บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON MOTOR CONTROL CIRCUIT

อัชรี หมอยาดี

AUCHAREE MORYARDEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1287-2

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์

COMPUTER – ASSISTED INSTRUCTION ON
MOTOR CONTROL CIRCUIT

อัชรี หมอยาดี

AUCHAREE MORYARDEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1287-2

COMPUTER – ASSISTED INSTRUCTION ON MOTOR CONTROL CIRCUIT

AUCHAREE MORYARDEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY
IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004

ISBN 974-15-1287-2

COPYRIGHT 2004
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์**
นักศึกษา	**อัชรี หมอยาดี**
รหัสประจำตัว	45063223
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ฉันทนา โหมดมณี

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามวิธีการสอนปกติ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3จำนวน 90 คน จากประชากร 120 คน ซึ่งทำการเลือกโดย วิธีสุ่มแบบอย่างง่าย โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มๆละ30 คนกลุ่มแรกเป็นกลุ่มนักศึกษาที่หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 3 กลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

ผลการวิจัยสรุปว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.44:83.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Thesis Title	Computer- assisted Instruction on Motor Control Circuit
Student	Miss Aucharee Moryardee
Student ID	45063223
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2004
Thesis Advisor	Assistant Professor Attaporn Ridhikerd
Thesis Co-Advisor	Dr.Chantana Modemanee

ABSTRACT

The purposes of the research study were to construct and find out the efficiency of Computer- assisted Instruction on Motor Control Circuit according to the defined 80:80 criteria, and to compare learning achievement between students learning with Computer-assisted Instruction and students learning with a traditional method.

The samples of this study were randomly selected from 120 students at Technology Laemthong School. The samples were divided into 3 groups of 30 students. The first group was for the efficiency test. The second group studied with Computer-Assisted Instruction. The third group studied with a traditional method .

The results of the study were as follows :

1. The Computer- assisted Instruction met the effectiveness criterion at 84.44:83.33 which was higher than the standard criteria at 80:80.

2. The learning achievement of the students who learned with Computer-assisted Instruction was higher than the students who learned with a traditional teaching at 0.05 level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ฉันทนา โหมดมณี อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และ รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ ดร. ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนแนะแนวทางในการดำเนินการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จขอขอบพระคุณ อาจารย์อาจารย์อาคม ลักษณะสกุล นายเทอดนรินทร์ ทองลี อาจารย์จงรักษ์ ตุมศิริ อาจารย์วารินทร์ ผลละมุด อาจารย์วิเชียร พุ่มพวง นายวัชรินทร์ คงพิบูลย์ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ๆทุกคน ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือในทุกด้านมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนและบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ บุคลากรของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องการออกเอกสารทางราชการ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อัชรี หมอยาดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 สมมติฐานการวิจัย 3

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย 3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย 5

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 หลักสูตรการเรียนรู้เรื่องการควบคุมมอเตอร์ 7

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 10

2.3 หลักจิตวิทยาในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ 33

2.4 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน 35

2.5 หลักการสร้างแบบทดสอบ 38

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 61

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 64

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 64

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 65

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 73

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 74

3.5 สถิติที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 75

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 79

4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 79

4.2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผู้ทรงคุณวุฒิ 80

4.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 81

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 83

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 84

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 84

5.2 สมมติฐานการวิจัย 84

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 85

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 85

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 86

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 87

5.7 สรุปผลการวิจัย 88

5.8 อภิปรายผล 88

5.9 ข้อเสนอแนะ 90

บรรณานุกรม 91

ภาคผนวก .....

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ 96

ภาคผนวก ข แบบประเมินผู้ทรงคุณวุฒิ 104

ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 108

ภาคผนวก ง แบบประเมินสื่อการสอน 124

ภาคผนวก จ รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 130

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 151

ประวัติผู้เขียน 155

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 โครงการสอนวิชาการควบคุมมอเตอร์.....9

2.2 แสดงการให้คะแนนตามการพิจารณาความหมาย 48

3.1 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....68

4.1 แสดงผลการประเมินด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....80

4.2 แสดงผลการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....81

4.3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....82

4.4 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน.....83

ค1 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาการสอนเพื่อทำแบบทดสอบ.....108

ค2 แสดงการหาจำนวนข้อของแบบทดสอบตามลำดับคะแนนความสำคัญ.....109

ค3 แสดงการปรับจำนวนข้อของแบบทดสอบแต่ละจุดประสงค์.....110

ง1 แสดงคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ.....124

ง2 แสดงคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคผลิตสื่อ.....126

จ1 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ.....130

จ2 แสดงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ.....134

จ3 แสดงค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ.....137

จ4 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....139

จ5 แสดงค่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนหนึ่งต่อหนึ่ง 142

จ6 แสดงค่าคะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนกลุ่มย่อย.....143

จ7 แสดงค่าคะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนขั้นปฏิบัติการ.....144

จ8 แสดงค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....146

จ9 แสดงค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง.....147

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการฝึกทักษะ 12
2.2 แสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอนเนื้อหารายละเอียด 13
2.3 แสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการศึกษา 13
2.4 แสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ 14
2.5 แสดงขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 20
2.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้เรียน 33
3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 67
3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 71
3.3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 73
ฉ.1 แสดงการเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 151
ฉ.2 แสดงการLog in เข้าสู่บทเรียน 152
ฉ.3 แสดงเมนูหลัก 152
ฉ.4 แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ 153
ฉ.5 แสดงเนื้อหาบทเรียน 153
ฉ.6 แสดงแบบทดสอบหลังเรียน 154
ฉ.7 แสดงหน้าจอการสรุปผลคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน 154

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษามีบทบาทสำคัญมากในการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะการศึกษาช่วยสร้างกำลังคนในด้านต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคมของประเทศทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ปัจจุบันได้นำเอาเทคโนโลยีมาช่วยทางการศึกษาในการเรียนการสอน เช่น การสืบค้นข้อมูล สื่อการเรียนการสอนระบบคอมพิวเตอร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โปรแกรมสำเร็จรูป ฯลฯ

การเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการสอนโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพหรือแป้นพิมพ์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดสิ่งเร้าในการเรียน แม้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะถูกสร้างขึ้นมาให้มี เสียงพูดเหมือนกับมนุษย์ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในส่วนของค่าใช้จ่ายอยู่ (สุธิดา สุวรรณธาดา. 2538:2)

เห็นได้ว่าการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานด้านการเรียนการสอน หรือการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน ก็คือแทนที่ครูจะเป็นผู้สอนเพื่อหาเรื่องราวต่าง ๆ กับผู้เรียนโดยตรง และเป็นผู้ลงมือสอนตามระบบการสอนตามปกติทั่วไป ครูก็จะนำบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้จัดสร้างเอาไว้แล้วป้อนเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์(อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530:8) คอมพิวเตอร์จะนำเสนอเรื่องราวต่างๆกับผู้เรียนโดยตรงและเป็นการเรียนแบบที่มีปฏิสัมพันธ์(Interaction) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536:136)

นักวิชาการศึกษาได้แนะแนวทางพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพหรือให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นวิธีหนึ่งคือ การจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตัวเองตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อม เมื่อจบบทเรียนแต่ละบทหรือแต่ละหน่วยจะมีแบบทดสอบ เมื่อสอบผ่านจึงจะเรียนในบทต่อไปได้ บทเรียนนี้อาจอยู่ในรูปแบบของชุดการเรียนการสอนหรือบทเรียนสำเร็จรูป (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2525 : 22)

การเรียนการสอนรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ (421-314) หลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง เป็นวิชาชีพเฉพาะ มีเนื้อหาการเรียนที่มาก เช่นวงจรการควบคุมให้มอเตอร์กลับทางหมุน การควบคุมให้มอเตอร์ทำงานแบบสตาร์ - เดลต้า ซึ่งประเด็นดังกล่าวเป็นสิ่งที่นักศึกษาต้องประยุกต์ใช้ให้เป็น รายวิชานี้มีความสำคัญ ในการที่จะผลิตนักศึกษาออกสู่ระบบงาน

ด้านอุตสาหกรรม และการศึกษาต่อในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นของนักศึกษา และนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

จากประสบการณ์ที่ผู้วิจัยได้พบปัญหาของการเรียนในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอันเนื่องมาจากประสบปัญหาที่สำคัญคือ

1. การเรียนการสอนเรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ ไม่สามารถเห็นภาพการไหลของกระแสในวงจร

2. การเรียนการสอนแบบปกติไม่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เท่าที่ควรซึ่งถ้าสร้างบทเรียนเป็นภาพเคลื่อนไหวก็จะทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจรวมทั้งบรรยากาศในการเรียนก็จะดีไปด้วย

3. การต่อวงจรการควบคุมมอเตอร์ถ้าผู้เรียนต่อวงจรผิดทำให้อุปกรณ์ เกิดความเสียหาย

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา ที่ยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญอีกส่วนหนึ่ง ที่จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการจัดการในเรื่องการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องมีการออกแบบระบบการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ เฉพาะรายบุคคล เพื่อใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด และการประเมินผล ประกอบกับปัจจุบันคอมพิวเตอร์ ถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาจนสามารถนำมาใช้ในวงการศึกษาได้ ทั้งในด้านการจัดการ การบริหาร หรือแม้กระทั่งนำมาใช้ในการเรียนการสอน เป็นเครื่องมือช่วยสอนสำหรับครู คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้การเรียนการสอน มีปฏิสัมพันธ์กันได้ ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เนื่องจากบทเรียนสามารถสร้างขึ้นได้ด้วย ตัวอักษร การเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบ ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียน โดยไม่รู้จักเบื่อหน่าย (กิดานันท์ มลิทอง. 2536:187) คอมพิวเตอร์จึงจัดเป็นสื่อประเภทหนึ่ง ที่มีศักยภาพทางเทคโนโลยีสูงในการจัดการเรียนการสอน เพราะถือว่าเป็นการเรียนรู้ในรูปแบบของการสื่อสารสองทาง(Two- way Communications) ช่วยให้ผู้เรียนได้โต้ตอบได้ทันที มีความกระตือรือร้น ที่จะทำให้เกิดคุณภาพแก่ผู้เรียนได้ทัดเทียมกัน ในความแตกต่างของบุคคล โดยการนำเอาวิธีการของคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นผู้ช่วยจัดประสบการณ์เรียนรู้ กระตุ้นและเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี (ชิษณุพงศ์ ภู่ระหงษ์. 2546:1-2)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้เกิดแนวคิดในการแก้ไขปัญหา โดยเห็นสมควรที่จะมีการสร้างสื่อการเรียนการสอนที่สามารถเป็นสื่อที่ทำให้มองเห็น และเกิดความเข้าใจรายละเอียดของการควบคุมมอเตอร์ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยคิดว่า การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

และสามารถเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาต่างๆ ให้ผู้วิจัยท่านอื่นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 ด้านเนื้อหา วิชาการควบคุมมอเตอร์ เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์(หลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2538)

1.4.2 การสร้างข้อสอบแบบต่าง ๆของ ภัทรา นิคมานนท์ (2537 : 80 – 86)

1.4.3 ด้านการพัฒนาสื่อใช้เทคนิคในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne' 9 ขั้น (รุจโรจน์ แก้วอุไร.2545) ประกอบด้วย

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention) เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective) เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จุดประสงค์ล่วงหน้าก่อนเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior knowledge) เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้วก่อนหน้านี้

4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) หมายถึง การนำเสนอเนื้อหาการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์

5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้ผู้เรียนได้ประมวลความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นความรู้ใหม่

6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response) เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการเร้าความสนใจแก่ผู้เรียน

8. ทดสอบความรู้ ใหม่(Assess Performance) เพื่อเป็นการประเมินผลของการเรียนรู้นั้น

9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer) สรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมา บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. เนื้อหาที่นำมาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ซึ่งเป็นหน่วยเรียนที่ 5 ในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ หลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2538

2. ประชากร คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาไฟฟ้า ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมมอเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง จำนวน 120 คน

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาไฟฟ้า ที่เรียนวิชาการควบคุมมอเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลาก จำนวน 90 คนโดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ จำนวน 30 คน กลุ่มที่ 2 ใช้สำหรับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 30 คน(กลุ่มทดลอง) และกลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนจากการสอนแบบปกติ จำนวน 30 คน(กลุ่มควบคุม)

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น คือ วิธีการเรียนที่แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีการเรียนแบบปกติ

2. ตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ วัย พื้นฐานทางเศรษฐกิจ และอารมณ์ของนักเรียน

2. เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ที่สร้างขึ้นเป็นเนื้อหาในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาไฟฟ้า ภาคเรียน 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นกลุ่มที่เรียน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ จะต้องผ่านการเรียนรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การใช้คอมพิวเตอร์และไม่เคยผ่านการเรียนในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์เลย

4. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง วงจร นักเรียนต้องอ่านวิธีการใช้งานเสียก่อน

5. โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นโปรแกรม ประเภท Flash MX

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหา โดยนำเนื้อหาเรื่อง การควบคุมมอเตอร์ มาทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้เรียนเรียนด้วยตนเองตามคำแนะนำของบทเรียนซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ใช้คอมพิวเตอร์ในการทำหน้าที่นำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ในเนื้อหาประกอบด้วยคำอธิบายที่ใช้อักขระแบบต่างๆ มีรูปภาพและภาพเคลื่อนไหว มีคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เนื้อเรื่องแต่ละตอนย่อยจะมีแบบฝึกหัด เพื่อเสริมความเข้าใจในการเรียน นอกจากนั้นผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิมได้ตลอดเวลา

2. นักเรียน หมายถึง ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาไฟฟ้า โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง ที่เรียนรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์

3. การควบคุมมอเตอร์ หมายถึง การกำหนดให้มอเตอร์ทำงานตามคำสั่งที่กำหนดให้ จำแนกได้หลายประเภทตามลักษณะการนำไปใช้งาน

4. **ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาไฟฟ้า จากการเรียนเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80 โดยมีรายละเอียดดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนหน่วยย่อย ซึ่งคำนวณมาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้อง จากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนแต่ละบทโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณมาจากค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้อง จากแบบทดสอบรวมหลังจบบทเรียนทั้งหมดโดยคิดเป็นร้อยละ

5. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง** ผลการทดสอบหลังเรียนของวิธีสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีการสอนแบบปกติที่แสดงออกมาชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

6. **แบบประเมิน หมายถึง** เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนเรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบประเมินด้านเนื้อหาและแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

7. **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง** เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีการสอนแบบปกติ เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ โดยมุ่งประเมินผลทางความรู้ของผู้เรียน ทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

8. **วิธีการสอนแบบปกติ หมายถึง** การสอนที่ครูเป็นผู้ดำเนินการสอนโดยยึดการสอนตามหลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2538 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)ชั้นปีที่ 3 ที่เรียนวิชาการควบคุมมอเตอร์ (รหัสวิชา 421-314) เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ประเภทกลุ่มวิชาชีพบังคับ โดยดำเนินการสอนตามวิธีที่เคยใช้ตามแผนการสอน คือ การบรรยายและการอธิบาย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากเอกสาร บทความทางวิชาการ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการวิจัยดังนี้

1. หลักสูตร วิชา การควบคุมมอเตอร์
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. หลักจิตวิทยาในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน
5. หลักการสร้างแบบทดสอบ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรวิชาการควบคุมมอเตอร์

โครงการสอน
โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง

ชื่อและรหัสวิชา	421-314 การควบคุมมอเตอร์ (MOTOR CONTROL)
สภาพรายวิชา	วิชาชีพเฉพาะสาขาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างไฟฟ้า
ระดับรายวิชา	ภาคเรียนที่ 1 ชั้นปีที่ 3
พื้นฐาน	-
เวลา	ทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ ปฏิบัติ 6 คาบ/สัปดาห์ รวม 144 คาบ/ภาคเรียน
จำนวนหน่วยกิต	4 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา

1. เข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์
2. เข้าใจวิธีการเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้งานควบคุมมอเตอร์
3. เข้าใจงานควบคุมมอเตอร์แบบต่างๆ
4. มีทักษะในการออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ให้ทำงานตามเงื่อนไข
5. มีทักษะในการตรวจซ่อมบำรุงและแก้ไขข้อขัดข้องในวงจร
6. มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ การควบคุมมอเตอร์แบบต่างๆ ออกแบบวงจรให้ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนด การซ่อมบำรุงและแก้ไขข้อขัดข้องในระบบควบคุมมอเตอร์

รหัสวิชา 421-314 **วิชา** การควบคุมมอเตอร์

ชื่อผู้สอน นางสาวอัชรี หมอยาดี ชั้น ปวช. 3 **แผนก** ไฟฟ้า

ตาราง 2.1 แสดงโครงการสอนรายวิชาการควบคุมมอเตอร์

สัปดาห์ที่	รายการสอน วิชาการควบคุมมอเตอร์	จำนวนคาบ ทฤษฎี	จำนวนคาบ ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนการสอน	หมายเหตุ
1	อุปกรณ์และสัญลักษณ์การควบคุม	2	6	- บรรยายหลักการ - สาธิตขั้นตอนการปฏิบัติ - ฝึกปฏิบัติตามใบงาน	
2	รีเลย์ และคอนแทคเตอร์	2	6		
3	การนำคอนแทคมาใช้งานหลักการควบคุมมอเตอร์	2	6		
4	วงจรการสตาร์ทมอเตอร์ และหลักการเขียนวงจร	2	6		
5	**วงจรการควบคุมมอเตอร์**	2	6		
6	การใช้งาน Over Load ใช้งานในวงจรการสตาร์ทมอเตอร์	2	6		
7	วงจรแสดงสัญญาณเมื่อเกิดOver Load ใช้รีเลย์ช่วย	2	6		
8	วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยใช้คอนแทคเตอร์หลายตัว	2	6		
9	สอบกลางภาค	2	6		
10	วงจรควบคุมปั๊มน้ำโดยใช้คอนแทคเตอร์	2	6		
11	การกลับทางหมุนมอเตอร์	2	6		
12	วงจรการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบต่างๆ	2	6		
13	วงจรการสตาร์ทมอเตอร์อัตโนมัติ	2	6		
14	ฝึกออกแบบวงจรการควบคุมมอเตอร์ตามเงื่อนไข	2	6		
15	การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า	2	6		
16	การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า	2	6		
17	การควบคุมมอเตอร์ทำงานเรียงกัน	2	6		
18	สอบปลายภาคเรียน				

เนื้อหาที่ผู้วิจัยได้นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเนื้อหาที่อยู่ในสัปดาห์ที่ 5 เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ในวิชาการควบคุมมอเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 โดยใช้เวลาเรียนจำนวน 8 คาบๆ ละ 50 นาที มาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังต่อไปนี้คือ

1. การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง
2. การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแสดงสัญญาณเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด
3. การกลับทางหมุนมอเตอร์
4. การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักวิชาการหลายท่านได้กำหนดความหมายของคำว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ไว้ดังนี้

ทักษิณา สวนานนท์ (2530 : 206) ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผลนักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเมนเฟรม เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้สำหรับการสอนวิชานั้น ๆ ขึ้นมาบนจอภาพซึ่งจะแสดงบทเรียนเป็นคำอธิบายหรือรูปภาพ

