประกอบด้วย ลูกปืนแบบเม็ดเรียว
11. ดำเนินการประลองซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 7
12. วิเคราะห์และสรุปผลการประลอง

ตางรางบันทึกผลการทดลอง

ตาราง ผลการทดลองเพลาชุดที่ 1

ครั้งที่	ภาระตามแนวรัศมี kg/cm^2	ช่วงเวลาทดสอบ นาที	ความเร็วรอบ rpm	กระแสไฟฟ้า Amp	อุณหภูมิ $^{\circ}C$	
					DGBB	CRB
1	10					
2	20					
3	30					
4	40					
5	50					

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตางรางบันทึกผลการทดลอง

ตารางผลการทดลองเพลาชุดที่ 2

ครั้งที่	ภาระตามแนวรัศมี kg/cm^2	ช่วงเวลาทดสอบ นาที	ความเร็วรอบ rpm	กระแสไฟฟ้า Amp	อุณหภูมิ $^{\circ}C$	
					SRB	CARB
1	10					
2	20					
3	30					
4	40					
5	50					

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตางรางบันทึกผลการทดลอง

ตาราง ผลการทดลองเพลาชุดที่ 3

ครั้งที่	ภาระตามแนวรัศมี kg/cm^2	ช่วงเวลาทดสอบ นาที	ความเร็วรอบ rpm	กระแสไฟฟ้า Amp	อุณหภูมิ ˚C	
					TRB 1	TRB 2
1	10					
2	20					
3	30					
4	40					
5	50					

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิเคราะห์และสรุปผลการประลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด

เรื่อง การรับภาระของลูกปืน

ชื่อ – สกุล .....

ระดับการศึกษา .....

สถานศึกษา .....

.....

นาย รังสรรค์ โพธิกุล

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ 1 จงเขียนเครื่องหมาย ถูก หรือ ผิด หน้าข้อต่อไปนี้

..... 1. ลูกปืนมีหน้าที่รองรับเพลาและส่งถ่ายโหลดผ่านลูกกลิ้ง

..... 2. ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึกเป็นลูกปืนที่ไม่สามารถรับแรงในแนวแกนได้

..... 3. ลูกปืนเม็ดทรงกระบอกไม่สามารถรับแรงในแนวรัศมีได้

..... 4. ลูกปืนคาร์บเป็นลูกปืนที่สามารถรับแรงได้ทั้งแนวแกนและแนวรัศมี

..... 5. ลูกปืนเม็ดโค้งเป็นลูกปืนที่สามารถทำงานที่ระยะเยื้องศูนย์ของเพลาได้

..... 6. ลูกปืนที่สามารถแยกวงแหวนนอกออกจากชุดรังและลูกกลิ้งได้คือลูกปืนแบบเม็ดเรียว

..... 7. อายุการทำงานของลูกปืนจะถูกบอกเป็นรอบการทำงาน

..... 8. แรงในแนวแกนคือแรงที่เกิดขึ้นตามเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา

..... 9. แรงในแนวรัศมีคือแรงที่เกิดขึ้นตามความยาวเพลา

..... 10. **CRB** เป็นตัวย่อของลูกปืนคาร์บ

ข้อ 2 จากรูปจงบอกว่าเป็นลูกปืนชนิดใด

1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

5. .....

6. .....

7. .....

8. .....

9. .....

10. .....

ข้อ 3. จงเติมคำในช่องว่าง

1. ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึกมีตัวย่อคือ.....
2. ลูกปืนที่ไม่สามารถรับแรงในแนวแกนได้คือ.....
3. ลูกปืนคาร์บถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นใหม่จากบริษัท.....ในปี.....
4. อายุประเมินของแบริ่งถูกกำหนดเป็น.....
5. การรับภาระของลูกปืนมีกี่ทิศทางอะไรบ้าง.....
   .....
6. F_r หมายถึง.....
7. F_a หมายถึง.....
8. ตลับลูกปืนประกอบด้วย.....
   .....
   .....
   .....
9. การเสียหายของลูกปืนเกิดจาก.....
10. ถ้าลูกปืนเกิดการเสียหายอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

แบบทดสอบ

เรื่อง การรับภาระของลูกปืน

แบบทดสอบนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาที่มีการเรียนด้วยชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

ผู้ทำแบบทดสอบ

ชื่อ-สกุล.....

ระดับการศึกษา.....สาขา.....

สถานที่ศึกษา.....

.....

.....