กิดานันท์ มลิทอง (2531:168) กล่าวว่า การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ และยังสามารถตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันทีเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531:61-62) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คือการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสอนมิได้หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครูทั้งหมด บางเนื้อหาของบทเรียนที่ครูต้องสอน และบางส่วนให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ หรือครูสอนทั้งหมด ส่วนการทบทวน การทดสอบความรู้ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของคอมพิวเตอร์ แต่สำหรับนักเรียนที่เรียนไม่ทันก็ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ในลักษณะการสอนเสริม ซึ่งวิธีเหล่านี้ก็จะอยู่ภายใต้ขอบข่ายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ยืน ภู่วรวรรณ (2531:43) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2536:136-143) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI หมายถึง บทเรียนที่ได้จัดกระทำไว้อย่างเป็นระบบเพื่อใช้คอมพิวเตอร์โดยการนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการสอนกับผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ (Interaction) โดยตรงตามความสามารถ จากความหมายนี้สามารถแสดงองค์ประกอบของ CAI ได้ดังนี้

1. เป็นการเรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์
2. บทเรียนได้ถูกสร้างและเตรียมไว้ก่อนมีการเรียนเกิดขึ้น
3. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์
4. ยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล

วารินทร์ รัศมีพรหม (2541:194-195) ได้เขียนถึงคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ได้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายมากในปัจจุบัน เพราะความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่บันทึก วิเคราะห์ และตอบสนองได้ คอมพิวเตอร์ด้านการสอนหรือ Computer-based Instruction แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-assisted Instruction) – CAI
2. คอมพิวเตอร์จัดการสอน (Computer-Managed Instruction) – CMI

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ ผู้เรียนได้สัมผัสกับคอมพิวเตอร์โดยตรง ซึ่งคอมพิวเตอร์ได้เก็บข้อมูลเนื้อหาวิชาและจัดเรียงลำดับไว้แบบเดียวกับบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการสอนเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยครูผู้สอนได้จัดดำเนินการกับกระบวนการเรียนการสอน โดยผู้เรียนไม่ ได้สัมผัสกับคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์แบบ คอมพิวเตอร์จัดการสอน จะเก็บระเบียนสะสมของผู้เรียน มีข้อมูลของสื่อการสอนที่เกี่ยวข้อง แต่บางครั้งผู้เรียนอาจได้สัมผัส คอมพิวเตอร์จัดการสอนเพื่อทดสอบ

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541:3) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI (Computer - assisted Instruction) หมายถึง การนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะของสื่อที่มีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไป และยังมีการเสริมกำลังใจแก่ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองจึงทำให้รู้ถึงอัตราความก้าวหน้าของตนเอง ทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง

อำนวย เดชชัยศรี (2542:112-117) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การที่นักการศึกษาได้สังเกตและประยุกต์ พยายามนำภาษาคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษา โดย

การคิดค้นวิธีสร้างบทเรียนในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มาใช้กับคอมพิวเตอร์และนำมาช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นการนำเอาเนื้อหาและรูปแบบบรรจุในซอฟต์แวร์

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2543: 52) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นกลวิธีการสอนที่เน้นการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

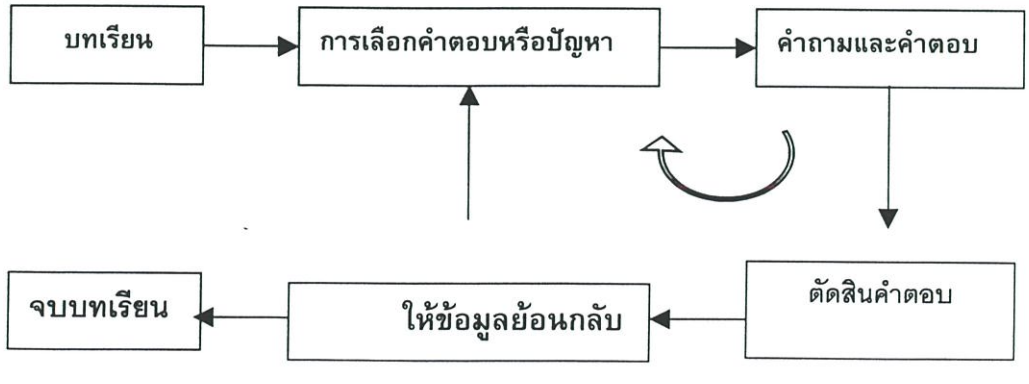
พรเทพ เมืองแมน (2544:18) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่ได้รับการออกแบบโดยอาศัยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ในด้านการนำเสนอ ที่สามารถนำเสนอบทเรียนในลักษณะของสื่อประสม (Multimedia) คือ นำเสนอได้ทั้งข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับบทเรียน พร้อมทั้งได้รับผลย้อนกลับ (Feedback) อย่างทันทีทันใด รวมทั้งสามารถประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา จึงเป็นบทเรียนที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี

จะเห็นว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน โดยที่ครูผู้สอนจะต้องมีเทคนิคในการออกแบบให้เหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์ ความสามารถของผู้เรียน และต้องมีความใกล้เคียงกับการเรียนในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง โดยที่เนื้อหาถูกกำหนดให้อยู่ในรูปของโปรแกรมที่จัดไว้อย่างเป็นระบบนำเสนอผู้เรียนโดยตรง ครูผู้สอนสามารถนำมาใช้สอนกับนักเรียนที่เรียนช้า นำมาจัดทำเป็นบทเรียนสอนเสริมให้กับนักเรียน

2.2.2 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

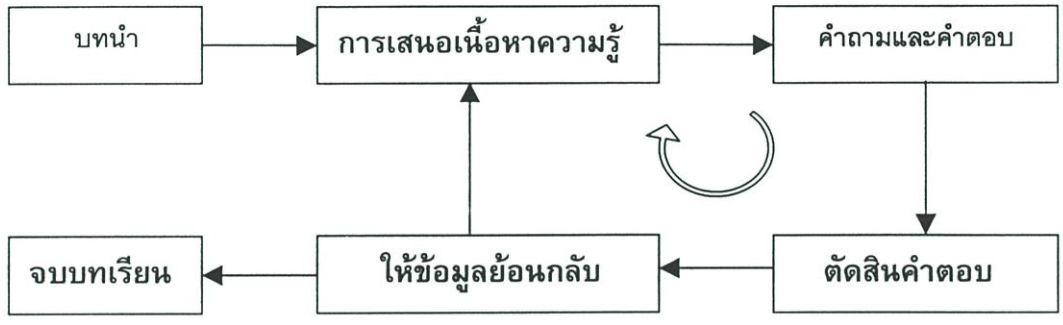
อำนวย เดชชัยศรี (2542:106) ได้แบ่งลักษณะการเสนอเนื้อหาไว้ 4 ลักษณะ คือ

1. บทเรียนชนิดโปรแกรมการฝึกทักษะ(Drill and Practice) บทเรียนชนิดนี้จะมีลักษณะให้ผู้เรียนการฝึกทักษะ หรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะดังแผนภูมิ



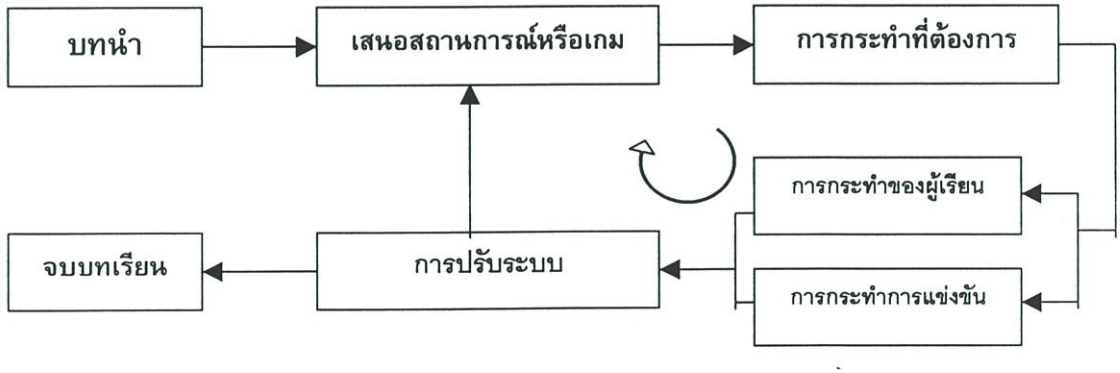
ภาพที่ 2.1 แสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการฝึกทักษะ

2. บทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) บทเรียนชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยเริ่มจากบทนำซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเสนอเนื้อหาให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้ และมีคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบ โปรแกรมในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันที ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำ เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียน



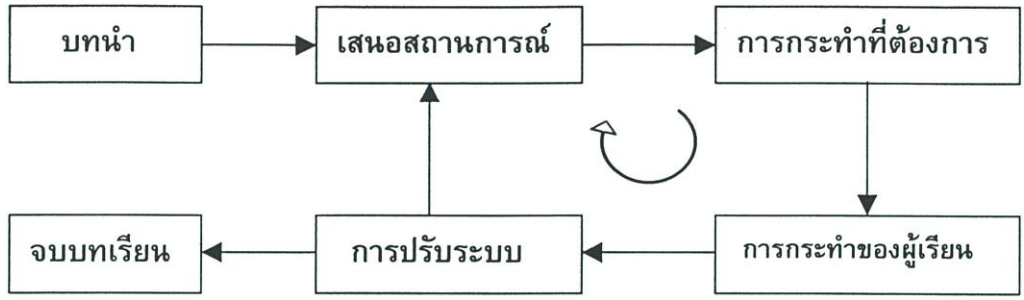
ภาพที่ 2.2 แสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอนเนื้อหารายละเอียด

3. บทเรียนชนิดโปรแกรมเกมการศึกษา (Educational Game) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์ วิธีการ และกฎเกณฑ์ ให้ผู้เรียนเลือกเล่นและแข่งขัน การเล่นเกมจะเล่นคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ การแข่งขันโดยการเล่นเกมจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เล่นมีการติดตาม ถ้าหากเกมมีความรู้สอดแทรกจะเป็นประโยชน์มาก แต่การออกแบบบทเรียนชนิดเกมการศึกษาค่อนข้างที่จะทำแผนภูมิได้ยาก



ภาพที่ 2.3 แสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการศึกษา

4. บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีลักษณะเป็นแบบจำลองสถานการณ์ฝึกทักษะและการเรียนรู้ใกล้เคียงกับความจริง ผู้เรียนไม่ต้องเสี่ยงภัย และเสียค่าใช้จ่ายน้อย ดังแผนภูมิ



ภาพที่ 2.4 แสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

นอกจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะการเสนอเนื้อหาแล้วยังมีลักษณะอื่นๆ อีกเช่น ใช้เพื่อเป็นบทสนทนาการสาธิต การสืบสวนสอบสวน การแก้ปัญหา การทดสอบ

2.2.3 **หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต่างไปจากการใช้เทคนิควิธีการสอนแบบอื่นๆ เนื่องจากบทเรียนสามารถใช้ช่วยครูสอน และใช้สอนแทนครู หรือใช้ฝึกอบรมรายเฉพาะบุคคลได้ การเรียนและการสอนเนื้อหาจากเครื่องและอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องละเอียดรอบคอบ และมีความยืดหยุ่นได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอน ผู้ติว ซึ่งเป็นสิ่งไม่มีชีวิตและจิตใจตลอดเวลา การออกแบบ และพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะทำให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ (สุธีร์ กิจฉวี. 2543 : 25-28)

2.2.3.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา

บุคลากรด้านนี้ จะเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมความไปถึงการกำหนดเป้าหมาย และทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ระดับการเรียนของผู้เรียน ขอบข่ายของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนและการสอน ขอบข่ายรายละเอียด คำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี

2.2.3.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน

บุคลากรกลุ่มนี้หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่ในการนำเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี เป็นต้นว่า มีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง สามารถจัดลำดับความยากง่ายความสัมพันธ์และ

ความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหา หรือวิธีการสอน การออกแบบและสร้างบทเรียน ตลอดจนวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมาเป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยทำให้การออกแบบบทเรียน มีประสิทธิภาพและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2.2.3.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนและวัสดุการสอน

ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน จะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านการวางแผน การออกแบบบทเรียน อันประกอบด้วยเรื่อง การออกแบบและการจัด Layout การจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมต่าง ๆ การเลือกและวิธีการใช้ตัวอักษร เส้น รูปทรง กราฟฟิก แผนภาพ แผนภูมิ รูปภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงาน และสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ที่จะช่วยทำให้บทเรียนมีความสวยงามและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาเช่นเดียวกับการสอนแบบโปรแกรมการสร้างบทเรียนจึงใช้วิธีเดียวกับการสร้างบทเรียนโปรแกรม เมื่อได้บทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูป (Programmed Text) จากนั้นจึงนำไปแปลงเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยบทเรียนสำเร็จรูปเป็นคำสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามเนื้อหาที่ผู้เขียนโปรแกรมออกแบบ ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละระดับ และเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนั้นการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนดังนี้ (อำนวย เดชชัยศรี.2542:106)

1. กำหนดเนื้อหาวิชาและระดับชั้น โดยผู้ออกแบบวิเคราะห์ว่าเนื้อหาวิชานั้นจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ไม่ซ้ำใคร เพื่อคุ้มค่าการลงทุนและสามารถช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียนได้

2. กำหนดวัตถุประสงค์ จะเป็นแนวทางแก่ผู้ออกแบบบทเรียน เพื่อทราบว่าผู้เรียนหลังจากเรียนจบแล้วจะบรรลุตามวัตถุประสงค์มากน้อยแค่ไหน การกำหนดวัตถุประสงค์จึงกำหนดได้ทั่วไปและเชิงพฤติกรรม สำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องคำนึงถึง

2.1 ผู้เรียน (Audience) ว่ามีพื้นฐานความรู้แค่ไหน

2.2 พฤติกรรม (Behavior) เป็นการคาดหวังเพื่อที่จะให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการวัดพฤติกรรมทำได้โดยสังเกต คำนวณ นับแยกแยะ แต่งประโยค

2.3 เงื่อนไข (Condition) เป็นการกำหนดสภาวะที่พฤติกรรมของผู้เรียนจะเกิดขึ้น เช่น เมื่อนักเรียนดูภาพแล้วจะต้องวาดภาพนั้นส่งครู เป็นต้น

2.4 ปริมาณ (Degree) เป็นการกำหนดมาตรฐานที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์แล้ว เช่น อ่านคำควบกล้ำได้ถูกต้อง 20 คำ จาก 25 คำ เป็นต้น

3. การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญโดยต้องย่อยเนื้อหาเล็ก ๆ มีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีการวิเคราะห์ (Task Analysis) ว่าจะเริ่มต้นตรงไหนและดำเนินการไปทางใด

4. การสร้างแบบทดสอบ ต้องสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบนี้

จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพมากน้อยประการใด

5. การเขียนบทเรียน ก่อนเขียนบทเรียนต้องกำหนดโครงสร้างเพื่อให้ได้รูปร่างของบทเรียนเสียก่อนคือ จะทราบว่าต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง มีสัดส่วนอย่างไร บทเรียนจึงจะมีขั้นตอนที่ดี

พรเทพ เมืองแมน (2544:38-39) กล่าวไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ ต้องได้รับการออกแบบโดยอาศัยหลักการเรียนรู้และผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการออกแบบ และขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อที่จะได้ออกแบบและสร้างบทเรียนที่มีคุณภาพและให้ผลการเรียนรู้ที่ดี หลักการที่เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้ออกแบบบทเรียนควรคำนึงถึงและนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ หลักการเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) ของ Gagne′ ซึ่งสรุปลำดับขั้นไว้ 8 ขั้น คือ

1. กระตุ้นความสนใจ (Attention : Alertness)
2. ตั้งความคาดหวัง (Expectancy)
3. เรียกหน่วยความจำให้ปฏิบัติงาน (Retrieval to Working Memory)
4. เลือกสิ่งที่ต้องรับรู้ (Selective Perception)
5. เข้ารหัสเพื่อเก็บในหน่วยความจำระยะยาว (Encoding : Entry to Long Term Storage)
6. การตอบสนอง (Responding)
7. ให้การเสริมแรง (Reinforcement)
8. การกำหนดตัวชี้เพื่อการเรียกคืนข้อมูล (Cueing Retrieval)

จากกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้น Gagne′ ได้นำมาประยุกต์เป็นพฤติกรรม หรือขั้นตอนการสอน 9 ขั้น ได้แก่

1. สร้างความสนใจให้เกิดในตัวผู้เรียน (Gaining Attention)
2. ให้ผู้เรียนทราบจุดมุ่งหมายในการเรียน (Informing Learner of the Objective : Activating Motivation)
3. เร้าให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prior Knowledge)
4. นำเสนอสื่อ (Presenting the Stimulus Materials)
5. ชี้แนะผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี (Providing Learning Guidance)
6. ให้ผู้เรียนปฏิบัติ (Eliciting Performance)
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback)
8. ประเมินผลจากการปฏิบัติ (Assessing Performance)

9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer)

เทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) ต้องเน้นการผสมผสานกราฟฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลที่เป็นภาพ ฯลฯ โดยอาศัยขั้นตอนการสอนของ Gagne′ มาดัดแปลงจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ดังนี้

1. การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain Attention) โดยการใช้ภาพ สี และเสียงประกอบ ในการสร้าง Title ควรใช้กราฟฟิกขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟฟิก ภาพควรค้างอยู่บนจอจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟฟิกควรบอกชื่อเรื่องที่เรียน แสดงบนจอได้เร็วและควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objectives) ในขั้นนี้ นอกจากจะทำให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหา เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงถึงด้วยว่า ควรใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไป ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์กว้าง ๆ ต่อด้วยเมนู (Menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏอยู่บนจอทีละข้อโดยใช้กราฟฟิกง่าย ๆ และการเคลื่อนไหวเข้าช่วย

3. ทบทวนความรู้เดิม (Active Prior Knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิม เตรียมผู้เรียน การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

4. ให้เนื้อหาความรู้ใหม่ (Present New Information) ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กระทัดรัด ง่ายและได้ใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานาน เข้าใจยาก หรือออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหา ควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญอาจใช้กราฟฟิกในลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ ภาพเปรียบเทียบช่วย เนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ตัวชี้นำ (Cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟฟิกที่ยาก ควรจัดรูปแบบที่น่าอ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกราฟฟิกเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลาย ๆ แบบ

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีถ้าบทเรียนที่ระบบการนำเสนอเนื้อหาดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่ และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน บางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้างถ้าเนื้อหายากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิกถึงประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิดร่วมกิจกรรมซึ่งยิ่งทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นบางคราวไม่ควรให้ตอนยาว ควรเร้าความคิด อาจใช้กราฟฟิกหรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ และไม่ควรมีคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถามและผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (Frame)เดียวกัน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มากถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เล่น โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ผลย้อนกลับเพื่อบอกว่าผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงถึงด้วยว่าผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการให้ภาพที่ตื่นตา เพื่อหลีกเลี่ยงผลทางภาพจะทำให้ผู้เรียนสนใจมากกว่าเนื้อหา ไม่ควรใช้กราฟฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ควรเฉลยเมื่อผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกล จากจุดหมายและควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อความสนใจ

8. ทดสอบ (Assess Performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถจำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียนข้อทดสอบ คำตอบและข้อมูลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกผู้เรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ที่จะช่วยในการทำแบบทดสอบ และต้องคำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิดถ้าคำตอบไม่ชัดเจนควรใช้ภาพประกอบในการตั้งคำถาม ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าพิมพ์ผิด วรรคผิด ใช้แบบตัวอักษรผิด เช่น ตอบเป็นตัวพิมพ์แทนที่จะเป็นตัวเขียนในภาษาอังกฤษ เป็นต้น

9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Promote Retention and Transfer) ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไร เพื่อทบทวนแนวคิด เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

Alessi and Trollip (1985 :47-50)ได้เสนอแบบจำลองการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เตรียม (Prepare)

1.1 กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)

1.2 เก็บข้อมูล (Collect Resources)

1.3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)

1.4 สร้างความคิด (Generate Ideas)

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบ (Design)

1.1 ทอนความคิด (Eliminate the Idea)

1.2 วิเคราะห์งานและมโนมติ (Analyse Task and Concept)

1.3 ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Design Preliminary Lesson)

1.4 ประเมิน / แก้ไขการออกแบบ (Evaluate and Revise the Design)

ขั้นตอนที่ 3 เขียนผังงาน (Create Flowchart Lesson)

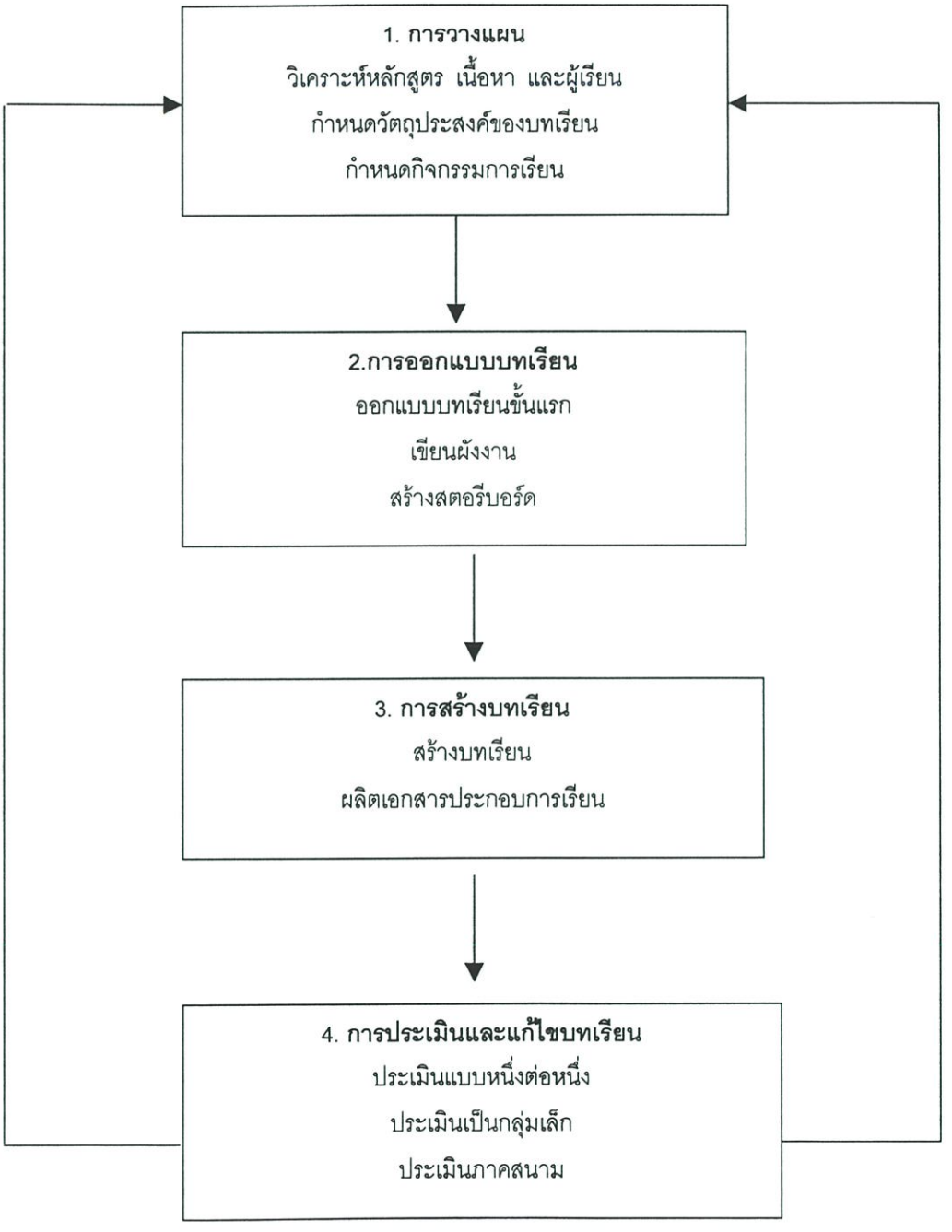
ขั้นตอนที่ 4 สร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

ขั้นตอนที่ 5 สร้าง / เขียนโปรแกรม (Create Program Lesson)

ขั้นตอนที่ 6 ผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

พรเทพ เมืองแมน (2544:46) ได้สรุปแบบจำลองขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่าน ได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ



ภาพที่ 2.5 แสดงขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ พรเทพ เมืองแมน (2544 : 46)

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาการควบคุมมอเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาเย่เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ตามหลักการสอน 9 ประการ คือ เร่งเร้าความสนใจ บอกวัตถุประสงค์ ทบทวนความรู้เดิม นำเสนอเนื้อหาใหม่ ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับ ทดสอบความรู้ใหม่ และสรุปและนำไปใช้

2.2.4 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนมีหลายรูปแบบหลายประเภท ซึ่งนักวิชาการและนักการศึกษา ได้จำแนกประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็นรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

2.2.4.1 แบ่งตามระดับความซับซ้อน Chamber (1983 : 108) จำแนกประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งแบ่งตามระดับความซับซ้อน ได้ 2 ประเภท

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบง่าย (Simplistic CAI) ได้แก่คอมพิวเตอร์ที่เขียนโดยภาษาคอมพิวเตอร์ง่าย ๆ ใช้ฮาร์ดแวร์น้อย มักมีข้อจำกัดในการสร้างภาพ (graphic) และไม่สามารถทำการคำนวณที่ซับซ้อนได้

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซับซ้อน (Complex CAI) ได้แก่ คอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงในการสร้างภาพ คำนวณ และอื่น ๆ ใช้เวลาในการสร้าง และต้องใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ซับซ้อน

2.2.4.2 แบ่งตามบทบาทที่มีต่อการเรียนการสอน Chamber (1983 : 108) จำแนกประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งแบ่งตามบทบาทที่มีต่อการเรียนการสอนได้ 2ประเภท เช่นกัน คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเพิ่มเติม (Adjunct CAI) ทำหน้าที่แทนการสอนปกติ บทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสมทบมักจะมีความยาวประมาณกว่าครึ่งชั่วโมง เนื้อหาบทเรียนมักเป็นการเสริมความเข้าใจ

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลัก (Primary CAI) ทำหน้าที่แทนการสอนปกติสามารถใช้สอนโดยไม่ต้องมีการเสริมการสอนปกติในชั้นเรียน ความยาวของบทเรียนจะมากกว่าหนึ่งชั่วโมง คอมพิวเตอร์ชนิดนี้ไม่ค่อยเป็นที่รู้จักและเข้าใจในวงการศึกษา

2.2.4.3 แบ่งตามวิธีการและขั้นตอนการสร้างที่แตกต่าง มีนักวิชาการและนักการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศไทย ได้จัดแบ่งประเภทลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน พอจะสรุปได้ดังนี้ (ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 42-47 ; ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 216 – 220)

1. ใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียนโปรแกรมเป็นการเลียนแบบการสอนของครู กล่าวคือจะมีบทนำ (Introduction) และมีคำอธิบาย (Explanation) ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบายและแนวคิดที่จะสอน หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถาม (Question) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในแง่ต่าง ๆ มีการแสดงการป้อนกลับ (Feedback) ตลอดจนมีการเสริมแรง (Reinforcement) สามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปเรียนบทเดิม หรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถบันทึก (Records) การกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับนักเรียนบางคนได้

2. การฝึกและการปฏิบัติ (Drill and Practice) แบบการฝึกและปฏิบัตินี้ส่วนใหญ่จะใช้เสริมเมื่อครูผู้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์ เพื่อวัดระดับหรือให้นักเรียนฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วยคำถามคำตอบที่จะให้นักเรียนทำการฝึกและปฏิบัติ การเตรียมคำถามคำตอบจะต้องเตรียมไว้มาก ๆ ซึ่งผู้เรียนควรจะได้สุ่มขึ้นมาเอง โดยไม่สามารถจำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนหรือจำได้จากการทำครั้งแรก อาจต้องใช้หลักจิตวิทยาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำและตื่นเต้นกับการทำแบบฝึกหัดนั้น ซึ่งอาจแทรกรูปภาพเคลื่อนไหวหรือคำพูดโต้ตอบรวมทั้งอาจมีการแข่งขัน เช่น จับเวลา หรือสร้างรูปแบบให้ตื่นเต้นจากการมีเสียง เป็นต้น

3. การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะเน้นให้ฝึกความคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือน้ำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อเช่นในวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดเลขในกระดาษคำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ ซึ่งการทำเช่นนี้ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข. แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่าไม่เข้าใจเลยเป็นต้น การแก้ปัญหาบางอันกว่าที่ผู้เรียนจะตอบได้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาเพราะเป็นการคำนวณที่ซับซ้อน เป็นการวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์เพียงไร

4. สถานการณ์จำลอง (Simulation) โปรแกรมประเภทนี้เป็นโปรแกรมที่จำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน โดยมีเหตุการณ์สมมติต่าง ๆ อยู่ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือจัดกระทำ (Manipulate) ได้สามารถมีการโต้ตอบและมีตัวแปรหรือทางเลือกให้หลาย ๆ ทางเพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกได้อย่างสุ่มเพื่อศึกษาผลที่เกิดจากทางเลือกเหล่านั้น นอกจากนี้ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญแต่หลายวิชาไม่

สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนไหลของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสง และการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมี รวมทั้งชีววิทยาที่ต้องใช้เวลานานหลายวันจึงปรากฏผลปัญหาเหล่านั้น สามารถใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบให้ผู้เรียนได้เห็นและเข้าใจได้ง่าย

5. เกม (Games) เกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้นเป็นสิ่งที่ใช้เพื่อความเร้าใจผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โปรแกรมประเภทนี้นับเป็นแบบพิเศษของแบบจำลองสถานการณ์โดยมีเหตุการณ์ที่มีการแข่งขัน ซึ่งสามารถที่จะเล่นได้โดยนักเรียนเพียงคนเดียวหรือหลายคน มีการแข่งขันและการร่วมมือ มีการให้คะแนน มีการแพ้ชนะ อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมนี้ต้องระวังให้มีคุณค่าทาการศึกษา โดยต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และขบวนการที่เหมาะสมกับหลักสูตร

6. บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียนกล่าวคือพยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะใช้เสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจโต้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้เป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักศึกษาแพทย์ อาจเป็นการสมมุติภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีรักษาให้ก็ได้

7. การสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่าเพราะให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงามตลอดทั้งสีและสียงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ การหมุนเวียนของโลหิต การสมดุลของสมการ เป็นต้น

8. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักต่าง ๆ คือการสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบและการจัดการให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

9. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เพียงแต่กดหมายเลขหรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้น ๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขของผู้เรียนนี้จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงแหล่งข้อมูลซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10. แบบรวมวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ตามธรรมชาติของการเรียนการสอนซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ แบบ ความต้องการนี้จะมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบหรือภารกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นอาจมีลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เกม (Games) การไต่ถาม (Inquiry) รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา (Problem Solving) ก็เป็นได้

2.2.4.4 แบ่งตามลักษณะการนำเสนอเนื้อหา อำนวย เดชชัยศรี (2542 : 112 – 114) ได้กล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งตามลักษณะเนื้อหาได้ 4 ลักษณะ คือ

1. บทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) บทเรียนนี้จะมีลักษณะเป็นกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยจะเริ่มจากบทนำซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเสนอเนื้อหาโดยให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้และมีคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบโปรแกรมในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันที ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำ เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียน

2. บทเรียนชนิดโปรแกรมฝึกทักษะ (Drill and Practice) บทเรียนนี้จะมีลักษณะให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

3. บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีลักษณะเป็นแบบจำลองเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ใกล้เคียงกับความจริง ผู้เรียนไม่ต้องเสี่ยงภัยและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

4. บทเรียนชนิดโปรแกรมเกมการศึกษา (Educational Game) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์วิธีการ และกฎเกณฑ์ ให้ผู้เรียนเลือกเล่นและแข่งขัน การเล่นเกมจะเล่นคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ การแข่งขันโดยการเล่นเกม จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เล่นมีการติดตาม ถ้าหากเกมดังกล่าวมีความรู้สอดแทรกก็จะเป็นประโยชน์ดีมาก แต่การออกแบบบทเรียนชนิด เกมการศึกษาค่อนข้างทำได้ยาก

2.2.5 กระบวนการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) นั้นเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยภารกิจหลัก 4 ประการ คือ

1. การออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design)
2. ความเชี่ยวชาญในเนื้อหา (Content Expertise)
3. การเขียนโปรแกรม (Programming)
4. การออกแบบกราฟฟิก (Graphic Artist)

ภารกิจทั้งสี่นี้ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก และในทางปฏิบัติผู้เขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะมีคุณสมบัติทั้งสามนี้อยู่ในตัว

1. การออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design) มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นแตกต่างไปจากสื่อบทเรียนสื่อดั้งเดิม เช่น ตำราหรือบทเรียนสำเร็จรูป ชุดการสอน และการสอนในห้องเรียนตามปกติ ดังนั้น การออกแบบการเรียนการสอนย่อมต้องแตกต่างกันด้วย

2. ความเชี่ยวชาญในเนื้อหา (Content Expertise) มีความสำคัญทั้งในด้านความถูกต้องและความลึกซึ้งในเนื้อหาของบทเรียน และช่วยให้สามารถจัดกิจการเรียนการสอนจัดความสัมพันธ์ของเนื้อหาตัวอย่าง คำอธิบาย หรือกลเม็ดต่าง ๆ ในการเรียนการสอน ถ้าผู้พัฒนาขาดความเชี่ยวชาญในเนื้อหา จะไม่สามารถทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการหนึ่งเพื่อแก้ปัญหา คือ ถ้าผู้พัฒนาโปรแกรมไม่มีความรู้ในเนื้อหานั้น ๆ ก็ต้องเชิญผู้เชี่ยวชาญเนื้อหานั้น ๆ เข้ามาร่วมด้วย การร่วมดังกล่าวนี้จะต้องทำอย่างต่อเนื่องและอย่างลึกซึ้ง วิธีปฏิบัติดังกล่าวใช้กันอยู่ในการพัฒนา CAI เพื่อการค้าของบริษัทต่าง ๆ ในขณะนี้

3. การเขียนโปรแกรม (Programming) เป็นภาระกิจท้ายสุดของกระบวนการพัฒนา CAI การเขียนโปรแกรมนั้น ขณะนี้จะมีลักษณะการปฏิบัติอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1. เขียนบทเรียนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language)

2. ใช้โปรแกรมช่วยเขียนบทเรียน (Authoring Program) การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เขียนต้องมีความรู้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม ต้องใช้เวลานานและบางครั้งก็ไม่สามารถเขียนโปรแกรมให้สามารถทำงานตามที่ต้องการได้ ตรงกันข้ามกับการใช้โปรแกรมช่วยเขียนบทเรียน เพราะโปรแกรมดังกล่าวผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องภาษาคอมพิวเตอร์เลย จึงทำให้ใช้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งมีความสามารถสูงอีกด้วย การเกิดขึ้นของโปรแกรมช่วยเขียนบทเรียน (Authoring Program) นี้ได้เปลี่ยนโฉมหน้าของการพัฒนา CAI ไปโดยสิ้นเชิง กล่าวคือ ในอดีตผู้ที่จะพัฒนา CAI ได้ ก็คือ ผู้ที่รู้จักภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีอยู่ไม่มาก ในจำนวนนี้มีน้อยคนที่จะมีความเชียวชาญ ทั้งในเนื้อหาและการออกแบบบทเรียนการสอน หลังจากมีโปรแกรมช่วยเขียนบทเรียน จึงทำให้ผู้มีความรู้ทางด้านการออกแบบการเรียนการสอนและเนื้อหา เช่น ครูหรือนักการศึกษาต่าง ๆ มีโอกาสสร้าง CAI ได้อย่างไม่ยาก

ประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญในการพัฒนา CAI จึงไม่ได้อยู่ที่การเขียนโปรแกรมอีกต่อไป แต่จะไปเน้นหนักที่การออกแบบการเรียนการสอน เพื่อที่จะให้ CAI มีประสิทธิภาพสูงสุด

4. การออกแบบกราฟฟิก (Graphic Artist) การออกแบบกราฟฟิกเป็นขั้นตอนที่สำคัญในอันที่จะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน่าสนใจ และผู้เรียนเกิดความยากที่จะเรียนด้วย

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้หลักการดังต่อไปนี้ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531 : 17-20)

4.1 ใช้กราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหาและกราฟฟิกนั้นควรมีขนาดใหญ่และง่ายไม่ซับซ้อนและในกราฟฟิกควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย

4.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่น ๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว แต่ควรสั้นและง่าย

4.3 ควรใช้สีเข้าช่วย

4.4 ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟฟิก

4.5 กราฟฟิกควรจะค้างบนจอภาคจนกว่าผู้เรียนกดแป้นใด ๆ

แนวทางการออกแบบเพื่อเร้าความสนใจผู้เรียน

1. ใช้สีช่วยกระตุ้นให้สนใจเตะตาก่อน (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2539 : 11-14) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ความชอบของสีบนจอคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดคู่สีให้ทั้งหมด 36 คู่ จากการศึกษาพบว่าจำนวนสีที่ใช้เป็นอักษรบนจอคอมพิวเตอร์ไม่ควรมากกว่า 3 สี เพื่อลดการสับสนจำนวนสีที่พอดีคือ 2 สี บนหนึ่งจอและถ้าจะใช้สีเป็นเครื่องชี้นำบอกหัวข้อต่าง (Highlighting) ควรใช้สีที่อ่อนกว่าหรือเข้มกว่า เพื่อสังเกตเห็นได้เมื่อมีการเคลื่อนย้ายแถบสีนั้น ๆ จากผลการวิจัยความชอบของสีบนจอคอมพิวเตอร์ลำดับความชอบของสีระหว่างตัวอักษรและฉากหลัง หรือสีพื้นบนจอคอมพิวเตอร์ 10 อันดับแรก ได้แก่