นาย รังสรรค์ โพธิกุล

ผู้ดำเนินการวิจัย

ข้อ 1 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

ข้อที่ 1. ถ้าแบ่งประเภทของลูกปืนตามลักษณะของลูกกลิ้งจะได้กี่ประเภท

ก 3 ชนิด

ข 4 ชนิด

ค 5 ชนิด

ง 6 ชนิด

ข้อที่ 2. ข้อใดคือหน้าที่ของลูกปืน

ก รองรับการทำงานของเพลา

ข ส่งถ่ายกำลัง

ค ลดแรงเสียดทาน

ง ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 3. ลูกปืนที่สามารถทำงานที่มีการเยื้องศูนย์ของเพลาได้ดีคือ

ก ลูกปืนเม็ดโค้ง

ข ลูกปืนเม็ดเรียว

ค ลูกปืนทรงกระบอก

ง ข้อ ก และ ข้อ ค ถูก

ข้อที่ 4. ลูกปืนชนิดใดที่ไม่สามารถรับแรงในแนวแกนได้

ก ลูกปืนแบบถังเบียร์

ข ลูกปืนเม็ดเรียว

ค ลูกปืนทรงกระบอก

ง ลูกปืนเม็ดโค้ง

ข้อที่ 5. ล้อหน้ารถยนต์ใช้ลูกปืนแบบใด

ก ลูกปืนแบบเม็ดกลม

ข ลูกปืนเม็ดเรียว

ค ลูกปืนทรงกระบอก

ง ลูกปืนเม็ดโค้ง

ข้อที่ 6 ลูกปืนที่ใช้กับยอยกากบาทในเพลากลางของรถยนต์เป็นลูกปืนชนิดใด

ก ลูกปืนคาร์บ

ข ลูกปืนเม็ดเรียว

ค ลูกปืนเม็ดเข็ม

ง ลูกปืนเม็ดโค้ง

ข้อที่ 7 อายุประเมินของลูกปืนถูกบอกด้วยอะไร

ก จำนวนรอบการหมุน

ข เวลาในการทำงาน

ค อุณหภูมิทำงาน

ง ไม่มีข้อถูก

ข้อที่ 8 ในการประกอบลูกปืนชิ้นส่วนใดถูกยึดติดกับเพลา

ก วงแหวนใน

ข วงแหวนนอก

ค รัง

ง เม็ดลูกปืน

ข้อที่ 9 สิ่งสำคัญอันดับแรกในการเลือกใช้ตลับลูกปืนคืออะไร

ก ลูกแบบของลูกปืน

ข หลักการทำงานของเครื่องจักร

ค การติดตั้ง

ง การบำรุงรักษา

ข้อที่ 10 วิธีการหล่อลื่นลูกปืนที่นิยมคือ

ก จาระบี

ข น้ำมัน

ค น้ำ

ง ข้อ ก และ ข้อ ข ถูก

ข้อ 2. จงเติมคำในช่องว่าง

1. ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึกมีตัวย่อคือ.....
2. ลูกปืนที่ไม่สามารถรับแรงในแนวแกนได้คือ.....
3. ลูกปืนคาร์บถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นใหม่จากบริษัท.....ในปี.....
4. อายุประเมินของแบริ่งถูกกำหนดเป็น.....
5. การรับภาระของลูกปืนมีกี่ทิศทางอะไรบ้าง.....

   .....
6. DGBB หมายถึง.....
7. F_a หมายถึง.....
8. ตลับลูกปืนประกอบด้วย.....

   .....

   .....