อันดับ 1 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงิน
อันดับ 2 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีดำ
อันดับ 3 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีน้ำเงิน
อันดับ 4 ตัวอักษรสีเขียวบนพื้นสีดำ
อันดับ 5 ตัวอักษรสีดำบนพื้นสีเหลือง
อันดับ 6 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีเขียว
อันดับ 7 ตัวอักษรสีน้ำเงินบนพื้นสีเหลือง
อันดับ 8 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีน้ำเงิน
อันดับ 9 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีม่วง
อันดับ 10 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีเขียว

2. ใช้ขนาดของตัวอักษรที่ใหญ่กว่าปกติเป็นตัวกระตุ้น

3. ใช้รูปภาพเป็นตัวกระตุ้น (ควรเป็นรูปภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหา)

4. ใช้ภาพเคลื่อนไหวเป็นตัวกระตุ้น

5. ใช้เทคนิคพิเศษต่าง ๆ เกี่ยวกับการเห็น เช่น การใช้การกระพริบ การกลับภาพพื้น การซูมภาพเข้า-ออก การกวาดภาพ การซ้อนภาพ การใช้ภาพ 3 มิติ

6. การใช้เสียประกอบในลักษณะต่าง ๆ

7. ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นตัวช่วยชี้นำ (prompts) เช่น ใช้หัวลูกศร การใช้เส้นนำสายตา การใช้สัญลักษณ์แทนตัวอักษร เป็นต้น

8. การเร้าความสนใจควรเป็นขั้นตอนสั้น ๆ เรียบง่าย อย่าให้เยิ่นเย้อ

2.2.6 **ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นกระบวนการที่เป็นระบบที่สมบูรณ์เป็นภาระที่สำคัญที่ต้องการความรอบคอบ และจิตสำนึกของวิธีการระบบ โดยที่ผู้เรียนต้องพึงระลึกไว้เสมอว่า บทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้น จะทำการสอนโดยไม่มีครู – อาจารย์ปรากฏต่อหน้าผู้เรียน ไม่มีการกำกับการเรียน ไม่มีใครกำกับให้สนใจเรียนหรือจดงาน นอกจากบทเรียนที่ได้มี การวางแผนการสร้างไว้อย่างดีแล้ว (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535 : 50-56) มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหัวข้อเรื่อง หรือวิชาที่จะสร้างบทเรียนสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสม ควรเลือกในหัวข้อที่ยังขาดอยู่หรือไม่มีวางขายในตลาด สามารถลดภาระการสอนได้จริงและช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้มากขึ้น มีจำนวนผู้เรียนพอที่จะใช้บทเรียน สามารถสร้างเสร็จตามกำหนดเวลาคุ้มกับการลงทุน

2. สร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Strom Chart) เพื่อค้นหาหัวข้อที่ควรจะมีอยู่ในบทเรียนโดยการเขียนหัวข้อที่เกี่ยวข้องให้ได้มากที่สุด เป็นการรวมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม ควรมีการปรับปรุงตลอดและเน้นที่ให้มีเนื้อหาครบในวิชานั้น ๆ

3. วิเคราะห์ขอบเขตของหัวเรื่องที่สัมพันธ์ (Concept Chart) เพื่อวางขอบเขตเนื้อหาที่มีในบทเรียน

4. สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา เป็นการวางลำดับการเรียนของเนื้อหา

5. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อยอย่างชัดเจน

6. สร้างแผนภูมิการนำเสนอ (Flow Chart) เสนอลำดับขั้นตอนในการเรียนของบทเรียนในแต่ละหัวเรื่อง

7. รวบรวมเนื้อหาตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ในแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา

8. เรียบเรียงเขียนกรอบตามลำดับ โดยสอดแทรกเนื้อหาให้สอดคล้อง ซึ่งแผนภูมิการนำเสนอเป็นการเขียนที่เข้าใจง่ายและกะทัดรัด โดยทั่ว ๆ ไปในแต่ละหน่วยย่อยของเนื้อหาประกอบด้วยกรอบข้อความ 4 ชนิด คือ

8.1 กรอบหลัก (Set Frame) เป็นกรอบที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเรื่องราวต่าง ๆ

8.2 กรอบแบบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่ทำให้ผู้เรียนได้ทำการฝึกหัดโดยข้อมูลได้จากกรอบหลัก

8.3 กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบทดสอบที่ผู้เรียนต้องนำเอาความรู้ที่ได้เรียนรู้จากกรอบหลักมาใช้

8.4 กรอบรองส่งท้าย (Sub Terminal Frame) เป็นกรอบต่อจากกรอบส่งท้าย เป็นข้อมูลที่ต้องแก้ไขความเข้าใจผิด หรือการตอบจากกรอบส่งท้าย เป็นการเสริมความเข้าใจซึ่งอาจจะมีก็ได้หรือไม่มีก็ได้

9. ทำการออกแบบทดสอบตามจำนวนข้อให้เหมาะสมกับเนื้อหาในแต่ละหัวเรื่อง แล้วให้กลุ่มผู้ที่มีความรู้ด้านการออกแบบทดสอบทำ เพื่อหาประสิทธิภาพของข้อสอบที่ออก แล้วจึงนำกรอบและแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้อง

10. นำกรอบเนื้อหาไปทดลองให้กลุ่มตัวอย่างอ่าน เพื่อความถูกต้อง เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการสื่อความหมายแล้วปรับปรุงให้ชัดเจน

11. เลือกโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถทำงานตามที่เราต้องการนำเสนอได้โดยต้องมีคำสั่งในการใช้งานให้เลือกมากพอต่อการนำเสนอและสามารถใช้งานได้ง่าย

12. ทำการสร้างโปรแกรมตามเนื้อหาที่ได้วางไว้ลงในคอมพิวเตอร์ และปรับปรุงในแต่ละบทเรียน

13. นำบทเรียนที่สร้างเสร็จแล้วไปตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและด้านการสร้างสื่อผสมทางคอมพิวเตอร์ตรวจสอบประเมินผลคุณภาพและนำมาแก้ไข

14. ทำการหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจริงทำการปรับปรุงและนำผลมากำหนดวิธีการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

15. ทำการทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย

16. จัดทำคู่มือการใช้และนำเผยแพร่ต่อไป โดยมีการติดตามผลเพื่อนำผลมาปรับปรุงต่อไป

2.2.7 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 123-124) ได้สรุปข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้เร็ว ก็ไม่ต้องรอคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย รำคาญ ส่วนผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบปัญหาตามบทเรียนไม่ทัน ไม่วิตกต่อความรู้สึกของคนอื่น ๆ จึงมีความสบายใจในการเรียน

2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ต้องการไม่จำเป็นที่จะต้องกำหนดเวลาตายตัว

3. ในบทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับความต้องการหรือสอดคล้องกับระดับความสามารถของตน คอมพิวเตอร์จะจดจำคำตอบของผู้เรียนได้คะแนนคำตอบ แล้วจัดให้ได้เรียนบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนคนนั้น

4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับ (Feedback) ทันทีเพื่อเป็นการย้ำความเข้าใจและการเรียนรู้

5. สามารถใช่เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลาย ๆ เทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะใช้เทคนิคเดียวหรือหลายเทคนิคร่วมกัน เช่น การแสดงด้วยกราฟฟิก (Graphics) ดนตรี การใช้สี การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียง และการพูดตอบโต้กับผู้เรียน เป็นต้น

6. สามารถกระทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด หลายแบบ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและลุ่มลึก

7. เหมาะสำหรับการสอนทักษะ ที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะสั้น ๆ ของการฝึกทักษะนั้น เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น

8. เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง เช่น สภาวะไร้น้ำหนัก ความเฉื่อย เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้การจำลองสถานการณ์

9. คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อยและไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพดีเยี่ยม จึงควรเกิดจากการความร่วมมือกันระหว่างบุคลากร 3 ฝ่าย คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา นักออกแบบการสอน และนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจะมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาวิชาและความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียนนักออกแบบการสอนจะมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการวางแผนการสอนอย่างมีระบบ และการใช้หลักของการเรียนรู้ในระหว่างที่มีกระบวนการสอน ส่วนนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะอธิบายถึงสมรรถภาพของคอมพิวเตอร์ว่าจะทำอะไรได้บ้าง รวมทั้งเขียนโปรแกรมที่ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และนักออกแบบการสอนได้วางแผนเอาไว้ กรณีที่จะทำการสร้างบทเรียนโดยบุคคลคนเดียวไม่ได้ทำเป็นกลุ่มคณะผู้สร้างบทเรียนจะต้องดำเนินบทบาททั้งสามด้านดังกล่าว จึงจะช่วยให้สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการสอนได้

2.2.8 คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วัลลภ พัฒนพงศ์ (2538 : 35) กล่าวว่า การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาโดยเฉพาะนำมาใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ปรากฏว่ามีการยอมรับกันในหมู่นักวิชาการและนักศึกษาและได้มการทำการค้นคว้าวิจัยเพื่อค้นหาคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อผู้เรียนหลายประการ

ปรีชา จุลชัยวรกุล (2538 : 14) ได้รวบรวมคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นการลดปัญหาในชั้นเรียน ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนเอง เนื่องจากผู้เรียนมีพื้นฐานการเรียนที่ต่างกัน และระดับพื้นฐานการศึกษาที่ต่างกัน ผู้สอนจะได้มีเวลาว่างพอที่จะแนะนำ และกวดวิชาการเรียนได้มากยิ่งขึ้น

2. เป็นวิธีการสอนที่ดีกว่าหลาย ๆ วิธีในการเรียนการสอนปกติ และจัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนที่ดีเพราะสามารถสาธิตหรือแสดงในสิ่งที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนได้ดีกว่าสื่อชนิดอื่น ๆ

3. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนทำให้การสอนมีคุณภาพและมาตรฐานเดียวกันตลอดเวลาถึงแม้จะต่างเวลาและต่างสถานที่กันก็ตาม เป็นการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคลที่ ประสิทธิภาพดีที่สุดในสภาพปัจจุบัน เมื่อคำนึงถึงมาตรฐานเป็นเกณฑ์

4. สามารถให้แรงเสริม (Reinforcement) ได้อย่างรวดเร็วตรงไปตรงมา ด้วยความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้รับรู้และได้ตอบกับคุมพิวเตอร์ในบทเรียนนั้น ๆ ด้วยความสนุกสนาน ตื่นเต้นตลอดเวลา ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5. ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน ลดความจำเป็นในการใช้ผู้สอนที่ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญเฉพาะอย่าง ลดความจำเป็นในการเสี่ยงอันตรายในการทดลองที่จะเกิดอันตรายได้ง่าย

6. เป็นการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการเรียนการสอนการวางแผนหลักสูตร การประเมินผลการเรียนการสอน

7. ให้ความสะดวกต่อผู้เรียนให้มีสิทธิเลือกเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน

8. ผู้เรียนสามารถรับรู้ผลการเรียนของตนเองได้ด้วยตนเองตลอดเวลาที่เรียนกับคอมพิวเตอร์

9. เป็นการเปิดโอกาสให้กับผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกเนื้อหาที่ตนเองต้องการเรียนรู้และเลือกรูปแบบโปรแกรมที่ตนเองถนัดและต้องการ

10. เป็นการนำเสนอบทเรียนที่มีประสิทธิภาพให้มีการเรียนรู้ทีละน้อยจากง่ายไปหายาก และผู้เรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างจริงจัง เพราะไม่สามารถเปิดไปดูคำเฉลยล่วงหน้าก่อนได้

11. เป็นการเสนอบทเรียนลักษณะการสอนซ่อมเสริมได้ตลอดเวลาเพราะเมื่อผู้เรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดหรือข้อทดสอบได้ผ่านเกณฑ์ที่โปรแกรมกำหนดไว้ คอมพิวเตอร์ก็จะนำเสนอบทเรียนซ้ำอีก หรือเสนอบทเรียนในลักษณะอื่นที่กำหนดไว้ในโปรแกรมจนกว่าผู้เรียนจะเรียนรู้จนผ่านจุดประสงค์ในแต่ละจุดประสงค์นั้น ๆ

Hall (1982 : 326) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครูผู้สอนไว้ดังนี้

1. ลดชั่วโมงการสอนเพื่อจะได้ปรับปรุงการสอน
2. ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน
3. มีเวลาศึกษาตำรา งานวิจัย และพัฒนาความสามารถให้มากยิ่งขึ้น
4. ช่วยการสอนในชั้นเรียน สำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน
5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมสำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษา
6. เพิ่มวิชาสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักศึกษา
7. ช่วยพัฒนาทางวิชาการ
8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตรตามหลักวิชาการ
9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนได้เท่าที่จะเป็นได้ เช่น จัดนิทรรศการ การฝึกหัดดนตรี ช่วยแก้ไขปัญหาของผู้เรียนเกี่ยวกับสถาปัตยกรรม

นอกจากนี้ Hall (1982 : 326) ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการสอนไว้ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีแบบแผน สามารถตรวจสอบและเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพสูงสำหรับผู้เรียน
2. ช่วยพัฒนาความก้าวหน้าของการเรียน ข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนนั้นจะถูกนำมาปรับปรุงหลักสูตร
3. ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอน
4. หลักสูตรที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถส่งเสริมการสอนได้

2.2.9 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2536 : 138-139) ได้รวบรวมข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลา และความสามารถ และครูผู้รู้เนื้อหาวิชาแต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ยังคงต้องพบอุปสรรคอยู่

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนเนื้อหาบางเนื้อหาในระดับขั้นสูง ๆ ของ Cognitive Domain ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึง Affective Domain และ Psychomotor Domain ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้น

3. เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเกิดขึ้นแล้วกับบางสังคมทำให้ความกระตือรือร้น และแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ลดลงบางครั้งให้ผลตรงข้ามผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์อีกต่อไป

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องมากกว่าผู้สอน หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนเดียวกัน

5. ผู้เรียนบางประเภทโดยเฉพาะในกลุ่มใหญ่ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้น หรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะมีหลักการในการออกแบบให้เรียนเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลง แต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่และฐานข้อมูลต่าง ๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องถิ่นชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

7. ในประเทศไทย ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจน Programmer จะสร้างงานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขาย ซอฟต์แวร์ จะมีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน น้อยเมื่อเทียบกับ ซอฟต์แวร์ ทางด้านธุรกิจ

8. ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังมากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไป แต่ผลกลับคืนที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวังและธรรมชาติของการนำ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ประกอบด้วยปัจจัยอื่น ๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเริ่มต้นก็จะให้สัดส่วนของการลง

ทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่ต้องการจ่ายเงินลงทุนกับการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. โปรแกรมที่ออกแบบใช้เพื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่ Programmer จะสามารถทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบที่ผู้สร้าง Program ได้ทำไว้

10. ปัญหาทางด้านเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบการเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่าง ๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลง กลไกการตลาดทำให้ผู้ใช้ได้สอนค้าด้อยคุณภาพทั้ง ๆ ที่จ่ายไปในราคาคุณภาพ นอกจากนี้ Program ที่ออกวางขายและอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนา Program ที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

2.3 หลักจิตวิทยาในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนขึ้นอยู่กับกระบวนการวางเงื่อนไขที่ถือเอาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้า กับการตอบสนองเป็นหลักสิ่งเร้าจะเป็นอะไรก็ได้ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาต่ออินทรีย์ การตอบสนองย่อมหมายถึงปฏิกิริยาของอินทรีย์ต่อสิ่งเร้าอาจเป็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่มีผลต่อการเรียนได้ดังนี้

สิ่งเร้าในรูปคำถามของบทเรียนโปรแกรม ⟶ การตอบสนองในรูปของคำตอบ

ภาพที่ 2.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้เรียน

สกินเนอร์เป็นผู้วางพื้นฐานการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรงโดยเสนอในรูปของหนังสือเนื่องจากเป็นเครื่องช่วยสอนทีมีราคาถูกบทเรียนที่สร้างขึ้นต้องประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ ของความรู้เป็นกรอบจำนวนมากโดยเพิ่มพูนความรู้เป็นขั้นตอนทีละน้อยเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเองอย่างมั่นใจ

John Dewey (1940) [Internet] เสนอทฤษฎีประสบการณ์โดยเน้นว่า "กุญแจสำคัญที่จะไขไปสู่ความรู้และความเจริญงอกงามของบุคคลในด้านต่าง ๆ คือ การเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by Doing) และบุคคลจะสามารถปรับชีวิตให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ด้วยการใช้ประสบการณ์เข้าเกื้อหนุน" และมีหลักการคือกำหนดจุดมุ่งหมายการศึกษาจากเอกภาพของเอกัตบุคคลและเอกภาพของภาวะทางการศึกษาตามกาลเทศะที่จะก่อให้เกิดสภาพแห่งการศึกษาขึ้นโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามแบบวิทยาศาสตร์และเน้นหลักประสบการณ์สัมพันธ์กับหลักความต่อเนื่อง ดิวอี้ มีชื่อเสียงมากในฐานะนักปฏิรูปการศึกษาปฏิบัติและผู้นำกลุ่มปรัชญาพิพัฒนาการ (Progressivism) ซึ่งมีอิทธิพลต่อการศึกษาแนวใหม่

Edward L. Thorndike (1949) [Internet] เสนอ "ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory)" ว่าการเรียนรู้ของมนุษย์จะเกิดขึ้นได้ด้วยการสร้างสิ่งเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่เหมาะสมกันและการเรียนรู้ที่มีประสิทธภาพนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของกฎ 3 ประการ คือกฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎแห่งความพอใจ (Law of effect) และกฎแห่งการฝึกฝน (Law of Exercise) โดย

1) ครูควรพิจารณาความพร้อมของผู้เรียนเสียก่อน
2) ครูควรใช้เทคโนโลยีทางการสอนเป็นเครื่องจูงใจ
3) ครูควรกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียนให้เกิดขึ้นและกำหนดเรื่องที่จะให้เรียนลงไปเสียก่อน
4) การเรียนรู้ใด ๆ ย่อมเป็นผลจากความสามารถปรับปรุงพฤติกรรมที่ได้แสดงออกและการรู้ผลการกระทำของตนในทางที่ถูกต้อง
5) ครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนอยู่เสมอเพื่อเน้นย้ำสิ่งที่เรียนนั้นให้เข้าใจยิ่งขึ้นจำได้นานและมีความชำนาญ

B.F.Skinner (1900) [Internet] "ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการปฏิบัติ (Operant conditioning)" เขาเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเองเนื่องจากพฤติกรรมของคนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบการกระทำ (Operant Learning) และการเสริมแรง (Reinforcement) สิ่งสำคัญที่ทำให้คนแสดงพฤติกรรมตอบสนองโดยอาศัยสิ่งเร้าภายในเป็นตัวกระตุ้นเพื่อสนองความต้องการของตนเองทำให้มีการพัฒนาการสอนแบบโปรแกรมและเครื่องช่วยสอนขึ้นโดยมีหลักการในการศึกษา คือ

1) การปรับปรุงการศึกษาจะต้องมุ่งเน้นกระบวนการเรียนมากกว่ามุ่งผลการเรียนเพียงอย่างเดียว
2) การเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียน

3) ควรใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการเรียนการสอนเพราะสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจและเข้าใจบทเรียนดีขึ้น
4) ควรเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและความพร้อมของผู้เรียน
5) ควรจะเสริมแรงเมื่อนักเรียนทำดีและตักเตือนเมื่อทำไม่ดี
6) ควรให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที
7) ควรจะจัดประสบการณ์ให้เป็นระเบียบและต่อเนื่องมีความสอดคล้องความสามารถของผู้เรียน
8) ควรส่งเสริมบรรยากาศเรียนแบบอิสระให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเอง (Self-management) และพึ่งพาตนเอง (Self-reliance)

2.4 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521 : 134) ได้กล่าวถึงแนวทางการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ไว้ดังนี้

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมตรงกับภาษาอังกฤษคำว่า "Development testing" หมายถึงการนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (try out) เพื่อปรับปรุงแล้วก็นำไปสอนจริง (trial run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว จึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ซึ่งแนวทางดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์ (2528 : 214-215) ได้กล่าวถึงการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อว่า ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทดลองกับผู้เรียนแบบ 1 : 1 โดยทดลองใช้กับผู้เรียน 1 คนที่มีระดับความสามารถอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. ทดลองกับผู้เรียนเป็นกลุ่ม แบบ 1:10 ตั้งแต่ 6-10 คน ทั้งผู้เรียนที่เก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

4. ทดลองภาคสนาม แบบ 1:100 เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น 40-100 คน หาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5 %

2.4.1 ความจำเป็นที่ต้องหาประสิทธิภาพ

ชุดฝึกอบรมใด ๆ ก็ตาม เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อเป็นการประกันว่าจะมีคุณภาพจริง ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2521 : 134) ได้ให้เหตุผลถึงความจำเป็นที่ต้องมีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนหรือชุดการสอนที่สร้างขึ้น ดังนี้

1. เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของบทเรียน หรือชุดการสอน ว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะที่จะลงทุนผลิตเป็นจำนวนมาก

2. ช่วยทำให้ผู้ที่นำบทเรียน หรือชุดการสอนไปใช้ เกิดความมั่นใจว่าบทเรียนหรือชุดการสอนนั้น มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้จริง

3. ช่วยให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในบทเรียน หรือชุดการสอนเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน เวลาและงบประมาณในการเตรียมต้นแบบ

2.4.2 การกำหนดเกณฑ์หาประสิทธิภาพ

สื่อการสอนที่ผลิตได้ดังกล่าวแล้ว มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องนำไปทดสอบ หาประสิทธิภาพของสื่อ เพื่อเป็นหลักประกันได้ว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิผลในการเรียนการสอนโดยจะต้องมีเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อซึ่งได้ จากการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง ซึ่งเป็นกระบวนการกับพฤติกรรมขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นผลลัพธ์ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อเป็น $E_1 : E_2$ ซึ่งหมายความว่า จะต้องกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ ของผลการสอนหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด (E_1)

ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์ (2528 : 214) ได้ให้สูตรการคิดค่า $E_1 : E_2$ โดยวิธีคำนวณค่าทางสถิติดังนี้ คือ

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} X100$$

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในสื่อ

$\sum_X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำงาน หรือประกอบกิจที่มอบหมาย

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นมารวมกัน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} X100$$

E_2 = ประสิทธิภาพของชุดการสอนในการเปลี่ยนพฤติกรรมผู้เรียน

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำงาน หรือประกอบกิจที่มอบหมาย

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นมารวมกัน

การที่จะกำหนดเกณฑ์มาตรฐานให้มีค่าเท่าใดนั้น กำหนดให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ ซึ่งโดยปกติในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อนิยมตั้งไว้ 90 : 90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติไม่ต่ำกว่า 80 : 80

จากเกณฑ์ประสิทธิภาพดังกล่าว ผู้วิจัยได้เลือกเกณฑ์มาตรฐาน 80 : 80 เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กล่าวคือ

80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ผู้รับการอบรมทุกคนทำได้ จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนที่ผู้รับการอบรมทุกคนทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.3 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

จากผลงานการวิจัยของ ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์ (2528 : 215) อธิพร ศรียมก (2525 : 246-252) ได้กล่าวถึงการยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมว่า

เมื่อทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนแล้วสามารถประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ได้ แล้วนำประสิทธภาพของชุดการสอนที่หาได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือว่า ค่าแปรปรวน 2.55% ประสิทธิภาพของชุดการสอนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5% แต่โดยปกติเราจะกำหนดไว้ว่า 2.5% ถ้าตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90:90 เมื่อเรานำชุดการสอนไปทดลองสอนนั้น มีประสิทธิภาพ 87.5:87.5 เราก็สามารถยอมรับได้ว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ

2.4.4 การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนมี 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของสื่อสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5%
2. เท่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของสื่อเท่ากันหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

2.5 หลักการสร้างแบบทดสอบ

2.5.1 ความหมาย

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2524 : 141) ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า หมายถึงชุดของคำถามที่สร้างอย่างมีระบบ ใช้วัดพฤติกรรมของนักเรียน อาจจะวัดทางสมอง (Cognitive domain) ทางอารมณ์ (Affective domain) และทางด้านของความเคลื่อนไหวทางร่างกาย (Psychomotor domain) ก็ได้

เกษม สาหร่ายทิพย์ (2531 : 32) ให้ความหมายของแบบทดสอบหมายถึงชุดของคำถามรายการหรืองานใดๆ ที่ใช้เป็นสิ่งเร้าในการกระตุ้น หรือชักนำให้ผู้ถูกสอบหรือผู้เรียนได้แสดงคุณลักษณะ คุณสมบัติ พฤติกรรมและสิ่งต่าง ๆ ตามจุดประสงค์ของการทดสอบ

ครอนบาค (Cronbach. 1970 : 21) ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า หมายถึงกระบวนการอย่างมีระบบ วิธีใดวิธีหนึ่ง สำหรับเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป

จากความหมายของแบบทดสอบพอสรุปได้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดคำถามที่สร้างเพื่อกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่สังเกต และวัดผลออกมา

2.5.2 ลักษณะของข้อสอบที่ดีมี 10 ข้อ ดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์. 2541:91-92)

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดเนื้อหาที่ต้องการวัดได้ครบถ้วนและวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายของการวัด

2. เชื่อมั่นได้ (Reliability) แบบทดสอบที่เชื่อมั่นได้ หากนำมาใช้สอบวัดกับกลุ่มเดิมในเวลาใกล้เคียงกัน ผลจากการวัดจะเหมือนเดิม หรือใกล้เคียงกับเดิม จะเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

3. มีความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึงคำถามที่มีความชัดเจน 3 ประการคือ คำถามอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และแปรความหมายของคะแนนได้ตรงกัน

4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) หมายถึงข้อสอบที่ไม่ยาก หรือง่ายเกินไป ข้อสอบที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบแทนได้ด้วยค่า p ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า p อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 ซึ่งหมายถึงข้อสอบที่ไม่ยากเกินไป และไม่ง่ายเกินไป แต่มีความยากง่ายอยู่ระหว่างค่อนข้างยาก ปานกลาง และค่อนข้างง่าย

5. จำแนกได้ (Discrimination) หมายถึงข้อสอบที่สามารถแบ่งแยกผู้สอบออกเป็นคนเก่ง และคนอ่อนได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ คนเก่งจะตอบข้อนั้นถูก ส่วนคนอ่อนจะตอบข้อนั้นผิด ถ้าข้อใดคนเก่งตอบผิด แต่คนอ่อนตอบถูก แสดงว่าข้อนั้นจำแนกกลับ แต่ถ้าทั้งคนเก่งและอ่อนตอบถูก หรือผิดพอ ๆ กัน แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นจำแนกไม่ได้ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแทนได้ด้วยค่า r ค่า r มีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 ข้อสอบที่มีค่า r บวก หมายความว่าจำแนกได้โดยคนเก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อที่มี r เป็นเครื่องหมายลบ แสดงว่าจำแนกกลับ เพราะคนเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน ข้อที่มีค่าเป็นศูนย์ หรือค่าใกล้ศูนย์ (ค่า r อยู่ระหว่าง -.19 ถึง +.19) แสดงว่าจำแนกไม่ได้ เนื่องจากคนเก่งกับคนอ่อนตอบถูกพอ ๆ กัน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า r อยู่ระหว่าง .20 ถึง 1.00

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือข้อสอบที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสอบได้ถูกต้องที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องแคล่ว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อย และใช้แรงงานน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) คือไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบ เสียเปรียบกันระหว่างผู้สอบด้วยกัน

8. ถามลึก (Searching) หมายถึงข้อสอบที่ดีต้องถามให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ยั่วยุ (Examplary) หมายถึงข้อสบที่มีลักษณะท้าทายให้ผู้สอบอยากคิด อยากตอบ และทำข้อสอบด้วยความเต็มใจ

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) หมายถึงไม่ถามกว่างเกินไปหรือถามคลุมเคลือให้คิดได้หลายแง่ หลายมุม

2.5.3 ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 95-118) กล่าวถึง ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ให้มีคุณภาพ ต้องคำนึงถึงความครอบคลุมเนื้อหาและใช้คำถามที่ดีแล้ว จำเป็นต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรประกอบด้วย กล่าวคือ ต้องพยายามเขียนคำถามวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ให้สอบคล้องกับจุดมุ่งหมายของรายวิชานั้น ๆ ด้วย ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 6 ชนิด คือ

1. **ความรู้ – ความจำ** (Knowledge) หมายถึงบรรดาข้อเท็จจริง หรือรายละเอียดของเรื่องราว การกระทำ อันเป็นประสบการณ์ของบุคคลซึ่งสะสมและถ่ายทอดสืบต่อไป ความจำ คือความสามารถของบุคคลในการเก็บรักษาไว้ซึ่งความรู้หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เคยพบเห็นมา การวัดความรู้ความจำจึงเป็นการวัดความสามารถในการระลึก (recall) เรื่องราว ข้อเท็จจริงหรือประสบการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นการวัดการระลึกประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนได้รับจากคำสอน การบอก

กล่าว การฝึกฝนของผู้สอน รวมทั้งจากตำรา จากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ด้วย คำถามวัดความรู้ความจำแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 ความรู้ในเนื้อเรื่อง (knowledge of specifics) เป็นการถามรายละเอียดของเนื้อหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ ของเรื่องราวทั้งหลาย แบ่งคำถามที่ใช้วัดออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1.1 ศัพท์และนิยาม (terminology) ได้แก่คำถามเกี่ยวกับความหมายของคำ คำศัพท์ คำนิยาม คำจำกัดความต่าง ๆ คำถามประเภทนี้มักจะถามสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

- ถามชื่อ
- ถามคำแปล หรือ ความหมาย หรือ ความหมายที่ตรงกันข้าม
- ถามตัวอย่าง
- ถามนิยาม คำจำกัดความ อักษรย่อ

1.1.2 กฎและความจริง(specific facts) ได้แก่คำถามที่ถามเกี่ยวกับ สูตร กฎ เรื่องราว ข้อเท็จจริง ใจความหรือรายละเอียดของเนื้อหาต่าง ๆ คำถามประเภทนี้มักถามเกี่ยวกับ

- สูตร กฎหรือทฤษฎี
- ความจริงเกี่ยวกับเรื่องราว หรือเนื้อเรื่อง
- จำนวน ปริมาณ ขนาด
- สถานที่
- เวลา วันที่ เดือน ปี
- คุณสมบัติ หน้าที่ ความสำคัญ
- วัตถุประสงค์
- สาเหตุและผล
- ประโยชน์และโทษ

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (knowledge of ways and means of dealing with specifics) เป็นการถามวิธีการปฏิบัติต่าง ๆ แบบแผนประเพณีขั้นตอนของการปฏิบัติทั้งหลาย แบ่งคำถามที่ใช้ถามออกเป็น 5 ประเภท คือ

1.2.1 เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (conventions) ได้แก่การถามเกี่ยวกับวิธีประพฤติปฏิบัติตามระเบียบประเพณีหรือวัฒนธรรมของสังคม รวมทั้งแบบแผนการปฏิบัติในสิ่งต่าง ๆ ที่คนส่วนใหญ่นิยมปฏิบัติ คำถามชนิดนี้จะถามเกี่ยวกับ

- แบบแผน แบบฟอร์ม

- คำสุภาพ ราชาศัพท์
- ธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรม

1.2.2 เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (trends and sequences) ได้แก่คำถามเกี่ยวกับขั้นตอนของการปฏิบัติและการหาความเอนเอียงหรือแนวโน้มของสิ่งที่จะเป็นไป คำถามแบบ มันจะถามเกี่ยวกับ

- ลำดับขั้นหรือขั้นตอนในการปฏิบัติ
- ลำดับเวลาของเหตุการณ์หรือเรื่องราว

1.2.3 เกี่ยวกับการจัดประเภท (classifications and categories) ได้แก่ การถามความสามารถในการจำแนกแจกแจงชนิด การจัดหมวดหมู่หรือประเภทของสิ่งของ เรื่องราว โดยยึดกฎเกณฑ์ หรือวิธีการอย่างหนึ่งอย่างใดเป็นหลัก คำถามชนิดนี้มักจะถามเกี่ยวกับ

- ชนิดหรือประเภท
- สิ่งที่อยู่ในประเภทหรือกลุ่มเดียวกัน
- สิ่งที่แตกต่างจากกลุ่ม

1.2.4 เกี่ยวกับเกณฑ์ (criteria) ได้แก่คำถามเกี่ยวกับความสามารถในการจดจำหลักเกณฑ์ต่าง ๆ หรือข้อกำหนดที่ยึดเป็นหลักสำหรับการพิจารณาวินิจฉัยข้อเท็จจริง การกระทำ หรือ เรื่องราวต่าง ๆ ว่าคืออะไร ใช้สำหรับตัดสินสิ่งใด คำถามประเภทนี้มักจะถามถึง

- ลักษณะ หรือคุณสมบัติที่ใช้พิจารณาหรือชี้ขาด
- เปรียบเทียบข้อแตกต่าง

1.2.5 เกี่ยวกับวิธีการ (methodology) ได้แก่การถามวิธีปฏิบัติหรือกรรมวิธีต่าง ๆ ที่จะทำให้ได้ผลลัพธ์หรือเกิดผลตามที่ต้องการ โดยถามถึงวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย จนทำให้ได้ผลที่มีประสิทธิภาพ คำถามชนิดนี้มักถามเกี่ยวกับ

- วิธีปฏิบัติ
- แนวทางการแก้ปัญหา
- การเปรียบเทียบหรือเลือกวิธีที่เหมาะ

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (knowledge of the universals and abstractions in field) เป็นการถามความสามารถในการจดจำข้อสรุปหรือหลักการของเรื่องที่เกิดจากการผสมผสานหาลักษณะร่วม เพื่อรวบรวมและย่นย่องลงมาเป็นหลักหรือหัวใจของเนื้อหานั้น ๆ คำถามความรู้รวบยอดมี 2 ชนิดคือ

1.3.1 เกี่ยวกับหลักการวิชาและการขยาย (principles and generalizations) ได้แก่การถามสาระสำคัญ ๆ ของเรื่องที่ได้มาจากการสรุปลักษณะปลีกย่อยหรือรายละเอียดต่าง ๆ พร้อมทั้งความสามารถในการนำหลักเหล่านั้นไปสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสิ่งอื่น คำถามประเภทนี้มักจะถามเกี่ยวกับ

- หลักสรุป
- การขยายหลักไปสู่สภาพอื่น

1.3.2 เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (theories and structures) ได้แก่การถามความสามารถในการโยงความสัมพันธ์จากรายละเอียดหรือหลักวิชาต่าง ๆ มาลงสรุปเป็นเนื้อหาสาระสำคัญจนตั้งเป็นเกณฑ์ ทฤษฎี หรือ โครงสร้างที่มีลักษณะร่วมกัน แนวคำถามมักจะถามเกี่ยวกับ

- ลักษณะร่วม
- หลักวิชาที่ยึดถือร่วมกัน

2. **ความเข้าใจ** (comprehension) หมายถึงความสามารถในการนำความรู้ความจำไปดัดแปลง ปรับปรุงเพื่อให้สามารถจับใจความอธิบาย หรือ เปรียบเทียบ ย่นย่อเรื่องราว ความคิดข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทั้งยังสามารถอธิบายและเปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะและสภาพคล้ายคลึงเป็นทำนองเดียวกับของเดิมได้ บุคคลที่มีความเข้าใจในสิ่งใด จะสามารถแปลความหมายหรือตีความหรือขยายความเกี่ยวกับสิ่งนั้นได้ คำถามที่ใช้วัดความเข้าใจแบ่งออกได้ 3 ชนิดคือ

2.1 การแปลความ (translation) ได้แก่คำถามที่ให้อธิบายความตามลักษณะและนัยของเรื่องราวต่าง ๆ โดยให้แปลงเรื่องราวเดิมออกมาเป็นคำพูดใหม่ ลักษณะใหม่ตามเลศนัยเดิม คำถามแบบนี้มักถามเกี่ยวกับ

- แปลความหมายคำ กลุ่มคำ ประโยค ข้อความ
- แปลภาพ สัญลักษณ์ ตาราง กราฟ
- การยกตัวอย่าง
- การเปรียบเทียบ เปรียบเปรยต่าง ๆ

2.2 การตีความ (interpretation) เป็นการถามความสามารถในการโยงความสัมพันธ์ของรายละเอียดต่าง ๆ ของเรื่องราว เพื่อนำมาอธิบาย เรียบเรียง บันทึกในแง่มุมใหม่ ทั้งนี้จะต้องอาศัยการค้นหาเปรียบเทียบทั้งรายละเอียดและสิ่งที่เป็นเงื่อนงำต่าง ๆ เพื่อแปลความหมาย แล้วนำสิ่งที่แปลความได้นั้นมาเปรียบเทียบพิจารณาต่ออีกขั้นหนึ่ง การถามให้ตีความหมายมักจะถามเกี่ยวกับ

- ตีความเรื่อง
- ตีความข้อเท็จจริง

2.3 การขยายความ (extrapolation) เป็นการถามความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือสภาพในปัจจุบันไปพยากรณ์หรือขยายความคิด คาดคะเนข้อเท็จจริงหรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่ไกลจากที่เป็นอยู่อย่างสมเหตุเข้าใจในแง่การขยายความอาจจะให้เรื่องราว เหตุการณ์ หรือข้อเท็จจริงทั้งไปให้ไกล ไปข้างหน้าและข้างหลังหรือเบื้องหลัง จึงมักถามเกี่ยวกับ

- การคาดคะเน พยากรณ์แนวโน้ม ความคิด
- การขยายความแบบสมมุติ

3. **การนำไปใช้** (application) หมายถึงความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจ ที่มีในเรื่องราวข้อเท็จจริง วิธีการ ต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน การนำไปใช้จัดเป็นความสามารถขั้นสูงกว่าความจำ ความเข้าใจ โดยต้องสามารถที่จะนำความจำและความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ไม่ว่าจะเป็นสูตร กฎ ทฤษฎีหรือรายละเอียดทั่ว ๆ ไป ไปใช้แก้ปัญหาที่มีลักษณะผิดแผนแตกต่างจากที่เคยพบเห็นมา คำถามที่ใช้ถามความสามารถในการนำไปใช้ มักจะถามเกี่ยวกับสิ่งต่อไปนี้