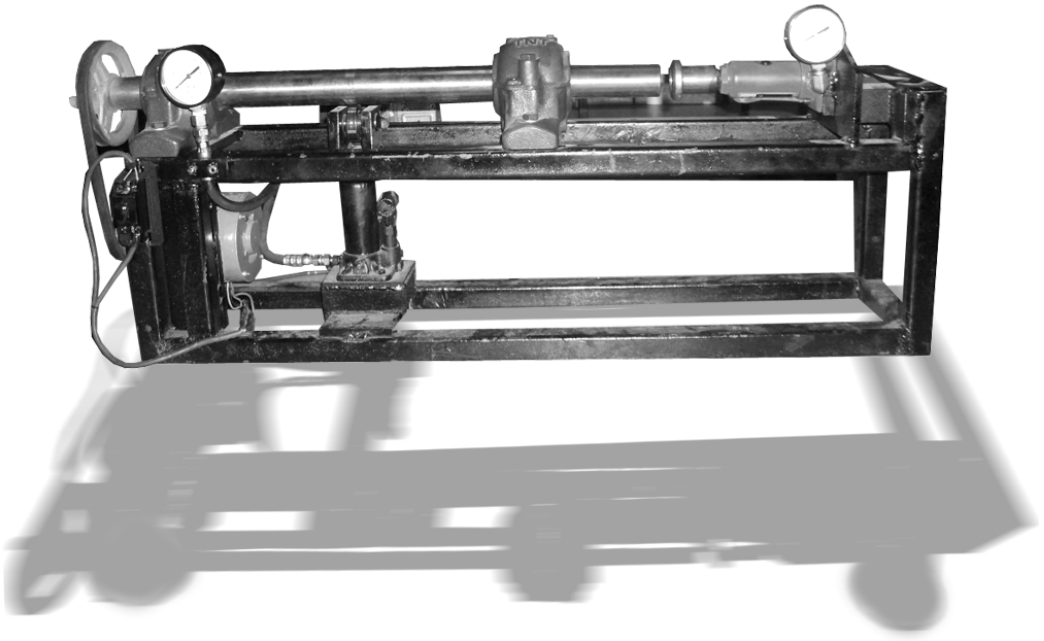
   .....
9. การเสียหายของลูกปืนเกิดจาก.....
10. ถ้าลูกปืนเกิดการเสียหายอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ภาคผนวก ช

- คู่มือการใช้ชุดประลองการรับภาระของลูกปืน
- แบบชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

คู่มือการใช้งาน

ชุดประลองการรับภาระของลูกปืน



ลำดับขั้นตอนการใช้ชุดประลอง

1. ตรวจสอบความเรียบร้อยของชุดประลองก่อนทำการใช้งาน

1.1 ตรวจสอบสภาพทั่วไปของชุดประลอง

1.2 ตรวจสอบเกจวัดความดันเพื่อเพิ่มภาระในแนวรัศมี

1.3 ตรวจสอบเกจวัดความดันเพื่อเพิ่มภาระในแนวแกน

1.4 ตรวจสอบลูกปืนและเสื้อลูกปืน

1.5 ตรวจสอบเครื่องมือวัดต่างๆ

2. ทำการประกอบเพลาชุดที่ 1 ประกอบด้วย ลูกปืนเม็ดกลมร่องลึกและลูกปืนเม็ดทรงกระบอก

3. เปิดเครื่องโดยไม่ใส่ภาระเพื่อเตรียมความพร้อมแล้ววัดค่าต่างๆไว้ในเบื้องต้น

4. ทำการเพิ่มภาระให้กับลูกปืน

4.1 เพิ่มภาระในแนวรัศมี 10 k_g/cm^2

4.2 เพิ่มภาระในแนวแกน 10 k_g/cm^2

5. ทำการเดินเครื่องและวัดค่าต่างๆดังนี้

5.1 วัดความเร็วรอบเพลา

5.2 วัดอุณหภูมิของลูกปืนที่อยู่บนเพลา

5.3 วัดการใช้พลังงานของเครื่องต้นกำลัง

6. ทำการบันทึกค่าต่างๆตามตารางการประลองของเพลาชุดที่ 1
7. หลังจากทดลองเพลาที่ 1 เรียบร้อยแล้วให้หยุดเดินเครื่องแล้วเปลี่ยนเพลาชุดที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยลูกปืนแบบเม็ดโค้งและลูกปืนคาร์บ

8. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 3 ถึง 5 แล้วบันทึกค่าตามตารางการประลองของเพลาชุดที่ 2
9. หลังจากทดลองเพลาที่ 2 เรียบร้อยแล้วให้หยุดเดินเครื่องแล้วเปลี่ยนเพลาชุดที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยลูกปืนแบบเม็ดเรียวเพียงอย่างเดียว

10. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 3 ถึง 5 แล้วบันทึกค่าตามตารางการประลองของเพลาชุดที่ 3
11. จบการประลอง

ภาคผนวก ซ

- ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายรังสรรค์ โพธิกุล

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการรับภาระของลูกปืน

สาขาวิชา : เครื่องกล

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว

เกิดวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ.2520

ภูมิลำเนา 227 ม.11 ซ.สวนผัก ถ.สวนผัก แขวงตลิ่นชัน เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

ปี 2539 จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาช่างยนต์ จากโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

ปี 2542 จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาช่างยนต์ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ

ปี 2544 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (คลองหก)

ประวัติการทำงาน

ปี 2544 เป็นอาจารย์พิเศษ โปรแกรมวิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี จนถึงปัจจุบัน