- การนำหลักวิชาไปแก้ปัญหา หรือไปใช้เป็นหลักปฏิบัติ
- การนำความรู้ไปอธิบายหลักวิชา หรือยกตัวอย่าง
- การถามเหตุผลของการปฏิบัติ

4. **การวิเคราะห์** (analysis) หมายถึงความสามารถในการแยกหารายละเอียด หาประเด็นของเรื่องราว เหตุการณ์ การกระทำ ความคิด ความจริงต่าง ๆ เพื่อนำมาพิจารณาไตร่ตรอง เปรียบเทียบ หาสาระหรือแก่นสารหลักการ ความเกี่ยวโยง หรือหามูลเหตุหรือต้นกำเนิดของสิ่งนั้น ๆ ลักษณะของการวิเคราะห์ก็คือการใช้วิจารณญาณเพื่อไตร่ตรองนั่นเอง คำถามประเภทนี้แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ (analysis of elements) เป็นคำถามที่ต้องการให้เด็กค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราว ความคิด การกระทำหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ คำถามแบบนี้มักจะถามเกี่ยวกับ

- องค์ประกอบที่สำคัญ
- วัตถุประสงค์
- สาระสำคัญ หัวใจของเรื่อง (main idea)
- สาเหตุ ต้นกำเนิด

4.2 **วิเคราะห์ความสัมพันธ์** (analysis of relationships) **เป็นคำถามเกี่ยวกับการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะต่าง ๆ ของเรื่อง ของเหตุการณ์ ว่าพาดพิง เกี่ยวโยงกันอย่างไร มากน้อยเพียงใด รวมทั้งผลที่เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ลักษณะคำถามมักถามเกี่ยวกับ**

- ความสอดคล้องสัมพันธ์
- ความขัดแย้งกัน
- เหตุและผลที่ตามมา (cause and effect)

4.3 **วิเคราะห์หลักการ** (analysis of principles) **เป็นการวัดความสามารถเค้าเงื่อน หลักที่ยึดถือเทคนิค ระเบียบวิธี โครงสร้าง ของเรื่องราว ความคิด คำพูด คำถามแบบนี้มักจะถามในลักษณะต่อไปนี้**

- ถามโครงสร้าง
- ถามหลักหรือวิธีการที่ยึดถือ

5. **การสังเคราะห์** (synthesis) หมายถึงความสามารถในการรวบรวม ผสมผสานสิ่งต่าง ๆ เช่น สิ่งของ ข้อเท็จจริงรายละเอียด ความคิด เพื่อนำมาผลิตหรือทำให้เป็นสิ่งใหม่ หรือเพื่อหาข้อสรุปเป็นข้อยุติ การวัดความสามารถในด้านการสังเคราะห์ มีคำถามอยู่ 3 แบบ คือ

5.1 **สังเคราะห์ข้อความ** (production of a unique communication) เป็นการวัดความสามารถในการแสดงการสื่อสารเพื่อเสนอความคิด เรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยข้อความ ภาพ การพูด ลักษณะดังกล่าวก็คือการผลิตข้อความบทประพันธ์ การเขียนภาพ การพูด การวัดความสามารถดังกล่าว นิยมใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติเป็นหลักหรือใช้ข้อสอบข้อเขียนแบบความเรียง (essay type) เพราะจะช่วยให้การวัดเที่ยงตรงกว่าแบบอื่น ๆ ลักษณะคำถามประเภทนี้มักจะเกี่ยวกับ

- ให้แต่งบทประพันธ์
- ให้แต่งเรื่องราวต่าง ๆ หรือการเรียงความ
- ให้วาดภาพโดยจำลองความคิดของตน (ไม่ใช่ภาพเหมือนตัวอย่าง)
- ให้อภิปราย เล่าเรื่อง

สังเคราะห์แผนงาน (production of a plan or proposed set of operations) เป็นการวัดความสามารถในการผลิตโครงการ แผนปฏิบัติหรือการวางแผนกิจกรรมการงานต่าง ๆ ว่าจะต้องกระทำอย่างไร ต้องตระเตรียมสิ่งใด มีขั้นตอนการปฏิบัติอย่างไร ต้องเตรียมแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้อย่างไร ดังนั้น คำถามชนิดนี้จึงนิยมถามแบบเดียวกับการสังเคราะห์ข้อความ คือใช้วิธีให้เด็กเขียนโครงการต่าง ๆ ออกมา หรือใช้วิธีบรรยายถึงแผนการต่าง ๆ ลักษณะคำถามจึงมักถามเกี่ยวกับ

- การเสนอแผนการ
- การวางแผนกิจกรรม
- ขั้นตอนการปฏิบัติ และปัญหาที่อาจมีรวมทั้งวิธีแก้ไข

5.3 สังเคราะห์ความสัมพันธ์ (derivation of a set of abstract relation) เป็นคำถามที่วัดความสามารถในการเก็บรวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อนำมาเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ตรวจสอบ หาข้อยุติหรือลงสรุป โดยการเชื่อมโยงรายละเอียดเหล่านั้น ลักษณะดังกล่าวคือความสามารถในการริเริ่มสร้างสรรค์นั่นเอง คำถามที่นิยมใช้กันมักจะเป็น ดังนี้

- นำรายละเอียดมาตั้งสมมุติฐานใหม่
- เชื่อมโยงความสัมพันธ์
- หาข้อสรุปหรือข้อยุติที่เหมาะสม

6. **การประเมินค่า** (evaluation) เป็นการวินิจฉัย ตีราคา เรื่องราว ความคิด การกระทำ เหตุการณ์ต่าง ๆ โดยการสรุปเป็นคุณค่าว่า ดี – เลว เหมาะ – ไม่เหมาะ อย่างมีหลักเกณฑ์ ดังนั้น คำถามที่วัดการประเมินค่าจึงเป็นคำถามที่ให้เด็กพิจารณาตัดสินสิ่งต่าง ๆ เช่น บทประพันธ์ ผลงาน ความคิดเห็น ตลอดจนเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าเหมาะสมหรือดีเลวหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยสามารถใช้คำถามได้ 2 แบบ คือ

6.1 อาศัยข้อเท็จจริงภายใน (judgments in terms of internal evidence) เป็นคำถามที่ให้ประเมินสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ข้อเท็จจริง รายละเอียด หลักการ หรือทฤษฎีต่าง ๆ เป็นเกณฑ์ในการตัดสินพิจารณา นั่นคือบรรดาเกณฑ์ที่นำมาใช้ตัดสินหรือประเมินนั้น เป็นเรื่องราวหรือเป็นความจริงตามเนื้อหาและหลักวิชาที่ปรากฏอยู่จริงการถามจึงมักจะให้ตัดสินหรือประเมินเกี่ยวกับ

- ความถูกต้องเหมาะสมของเรื่อง
- ประสิทธิภาพของวิธีการ
- คุณค่าของผลงาน
- ความสมเหตุสมผลของเรื่อง วิธีการ ความคิด

6.2 อาศัยเกณฑ์ภายนอก (judgments in terms of external criteria) เป็นคำถามที่ให้พิจารณาตัดสินสิ่งต่าง ๆ เช่นเดียวกับแบบนี้เพียงแต่เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาตัดสินนั้น เป็นเกณฑ์ที่ได้มาจากสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากข้อเท็จจริงหรือหลักวิชา ส่วนใหญ่เป็นเกณฑ์ที่เกี่ยวกับแบบแผนทางสังคม ลัทธิการปกครอง ค่านิยม คุณธรรมต่าง ๆ ที่เป็นบรรทัดฐานของคนส่วนร่วม คำถามประเภทนี้จึงมักให้ประเมินค่าเกี่ยวกับ

- ลักษณะโดยสรุปรวม
- การเปรียบเทียบความเหมาะสม ลักษณะเด่นและด้อย
- การตัดสินตามมาตรฐาน

สรุป

การวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการตรวจสอบระดับความรู้ ความสามารถของผู้เรียนอันเป็นผลมาจากการสอนฝึกฝน ของผู้สอน จึงเป็นการวัดผลการเรียนที่จะตอบคำถามให้ได้ว่าเด็กเรียนมาแล้วรู้เท่าไร การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติและข้อสอบผลสัมฤทธิ์การวัดความเสมอภาคด้านนี้ ต้องคำนึงถึงเนื้อหา (content) และพฤติกรรม (behavior) ของผู้เรียนควบคู่กันไป โดยต้องควบคู่กันไป โดยต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรงของข้อสอบเป็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อสอบที่ใช้ต้องสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และ การประเมินค่าได้อย่างแท้จริง

2.5.4 การวิเคราะห์หลักสูตร

นิภา เมธาวีชัย (2536 : 51-56) กล่าวถึงการวิเคราะห์หลักสูตรไว้ว่า เป็นวิธีการศึกษาและวิเคราะห์จุดมุ่งหมายทั่วไปของเนื้อหาวิชาแต่ละรายวิชา โดยแปลจุดมุ่งหมายทั่วไปเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมแล้วสร้างตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชา และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ตารางที่ได้เรียกว่า ตารางวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งผู้สอนต้องดำเนินการก่อนทำการสอนเพื่อเป็นแนวทางว่าจะสอนอะไร และออกข้อสอบอย่างไรจึงจะสอดคล้องกัน

หลักสูตร (Curriculum) หมายถึง กิจกรรม และประสบการณ์ทั้งมวล ที่จัดให้กับผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 ประการ คือ

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)
2. กิจกรรมด้านการสอน (Instructional Activities)
3. งานประเมินผล (Assessment Tasks)

งานทั้ง 3 ส่วนนี้จะต้องสอดคล้องกันและปฏิบัติไปในแนวทางเดียวกัน นั่นคือเมื่อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้เกิดแก่นักเรียนอย่างไร ต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมนั้น การวัดผลและประเมินผล ก็จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้วย

จุดประสงค์ของหลักสูตร แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. จุดประสงค์ทั่วไป (General Objectives) เป็นจุดประสงค์ที่เขียนไว้อย่างกว้าง ๆ เพื่อตอบสนองทุกสภาพของท้องถิ่นในประเทศ เช่น ต้องการให้นักเรียนมี "ความรู้" เรื่องอะไร มี "ความเข้าใจ" อย่างไร คำเหล่านี้มีความหมายไม่ชัดเจน ยากที่ผู้สอนจะปฏิบัติได้ตรงกัน

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) เป็นจุดประสงค์ที่เขียนไว้อย่างเฉพาะเจาะจง และระบุถึงพฤติกรรมหรือการกระทำที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน เช่น นักเรียน "อธิบาย" ลักษณะของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมได้ นักเรียน "ตัดเสื้อ" สำหรับเด็กอ่อนได้ ฯลฯ

จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการศึกษา คือ ต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่พึงประสงค์ พฤติกรรมเหล่านี้จำแนกออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นพฤติกรรมทางด้านสมองในการคิด (Thinking) การจำ หรือการสร้างสิ่งใหม่ ๆ บลูม และคณะ ได้จำแนกพฤติกรรมทางด้านนี้ออกเป็น 6 ระดับ คือ

1. ความรู้ – ความจำ (Knowledge) คือ ความสามารถในการจดจำเรื่องราว และระลึกได้ถึงประสบการณ์ทั้งหมดที่ได้รับรู้มา

พฤติกรรม : บอก อ่าน เขียน บรรยาย เรียกชื่อ จับคู่ ให้นิยาม เลือก

2. ความเข้าใจ (Comprehension) คือ ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความเรื่องราว และเหตุการณ์ต่าง ๆ

พฤติกรรม : แปล สรุป ทำนาย ตีความ ขยายความ เปลี่ยนรูป บอกความแตกต่าง

3. การนำไปใช้ (Application) คือ ความสามารถในการนำประสบการณ์ที่ได้รับมาไป แก้ปัญหาใหม่ที่พบได้

พฤติกรรม : แก้ปัญหา ใช้ ทดลอง คำนวณ สาธิต ปฏิบัติการ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) คือ ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราว ข้อเท็จจริง หรือเหตุการณ์ และบอกความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของเรื่องราวต่าง ๆ ได้

พฤติกรรม : จำแนก ให้เหตุผล จัดประเภทตามหลักการ คัดเลือก ชี้ให้เห็นความแตกต่าง หาความสัมพันธ์

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) คือ ความสามารถในการรวมส่วนย่อยเป็นเรื่องราวใหม่ โดยใช้สิ่งเดิมมาดัดแปลงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม (ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์)

พฤติกรรม : แต่งเรื่อง เขียนโครงสร้าง ออกแบบ ผลิต วางแผน ประดิษฐ์

6. การประเมินค่า (Evaluation) คือ ความสามารถในการตัดสิน ตีราคา โดยอาศัยเกณฑ์ (Criterion) หรือ มาตรฐาน (Standard) ที่วางไว้

พฤติกรรม : วิจารณ์ ตัดสิน เปรียบเทียบ ให้เกณฑ์ พิจารณา โต้แย้ง สรุปความ

2.5.5 การสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 59-61) กล่าวถึง การสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรไว้ว่า เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมต่าง ๆ ตามจุดมุ่งหมาย กับเนื้อหาวิชาของรายวิชานั้น สร้างได้โดย

1. หาน้ำหนักความสัมพันธ์ของพฤติกรรมและเนื้อหา โดยการพิจารณาว่าแต่ละเนื้อหานั้น ๆ ต้องการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมใดบ้าง เป็นจำนวนหรือปริมาณขนาดใด ถ้าให้จำนวนเต็มของแต่ละพฤติกรรมนั้น ๆ มีค่าเป็น 10 การให้น้ำหนักดังกล่าว ผู้สอนควรให้ความรอบรู้ในเนื้อหา และประสบการณ์ที่มี ประกอบการพิจารณา เช่น การสอนเรื่อง หู ตา ต้องพิจารณาว่า เรื่องนี้ควรจะมุ่งเน้นให้เกิดพฤติกรรมใดมากที่สุด ถ้าคิดว่าเน้นด้านความจำก็ให้น้ำหนักในช่องพฤติกรรมความจำเป็น 9 หรือ 10 คะแนน และถ้าเน้นพฤติกรรมใดน้อยก็ให้น้ำหนักคะแนนที่มีค่าน้อย การให้น้ำหนักควรใช้วิธีพิจารณาความสำคัญก่อนแล้วจึงให้เป็นคะแนน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงการให้คะแนนตามการพิจารณาความสำคัญ

การพิจารณาความสำคัญ	การให้คะแนน
มาก	9 - 10
ค่อนข้างมาก	7 - 8
ปานกลาง	4 – 6
น้อย	2 – 3
น้อยมาก	0 - 1

2. หาน้ำหนักรวม และจัดอันดับความสำคัญของแต่ละพฤติกรรม และเนื้อหา

3. ปรับน้ำหนักรวมเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ ซึ่งผลรวมนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามบุคคลที่ทำการวิเคราะห์หลักสูตร กล่าวคือ แต่ละคนจะได้ผลไม่เท่ากัน จึงยุ่งยากในการนำไปเปรียบเทียบกัน ทั้งไม่สะดวกต่อการนำไปใช้ จึงนิยมปรับผลรวมดังกล่าวให้เป็น 100 หรือ 1000 ก็ได้ วิธีปรับก็ใช้วิธีการเทียบส่วนกับผลรวมเดิมนั่นเอง

2.5.6 ประเภทของแบบทดสอบ

ถ้าจำแนกตามลักษณะของการตรวจให้คะแนน แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) และแบบทดสอบปรนัย (Objective Test)

2.5.4.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนจะขึ้นอยู่กับความรู้สึก ความคิดเห็นของผู้ตรวจเป็นสำคัญ ผู้ตรวจต่างคนกัน

อาจให้คะแนนไม่ตรงกันหรือไม่สอดคล้องกัน ลักษณะการให้คะแนนจึงไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจ ช่วงเวลาในการตรวจ เป็นต้น จุดเด่นแบบทดสอบชนิดนี้ คือ ในแต่ละข้อคำถามสามารถวัดความรู้ความสามารถได้หลายๆ ด้าน มีจุดมุ่งหมายให้ผู้ตอบตอบยาว ๆ ผู้ตอบมีโอกาสแสดงความรู้ ความสามารถ ความรู้สึก และความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้สามารถวัดความสามารถด้านการเขียนได้ ลักษณะคำถาม ต้องการให้ผู้ตอบได้บูรณาการแนวคิด และประเมินแนวคิดที่เห็นว่าเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ มาตอบ ข้อสอบอัตนัยเหมาะสำหรับใช้วัดความสามารถทางสมองขั้นสูงมากกว่าที่จะใช้วัดความสามารถทางสมองขั้นต่ำ

ข้อดีของข้อสอบอัตนัยมีดังนี้

1. สามารถใช้วัดความสามารถทางสมองขั้นสูงได้ดี ได้แก่ พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งข้อสอบชนิดอื่นทำได้ยาก

2. เหมาะสำหรับวัดความสามารถในการจัดระบบระเบียบ การผสมผสานบูรณาการความคิดริเริ่ม กระบวนการคิดต่าง ๆ ทักษะด้านการใช้ภาษาและการแก้ปัญหา

3. เหมาะสำหรับวัดผลการเรียนรู้ซึ่งไม่สามารถวัดได้ด้วยข้อสอบปรนัย

4. ให้สิทธิเสรีภาพแก่ผู้เรียนในการตอบเพื่อแสดงความสามารถ

5. ใช้เวลาน้อยในการออกข้อสอบ

ข้อจำกัดของข้อสอบอัตนัยมีดังนี้

1. ความตรงของแบบทดสอบต่ำกว่าข้อสอบชนิดอื่น เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องการสุ่มเนื้อหามาสอบ ซึ่งต้องออกข้อสอบน้อยข้อ จึงทำให้เนื้อหาที่นำมาออกข้อสอบอาจไม่เป็นตัวแทนที่ดีของเนื้อหาทั้งหมด

2. การตรวจให้คะแนนมีความเป็นอัตนัยมาก หรือขาดความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนมาก ขาดความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนคือ ผู้ตรวจคนเดียวกันตรวจให้คะแนนผู้เรียนคนเดียวกันในเวลาที่ต่างกัน อาจให้คะแนนต่างกันหรือผู้ตรวจ 2 คนตรวจให้คะแนนผู้เรียนคนเดียวกันในข้อเดียวกัน อาจให้คะแนนไม่สอดคล้องกัน นอกจากนี้สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถของผู้เรียนอาจมีผลต่อคะแนนด้วย เช่น ลายมือ เป็นต้น

3. เสียเวลาในการตรวจให้คะแนนค่อนข้างมาก

2.5.4.2 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่มี การตรวจให้คะแนนแบบมีกฎเกณฑ์ตายตัว ใครตรวจก็ได้คะแนนตรงกัน ตรวจกี่ครั้งก็ได้คะแนนตรงกัน แบบทดสอบชนิดนี้มักเรียกว่าแบบทดสอบที่ถูกเป็นหนึ่ง ผิดเป็นศูนย์ หมายความว่า ตอบถูกจะได้คะแนนและตอบผิดจะไม่ได้คะแนน ข้อสอบถามให้ผู้ตอบตอบในขอบเขตที่จำกัด มีการกำหนดคำตอบมาให้ล่วงหน้าหรือไม่กำหนดคำตอบมาให้แต่ให้ตอบสั้น ๆ คำถามแต่ละข้อวัดความ

สามารถเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบปรนัยแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. ข้อสอบปรนัยแบบถูกผิด (True - False) ลักษณะของข้อสอบประกอบด้วย ข้อความหรือประโยคที่ต้องการให้ผู้ตอบตัดสินเพื่อเลือกคำตอบที่เป็นไปได้สองอย่าง คือ ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือเท็จ ข้อสอบแบบถูกผิดสามารถนำไปใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความรู้ ความจำ โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับความจริง นิยามหรือหลักการต่าง ๆ ความเข้าใจในหลักการและการนำไปใช้ รวมถึงในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับโจทย์ทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้วัดความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างสิ่งสองสิ่งได้ จะเห็นได้ว่าเป็นข้อสอบที่เหมาะสำหรับใช้วัดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สร้างง่ายและสามารถสร้างข้อคำถามได้หลายข้อ ซึ่งช่วยให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด แต่ข้อสอบประเภทนี้มีข้อจำกัดคือ ผู้สอบมีโอกาสสูงในการเดาข้อสอบให้ถูก และเป็นข้อสอบที่มีแนวโน้มว่าจะวัดเรื่องเล็ก ๆ น้อย ๆ และวัดในเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ

2. ข้อสอบปรนัยแบบจับคู่ (Matching) เป็นข้อสอบปรนัยประเภทหนึ่งที่ให้ผู้ตอบจับคู่ระหว่างคำหรือข้อความ ลักษณะของข้อสอบแบบจับคู่คือ การจับคู่ของสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องสอดคล้องหรือสัมพันธ์กัน ข้อสอบแบบจับคู่เหมาะสำหรับวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นเรื่องราวที่มีความเกี่ยวข้องกัน คำถามจึงเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกัน ข้อดีของข้อสอบประเภทนี้คือ เหมาะสำหรับเนื้อหาที่ต้องการถามความจำเกี่ยวกับบุคคล เวลา สถานที่ เหตุการณ์ การกระทำ เป็นข้อสอบที่สร้างง่ายใช้สะดวก สร้างความสนใจให้ผู้สอบ ใช้พื้นที่ในการสร้างหรือเขียนน้อย เป็นการประหยัดและผู้ตอบมีโอกาสเดาได้น้อย แต่อย่างไรก็ตามเป็นข้อสอบที่มีข้อจำกัด คือ มักนำไปใช้ได้ในเนื้อหาที่มีขอบเขตจำกัดวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นความรู้ความจำเป็นส่วนใหญ่ เนื้อหาและคำตอบที่นำมาถาม ถ้าสร้างไม่ดีจะทำให้เดาได้ เนื่องจากคำถามและคำตอบไม่สอดคล้องกัน

3. ข้อสอบปรนัยแบบเติมคำ (Completion) หรือเติมคำตอบสั้น (Short Answer) ข้อสอบประเภทนี้จัดอยู่ในข้อสอบปรนัย เนื่องจากเป็นข้อสอบที่มีคำตอบถูกต้องตายตัว ใครตรวจก็ให้คะแนนที่ตรงกัน ข้อสอบลักษณะนี้ผู้สอบต้องคิดและสร้างคำตอบขึ้นมาเอง แต่เป็นการเติมคำหรือตอบเพียงสั้น ๆ เช่น เป็นคำวลี จำนวน หรือสัญลักษณ์ ความแตกต่างของข้อสอบแบบเติมคำและแบบคำตอบสั้นอยู่ที่ประเด็นคำถามคือ คำถามของข้อสอบแบบเติมคำเป็นประโยคที่ไม่สมบูรณ์ มีการเว้นช่องว่างไว้ให้ตอบคำถามเพื่อทำให้ใจความของประโยคสมบูรณ์ ส่วนคำถามของข้อสอบแบบตอบสั้นจะเป็นประโยคคำถามโดยตรงและมีใจความสมบูรณ์ ข้อสอบปรนัยแบบเติมคำหรือเติมคำตอบสั้นเหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำ ได้แก่ ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์ ความจริงเฉพาะหรือข้อเท็จจริง หลักการและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ รวมทั้งวิธีการดำเนินการ ซึ่ง

สามารถวัดได้ดีกว่าข้อสอบปรนัยชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ตามข้อสอบประเภทนี้สามารถวัดผลการเรียนรู้ในขั้นที่สูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้ เช่นการตีความข้อมูลอย่างง่าย ๆ เช่นแผนภูมิ กราฟ รูปภาพต่าง ๆ ตลอดจนความสามารถในการแก้ปัญหาในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้ ข้อดีของข้อสอบชนิดนี้คือลดการเดาได้ สร้างง่ายและรวดเร็ว สามารถสร้างได้ครอบคลุมเนื้อหาและเหมาะสำหรับวัดการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ แต่ข้อสอบประเภทนี้ก็มีข้อจำกัดเช่นกันคือวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในขอบเขตที่จำกัด ไม่เหมาะสำหรับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ซับซ้อนเพราะถ้าหากคำถามไม่ชัดเจนจะทำให้คำตอบเป็นไปได้หลายอย่าง และยังมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนน้อยกว่าข้อสอบปรนัยแบบอื่น ๆ

4. ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ (Multiple Choices) หรือข้อสอบแบบหลายตัวเลือก เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ข้อสอบแบบนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวคำถาม (Stem) และส่วนที่เป็นคำตอบหรือตัวเลือก (Alternatives หรือ Options) ส่วนที่เป็นตัวคำถาม (Stem) โดยทั่วไปมีรูปแบบการถาม 2 ลักษณะ คือเป็นรูปแบบคำถามโดยตรง และถามในลักษณะเป็นข้อความไม่สมบูรณ์ถาม ในส่วนของคำตอบหรือตัวเลือก (Alternatives หรือ Options หรือ Choices) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกเรียกว่า "ตัวคำตอบ" (Answer หรือ Key) ซึ่งมี 1 ตัวเลือก ส่วนที่เหลือเป็นตัวเลือกที่ผิดเรียกว่า "ตัวลวง" (Distracters หรือ Foils)

ข้อเสนอแนะในการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

ข้อสอบแบบเลือกตอบที่ดีต้องประกอบด้วยข้อคำถามที่ชัดเจน มีการสื่อสารได้อย่างเข้าใจ ที่สำคัญต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ตัวเลือกมีทั้งตัวคำตอบและตัวลวง ซึ่งต้องมีความเป็นไปได้ทั้งสองอย่าง ในการเขียนจึงแยกออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

การเขียนข้อคำถาม (Stem)

1. คำถามจะเป็นรูปแบบประโยคคำถามที่สมบูรณ์หรือไม่ก็ได้ แต่ต้องเป็นประโยคที่มีใจความหรือมีความหมายในตัวประโยคเอง อย่างไรก็ตามการใช้ประโยคที่มีใจความสมบูรณ์ จะทำให้ข้อสอบดูง่ายขึ้นและเพิ่มค่าความเที่ยงของข้อสอบขึ้นอีกเล็กน้อย

2. ใช้คำที่มีความหมายชัดเจน สั้น ไม่ซับซ้อนหรือไม่ใช้คำฟุ่มเฟือย

3. ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธในตัวคำถาม หรือถ้าใช้ก็ควรขีดเส้นใต้หรือตัวทึบ และไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธซ้อนกัน กล่าวคือ เมื่อใช้คำปฏิเสธในตัวคำถามแล้วไม่ควรมีคำปฏิเสธในตัวเลือกอีก เพราะจะทำให้ความคิดของผู้ตอบสับสนได้

4. ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับของผู้เรียนหรือวัยของผู้ตอบ

5. ไม่ใช้คำถามที่เป็นการแนะคำตอบ หรือข้อความในคำถามไม่ซ้ำกับข้อความในตัวเลือกที่เป็นตัวคำตอบที่ถูก

6. ถ้ากรณีที่คำถามมีคำตอบที่ถูกหรือเป็นไปได้หลายคำตอบ ให้ผู้ตอบพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

7. อย่าให้ข้อสอบข้อหนึ่งส่งผลต่อการชี้แนะคำตอบในข้ออื่น ๆ

8. ไม่ควรลอกประโยคจากตำรามาเขียนเป็นข้อสอบ แต่ควรจัดประโยคหรือเรียบเรียงข้อคำถามใหม่

การเขียนตัวเลือก (Alternatives หรือ Options หรือ Choices)

1. การเขียนตัวคำตอบถูกหรือตัวถูกควรมีเพียงคำตอบเดียว และผู้ชำนาญในวิชานั้นเห็นชอบเป็นเอกฉันท์

2. ตัวเลือกทุกตัวมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ต้องสมเหตุสมผลและมีความเป็นเอกพันธ์ ในกรณีที่คำถามเกี่ยวกับการให้คำนวณ ตัวเลือกที่เป็นตัวลวงจะต้องได้มาจากตัวเลขที่อยู่ในคำถาม หรือถ้าเป็นคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ตัวเลือกต่าง ๆ ต้องเป็นเรื่องราวในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน

3. ข้อความในตัวเลือกแต่ละตัวเลือกควรเป็นอิสระจากกัน เช่น

ข้อคำถาม ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงกลุ่มที่ดีควรมีค่าเท่าใด

ตัวเลือก ก. มากกว่า 0.2 ข. มากกว่า 0.4 ค. มากกว่า 0.6 ง. น้อยกว่า 0.8 (ไม่ดี)

ก. 0.20 – 0.80 ข. 0.40 – 0.60 ค. 0.61 – 0.80 ง. มากกว่า 0.80 (ดีขึ้น)

ถ้าตัวเลือกใช้คำซ้ำกันควรนำมาไว้ในข้อคำถาม เช่น

ข้อคำถาม การสูบบุหรี่จะเป็นอย่างไร (ไม่ดี)

ตัวเลือก ก. อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งปอด

ข. อาจทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง

ข้อคำถาม การสูบบุหรี่อาจทำให้เป็นโรคในข้อใด (ดีขึ้น)

ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิด ได้แก่ "ถูกทุกข้อ" หรือ "ผิดทุกข้อ" หรือ "ไม่มีคำตอบถูก" ควรใช้ให้สมเหตุสมผล โดยปกติไม่ควรใช้ตัวเลือกประเภทนี้ เพราะถ้าตัวเลือกประเภทนี้เป็นตัวเลือกที่ไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง ผู้ตอบจะทราบได้ง่ายหลังจากพิจารณาตัวเลือกบางตัวที่ขัดกับข้อความนั้น หากคำถามใดมีคำตอบถูกหลายข้อ อาจเปลี่ยน คำถามเป็น "ข้อใดไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง" จะมีประโยชน์มากกว่า เช่น ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดี

4. ตำแหน่งของตัวคำตอบที่ถูกควรวางอยู่อย่างกระจาย ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้ว ตัวคำตอบที่ถูกในแต่ละตัวควรมีจำนวนเท่า ๆ กัน และคำตอบที่ถูกไม่ควรจัดเรียงไว้อย่างเป็นระบบ แต่ต้องเป็นไปแบบสุ่ม

5. พยายามเขียนตัวเลือกให้มีความยาวพอ ๆ กัน เนื่องจากส่วนมากตัวเลือกที่ถูกมักมีแนวโน้มว่าจะมีประโยคที่ยาวกว่า ทำให้เป็นที่สังเกตได้ง่าย

ข้อดีของข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบมีดังนี้

1. วัดความสามารถหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้กว้างและลึก ตั้งแต่ความสามารถทางสมองขั้นต่ำ ได้แก่ ขั้นความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ไปจนถึงขั้นที่ซับซ้อนหรือความสามารถทางสมองขั้นสูง ได้แก่ ขั้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2. สามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดในวิชาต่าง ๆ และสามารถวัดได้อย่างหลากหลาย เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถสุ่มเนื้อหาที่ต้องการวัดมาออกข้อสอบได้ตามต้องการ

3. ช่วยให้แบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาได้ดี เนื่องจากสามารถออกข้อสอบให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ได้หลายด้านและออกได้จำนวนหลายข้อ

4. มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน

5. ใช้เวลาในการตรวจข้อสอบน้อย

6. เหมาะสำหรับการสอบที่มีผู้สอบเป็นจำนวนมาก

7. คะแนนที่ได้จากการสอบมีความเที่ยงมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น เนื่องจากข้อสอบชนิดนี้สามารถลดการตอบถูกโดยการเดาลงได้ จึงสามารถนำไปพัฒนาเป็นแบบทดสอบมาตรฐานได้และเป็นที่นิยมมาก

ข้อจำกัดของข้อสอบปรนัยแบบแบบเลือกตอบมีดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้ตอบเดาข้อสอบได้

2. ข้อสอบออกยากและเสียเวลาในการออกข้อสอบมาก เนื่องจากต้องเขียนตัวลวงที่ผิดแต่ให้มีทีท่าว่าถูก เพื่อให้เป็นตัวลวงที่ดี

3. ผู้ออกข้อสอบต้องมีความรู้ความสามารถในการออกข้อสอบจริง ๆ จึงจะสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นสูงได้

4. ผู้ออกข้อสอบต้องมีความรอบรู้ในเนื้อหานั้น ๆ ประกอบกับมีความรู้ในเรื่องวิธีการเขียนข้อสอบเป็นอย่างดี

5. ไม่เหมาะสำหรับการวัดความคิดสร้างสรรค์ การเสนอแนวคิดตลอดจนทักษะในการเขียนและการวัดการปฏิบัติต่าง ๆ

6. สิ้นเปลืองงบประมาณมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ

2.5.7 การสร้างแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไป มีลำดับขั้นตอนของการสร้างดังนี้ (นิตยารัตน์ คงนาลึก. 2546 : 1)

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
2. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน
3. กำหนดเนื้อหา
4. ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม
6. เขียนข้อสอบ
7. ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและปรับปรุงแก้ไข
8. จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และจัดทำคู่มือการนำไปใช้

2.5.7.1 การกำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบต้องกำหนดให้ชัดเจนว่า ต้องการนำผลการวัดไปใช้ประเมินแบบอิงกลุ่มหรืออิงเกณฑ์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงกลุ่มมีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาต่าง ๆ ตามที่หลักสูตรกำหนด และจะใช้เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการสอนหรือแต่ละบทหรือแต่ละเรื่องหรือในรายวิชานั้น ๆ แล้ว หรือประเมินผลสรุปตอนปลายภาคเรียนหรือปลายปี เพื่อการสรุปและตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนว่าอยู่ในระดับใดหรืออยู่ในลำดับที่เท่าไร หรืออาจนำผลการวัดไปใช้เพื่อการสอบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อหรือทำงาน ซึ่งผลที่ได้จากการวัดและแปลความหมายโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้สอบด้วยกัน สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนในรายวิชานั้น ๆ หรือเพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่า เป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ในเนื้อหาแต่ละเรื่องนั้น ๆ โดยนำผลการวัดที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และการจัดการสอนซ่อมเสริม ซึ่งจะใช้การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน โดยวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากที่จบในแต่ละจุดประสงค์ของบทเรียนในแต่ละเรื่องหรือแต่ละหน่วย โดยนำผลการวัดไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเป็นสำคัญ

2.5.7.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน เป็นการกำหนดกรอบว่าต้องการให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง ในสถานการณ์ใด และมีเกณฑ์ในการตัดสินอย่างไรที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นๆ ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนต้องแปลงคุณลักษณะที่ต้องการวัดให้เป็นพฤติกรรมที่วัดได้หรือที่เรียกว่า "จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม"

ซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ก็ต้องกำหนดให้ชัดเจนลงไปว่าต้องการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นใดใน 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ครูผู้ทำหน้าที่วิเคราะห์จุดประสงค์ต้องพิจารณาและตัดสินว่าในวิชานั้น ๆ จะวัดพฤติกรรมใดบ้าง มีกี่พฤติกรรม แต่ละพฤติกรรมสามารถวัดหรือสังเกตได้โดยวิธีใด อย่างไร

ดังที่ได้กล่าวมาเครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดในการวัดด้านพุทธิพิสัย คือแบบทดสอบ ดังนั้นในการออกข้อสอบจึงต้องวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์นั้น ๆ ถ้าเป็นการวัดผลแบบอิงกลุ่ม เป็นการนำผลการวัดไปใช้เพื่อสรุปหรือตัดสินผลการเรียนหรือเพื่อการคัดเลือกผู้เรียนนั้น จะวัดเฉพาะจุดประสงค์ที่สำคัญเท่านั้น หรือวัดให้ครอบคลุมจุดประสงค์ทั้งรายวิชาหรือจุดหมายปลายทางของรายวิชา และระดับของพฤติกรรมที่วัดเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นที่สูงกว่าขั้นความรู้ ความเข้าใจ ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ จะวัดให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นในแต่ละหน่วยการสอน หรือแต่ละบท หรือแต่ละเรื่องนั้น ๆ และระดับของพฤติกรรมที่วัดมักเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นต่ำ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และนำไปใช้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ถ้าเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม เน้นการกำหนดจุดประสงค์ที่มีลักษณะเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และเขียนข้อสอบให้สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ส่วนการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์นั้น การเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถบรรยายความสามารถของผู้เรียนได้ชัดเจนว่า เป็นผู้ที่มีความรอบรู้ครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ ดังนั้นการวัดในแต่ละจุดประสงค์จึงต้องมีการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ชัดเจน จึงจะสามารถแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากการวัดได้

2.5.7.3 **การกำหนดเนื้อหา**

นอกจากจะมีการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ในลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว ในแต่ละรายวิชาที่สอนต้องมีการกำหนดรายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอนให้ชัดเจน ทั้งเนื้อหาที่เป็นประเด็นใหญ่และประเด็นย่อย การแยกแยะเนื้อหาในรายวิชานั้น ๆ ออกเป็นบท ๆ หรือหน่วยการสอนย่อย หรือเนื้อหาย่อย ๆ เป็นหมวดหมู่ แล้วเรียงลำดับการสอนว่าจะสอนเนื้อหาใดก่อนหลังตามความสัมพันธ์ของเนื้อหานั้น ๆ เนื้อหาประเภทเดียวกันหรือไม่สำคัญมากนักอาจนำมารวมเป็นข้อเดียวกันได้

ในส่วนของการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม จะเน้นเฉพาะจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สำคัญ ๆ ดังนั้น การกำหนดเนื้อหาก็ต้องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้ครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่สำคัญของรายวิชานั้น ๆ หรือบทนั้น ๆ หรือหน่วยนั้น ๆ

สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ การนิยามหรือกำหนดขอบเขตของเนื้อหาเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นมาก ซึ่งต้องกำหนดไว้อย่างชัดเจน เนื้อหามีความเฉพาะเจาะจงครอบคลุมพฤติกรรมหรือสิ่งที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ของการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้สร้างข้อสอบสามารถเขียนข้อสอบได้สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดและพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเพื่อประโยชน์ในการตีความหมายของคะแนน ดังนั้นการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะนำไปใช้เป็นกรอบในการสร้างข้อสอบทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์จึงต้องมีความชัดเจน เพื่อประโยชน์สำหรับการทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรต่อไป

2.5.7.4 **การทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหา**

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of Specifications) มีลักษณะเป็นตาราง 2 ทาง ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา ที่ต้องการจะวัดหรือต้องการทดสอบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. บรรจุเนื้อหาลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตรในแนวนอนทางด้านซ้ายมือ ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด นำมาบรรจุลงในตารางตามแนวตั้ง

2. จัดอันดับความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด การจัดอันดับความสำคัญของเนื้อหา ควรพิจารณาจากปริมาณเนื้อหาและระยะเวลาหรือจำนวนคาบที่ใช้ในการสอนในแต่ละเรื่องหรือแต่ละบทหรือแต่ละหน่วยการสอน การกำหนดอันดับความสำคัญของพฤติกรรมที่วัด ใช้ทำนองเดียวกันคือพิจารณาจากจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละด้านที่ต้องการวัด

3. กำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด การกำหนดน้ำหนักในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดควรพิจารณา ให้สอดคล้องกับอันดับความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดนั้น ๆ การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาสามารถคิดได้จากร้อยละของเวลาที่ใช้ในการสอนในแต่ละเนื้อหา

สำหรับการกำหนดน้ำหนักอาจทำเป็นตารางร้อยหรือตารางพัน โดยกำหนดผลรวมของน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 100 หรือ 1000 ตามลำดับ เพื่อให้มีความสะดวกต่อการนำไปใช้กำหนดสัดส่วนของข้อคำถาม หรือนำไปคิดจำนวนข้อสอบในเนื้อหาย่อย ๆ นั้น

4. กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละเซลล์ในที่นี้เป็นตัวอย่างการทำเป็นตารางร้อย คำนวณได้จาก

$$\text{ตัวเลขในแต่ละช่อง} = \frac{\text{ตัวเลขค่ารวมในแนวนอน} \times \text{ตัวเลขค่ารวมในแนวตั้ง}}{100}$$

ในการทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร ครูผู้สอนอาจทำเป็นคณะหรือกลุ่ม เนื่องจากมีผู้สอนหลายคนจึงต้องร่วมกันพิจารณาแต่ละคน วิธีการทำคือให้ผู้สอนแต่ละคนกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้น้ำหนักความสำคัญแต่ละช่องมีค่าเป็น 10 แล้วรวมน้ำหนักความสำคัญนั้นในช่องรวม แล้วจัดลำดับความสำคัญโดยให้เนื้อหาที่มีผลรวมสูงสุดมีความสำคัญเป็นอันดับ 1 เนื้อหาที่มีผลรวมต่ำสุดมีความสำคัญเป็นลำดับสุดท้าย หลังจากนั้นนำตารางเดี่ยวของแต่ละคนมาทำเป็นตารางรวม

2.5.7.5 **การกำหนดรูปแบบของข้อคำถาม**

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ข้อสอบแต่ละประเภทเหมาะสำหรับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในขั้นใดได้บ้าง เช่น ข้อสอบแบบถูกผิดเหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง แบบจับคู่เหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ แบบเติมคำเหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์ นิยาม ความสามารถในการแก้ปัญหา แบบเลือกตอบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ทุกระดับพฤติกรรม และแบบอัตนัยเหมาะสำหรับวัดแนวคิด การเรียบเรียงแนวคิดในเชิงสร้างสรรค์ ดังนั้นการกำหนดรูปแบบของข้อคำถาม จึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งวัดว่า ข้อสอบแต่ละชนิดหรือข้อสอบแต่ละประเภทเหมาะสำหรับวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นใด ผู้ออกข้อสอบต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบของข้อสอบแต่ละประเภท รวมไปถึงข้อดีและข้อจำกัดของข้อสอบแต่ละประเภทเป็นอย่างดี ซึ่งเกณฑ์ในการพิจารณาว่าจะใช้รูปแบบคำถามใด มีดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนการสอน ต้องพิจารณาว่าต้องการวัดพฤติกรรมขั้นใดหรือลักษณะใดบ้าง เช่น ความรู้ ความคิดเห็น ความคิดสร้างสรรค์หรือการแก้ปัญหา เป็นต้น
2. ทักษะความสามารถของผู้ออกข้อสอบมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งควรออกข้อสอบตามรูปแบบที่ตนถนัดเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ
3. วัยของผู้เรียน ถ้าเป็นผู้เรียนชั้นเด็กเล็กไม่ควรออกข้อสอบอัตนัย
4. เวลาในการออกข้อสอบของผู้ออกข้อสอบมีมากพอหรือไม่
5. จำนวนผู้เข้าสอบ หากมีจำนวนมาก ข้อสอบแบบปรนัยย่อมมีความเหมาะสมกว่า

โดยทั่วไปการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม ควรเลือกข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ เนื่องจากสามารถวัดพฤติกรรมได้ทุกระดับ และรูปแบบของข้อสอบสามารถใช้กับคนจำนวนมากได้ การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัย และสามารถตรวจสอบคุณภาพได้ทั้งในแง่ของความยากง่ายและอำนาจจำแนก สำหรับรูปแบบของข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ สามารถทำได้หลายรูปแบบ เนื่องจากส่วนใหญ่มักวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นต่ำ ดังนั้นประเด็นสำคัญของการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ คือให้สอดคล้องกับระดับของพฤติกรรมที่ต้องการวัดและเนื้อหาที่กำหนด

2.5.7.6 **การเขียนข้อสอบ**

การเขียนข้อสอบสำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มและแบบอิงเกณฑ์ ต้องให้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพิจารณาถึงเทคนิคในการเขียนข้อสอบแต่ละประเภทด้วย สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มนั้น ประเด็นที่ควรพิจารณาอีกประเด็นหนึ่งในการเขียนข้อสอบคือ ความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งต้องยากง่ายปานกลาง ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้คะแนนการสอบของผู้เรียนไม่กระจาย ส่งผลให้ข้อสอบไม่สามารถจำแนกผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเก่งกลุ่มอ่อนได้ตามแนวคิดของการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม ส่วนการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ประเด็นสำคัญไม่ได้อยู่ที่ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบที่เขียนขึ้นนั้นสอดคล้องกับระดับพฤติกรรมในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งถ้าหากการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ผู้เรียนสามารถตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง

2.5.7.7 **การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและปรับปรุงแก้ไข**

แบบทดสอบที่ดี ต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ โดยมีข้อมูลยืนยันที่เชื่อถือได้ เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้องเชื่อถือได้ หากพบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบต้องตรวจสอบคุณภาพทั้งรายข้อและทั้งฉบับ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ หากพบว่าคุณภาพรายข้อดีหรือเหมาะสมแล้ว จึงทำการตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับเป็นขั้นตอนต่อไป ซึ่งมีความแตกต่างกันในบางประเด็นเฉพาะสำหรับแบบทดสอบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม สำหรับวิธีการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละประเด็น ทั้งการตรวจสอบรายข้อและการตรวจสอบทั้งฉบับ มีดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 209-210)

- การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นการหาคุณภาพทางด้านความยากง่าย (P) ที่พอเหมาะ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถทำถูก 50 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 0.5 หรือมีค่า P = 0.5 การที่จะออกข้อสอบให้มีค่าความยากง่ายพอดีคือ P = 0.5 นั้น ไม่ใช่สิ่งที่ทำกันได้ง่าย ๆ ต้องนำไปทดลองสอบหลายครั้ง แต่ละครั้งที่ทดลองก็จะมีการปรับปรุงใหม่จนกว่าข้อ

คำถามนั้นจะมีค่าใกล้เคียงกับ P = 0.5 ข้อคำถามที่ถือว่ามีความยากง่ายที่ใช้ได้ จะยึดเอาค่า P ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 โดยถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.2 ถือว่าข้อคำถามนั้นยากไป และถ้ามีค่าสูงกว่า 0.8 ถือว่าข้อคำถามง่ายไป พูดรวม ๆ กล่าวไว้ว่า P น้อยยาก P มากง่าย

การคำนวณค่าความยากง่ายของข้อสอบนั้น ใช้สูตร

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ R คือ จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

- การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ข้อคำถามใดในเครื่องมือวัดมีอำนาจจำแนกดี หมายถึงข้อคำถามนั้นสามารถแบ่งนักเรียนหรือกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มที่มีความรู้สึกคล้อยตามกับกลุ่มที่มีความรู้สึกไม่คล้อยตามได้เด่นชัด วิธีการคือ นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วตรวจให้คะแนน จากนั้นเรียงคะแนนจากคะแนนมากไปหาคะแนนน้อย แล้วนำมาตัดกลุ่มคะแนน ซึ่งนิยมแบ่งกลุ่มคะแนนสูงเป็น $\frac{1}{2}$ ของจำนวนผู้เรียน และกลุ่มคะแนนต่ำเป็น $\frac{1}{2}$ ของจำนวนผู้เรียน (ทั้งนี้ในแต่ละกลุ่มต้องไม่ต่ำกว่า $\frac{1}{3}$ ของจำนวนผู้เรียนทั้งหมด) แล้วนำมาแทนค่าในสูตร

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก

R_U คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมดทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

- การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึงความคงเส้นคงวาของผลการวัด การที่นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้ง ๆ ก็ยังคงได้คะแนนเท่าเดิม เช่น นำแบบทดสอบไปทดสอบกับเด็กคนหนึ่งปรากฏว่าได้ 18 คะแนน เว้นไปประมาณ 2 – 3 วัน หรือหนึ่งสัปดาห์ นำไปทดสอบกับเด็กคนเดิมก็คงได้ 18 คะแนนเหมือนเดิม แสดงว่าเครื่องมือวัดนั้นมีความเชื่อมั่น ความเชื่อมั่นก็คือ ความคงที่แน่นอน (Stability) ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้งก็ตาม

การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน แบบทดสอบจะต้องมีลักษณะที่วัดองค์ประกอบร่วมกัน และคะแนนแต่ละข้อต้องอยู่ในลักษณะที่ ถ้าทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนเท่านั้น สูตรที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นมีอยู่ 2 สูตร คือ สูตร KR-20 กับ KR-21

สูตร KR-20 $$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{s_t^2}\right\}$$

โดยที่ n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำถูก / จำนวนคนทั้งหมด)

q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ (1- p)

s_t^2 คือ ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

2.5.7.8 **การจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และจัดทำคู่มือการนำไปใช้**

หลังจากที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผ่านขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละประเด็น และมีการปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับได้แล้ว ต้องมีการจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ มีการจัดทำคู่มือการนำแบบทดสอบไปใช้ ซึ่งต้องประกอบด้วยคำชี้แจงที่ชัดเจน พร้อมทั้งบรรยายถึงคุณลักษณะของข้อสอบ มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบเพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้ หรือการนำมาสร้างเป็นเครื่องมือที่มีความเป็นมาตรฐานต่อไป

จะเห็นได้ว่าการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย หรือการวัดความรู้ความสามารถทางสมอง วิธีการที่เหมาะสมและใช้มากที่สุดคือ การทดสอบ โดยมีแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่เน้นการวัดทางด้านพุทธิพิสัย ที่เป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและใช้มากคือแบบทดสอบปรนัยและแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้แบบทดสอบชนิดใดควรพิจารณาถึงจุดประสงค์หรือคุณลักษณะที่ต้องการวัด รวมทั้งข้อดีข้อจำกัดของแบบทดสอบแต่ละชนิดก่อนเลือกใช้ด้วย เพื่อให้ได้ผลการวัดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบรูปแบบใดก็ตาม ในกระบวนการสร้างต้องสร้างให้ถูกต้องตามขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบเพื่อให้ได้แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพซึ่งขั้นตอนสำคัญของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้แก่ กำหนดจุดมุ่งหมายการทดสอบ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน กำหนดเนื้อหา ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม ลงมือเขียนข้อสอบ ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ พร้อมจัดทำคู่มือการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทักษิณา สวนานนท์ (2530 : 46) ได้สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งในและต่างประเทศว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นให้ผลสัมทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นหรืออย่างน้อยก็ให้ผลสัมทฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับการสอนปกติแต่จะช่วยลดเวลาเรียนลงและผู้เรียนมีความสนใจมากขึ้น

สมบัติ น้อยประเสริฐ (2532 : 43-44) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง "การใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD ช่วยในการเขียนแบบ" ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล โดยสร้างขึ้นแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยที่ 1 (A) เรื่อง 1AutoACD เบื้องต้น หน่วยที่ 2 (B) เรื่อง AutoCAD กับการเขียนภาพแยกชิ้น หน่วยที่ 3 (C) เรื่องอักษรกำหนดขนาด และ หน่วยที่ 4 (D) เรื่อง AutoCAD กับการเขียนภาพประกอบ พบว่า

บทเรียนหน่วยที่ 1 มีประสิทธิภาพ (E_1 : E_2) เท่ากับ 96.96/84.55

บทเรียนหน่วยที่ 2 มีประสิทธิภาพ (E_1:E_2) เท่ากับ 87.79/83.48

บทเรียนหน่วยที่ 3 มีประสิทธิภาพ (E_1 : E_2) เท่ากับ 87.10/81.25

บทเรียนหน่วยที่ 4 มีประสิทธิภาพ (E_1 : E_2) เท่ากับ 82.19/80.12

บทเรียนโปรแกรมภาคปฏิบัติ (E_1 : E_2) เท่ากับ 93.07/95.11

ภาคทฤษฎี บทเรียนโปรแกรมรวมทั้ง 4 หน่วย มีประสิทธิภาพ (E_1:E_2) เท่ากับ 88.93/82.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ภาคปฏิบัติ บทเรียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพ (E_1 : E_2) เท่ากับ 93.70/95.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมพงษ์ วงศ์ชัยประทุม (2534 : 54-55) ได้ทำการวิจัยศึกษา ผลของรูปแบบการให้ผลย้อนกลับ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีผลการเรียนต่างกัน พบว่านักศึกษาที่มีผลการเรียนสูง เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่มีผลการเรียนต่ำ นักศึกษาทุกระดับผลการเรียนเมื่อเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีรูปแบบของการให้ผลย้อนกลับที่แตกต่างกัน จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่างกัน ไม่ว่าการสนองตอบต่อคำตอบของนักศึกษาเป็นเพียงการบอกถูกหรืออธิบายเหตุผล ไม่ว่าการตอบทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด

อร่ามศรี อาภาอดุล (2537:บทคัดย่อ) การสร้างบทเรียนสไลด์ เทปวีดีทัศน์ และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการควบคุมไฟฟ้า

และนิวเมติก นำไปทดลองกับนักศึกษา แผนกช่างไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สภาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนนทบุรี จำนวน 45 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาทิตย์ จิรวัฒนผล (2538:บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์นำไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.91/81.46 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์และสามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีความก้าวหน้าบรรลุตามวัตถประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

นิภาพรรณ คงแก้ว (2540:บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพนำไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตนวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกพนิชยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ดแล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.83/82.40 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

สมสิน วางขุนทด (2543:68-69) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 63 คน ที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดแบบเรียนสำเร็จรูป กับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนเสริม ในเนื้อหาเรื่องวงจรคอมบิเนชั่น วิชาดิจิตอลเทคนิค ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยสื่อการเรียนสองชนิด กับการเรียนโดยการฟังบรรยายโดยปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยนักศึกษา กลุ่มที่ใช้สื่อการสอนเสริมหลังการบรรยายตามปกติ มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนสอนเสริม

สุธีร์ กิจฉวี (2543:68-69) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 60 คน ที่เรียนตามปกติและเรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติเพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาเรื่องวงจรคอมบิเนชั่น วิชาปฏิบัติวงจรดิจิตอล ผลวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามปกติและเรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยนักเรียนกลุ่มที่เรียนปกติ

และเรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนปกติเพียงอย่างเดียว

ไพฑูรย์ แสนดี (2544:บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เทอร์มัลโอเวอร์ดโหลดรีเลย์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองที่2 กับกลุ่มควบคุมโดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยสูตร t- test independent พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.33:80.17 ซึ่งสูงกว่ามาตราฐานที่ตั้งไว้ที่ระดับ 80:80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองที่2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรธนรรจ์ ปฏิทัศน์(2546:บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟายร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 60 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 20 คน โดยกลุ่มที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเพื่อเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและนักศึกษาที่เรียนด้วยการสอนตามแผนการสอนปกติซึ่งเป็นนักศึกษกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 3 เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี t-test พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟายร์ ที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.16:83.60 สูงกว่ามาตรฐาน 80:80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท Tutorial ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ พอสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพสามารถนำมาพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเร้าใจอยากจะเรียน เพราะมี ทั้งภาพ เสียง และบางบทเรียนสามารถนำเสนอในรูปของเกมได้ จึงทำให้เกิดการเสริมแรง และนักเรียนนักศึกษาในปัจจุบันส่วนมากมีทัศนคติที่ดีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีภาพเคลื่อนไหวประกอบ ดังนั้นในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายๆ อย่างรวมกัน เพื่อให้ผลตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ หลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 เมื่อได้ศึกษาแนวทางจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว และได้กำหนดขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาการควบคุมมอเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ สาขาไฟฟ้า โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง จำนวน 120 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาไฟฟ้ากำลัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมมอเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายด้วยการจับฉลาก (Simple Random Sampling) จำนวน 90 คนโดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ จำนวน 30 คน กลุ่มที่ 2 ใช้สำหรับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 30 คน และกลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนจากการสอนแบบปกติ จำนวน 30 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)ชั้นปีที่ 3 สาขาไฟฟ้า โดยได้แบ่งการสร้างเครื่องมือออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างไว้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) พุทธศักราช 2538

2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหาทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชาการควบคุมมอเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

3. ศึกษาทฤษฎี และหลักการของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และขอคำแนะนำจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

4. สร้างแบบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดลำดับเนื้อหาที่วิเคราะห์ออกเป็นหน่วยย่อย แล้วกำหนดกรอบที่จะเสนอเนื้อหาทีละกรอบ โดยคำนึงถึงหลักการจัดกิจกรรมบทเรียนของ Gagne' เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ดังนี้

4.1 สร้างความสนใจให้เกิดในตัวผู้เรียน (Gaining Attention)

4.2 ให้ผู้เรียนทราบจุดมุ่งหมายในการเรียน (Informing Learner of the Objective : Activating Motivation)

4.3 เร้าให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prior Knowledge)

4.4 นำเสนอสื่อ (Presenting the Stimulus Materials)

4.5 ชี้แนะผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี (Providing Learning Guidance)

4.6 ให้ผู้เรียนปฏิบัติ (Eliciting Performance)

4.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback)

4.8 ประเมินผลจากการปฏิบัติ (Assessing Performance)

4.9 การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer)

5. ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบร่างแบบ เพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาแก้ไขต่อไป

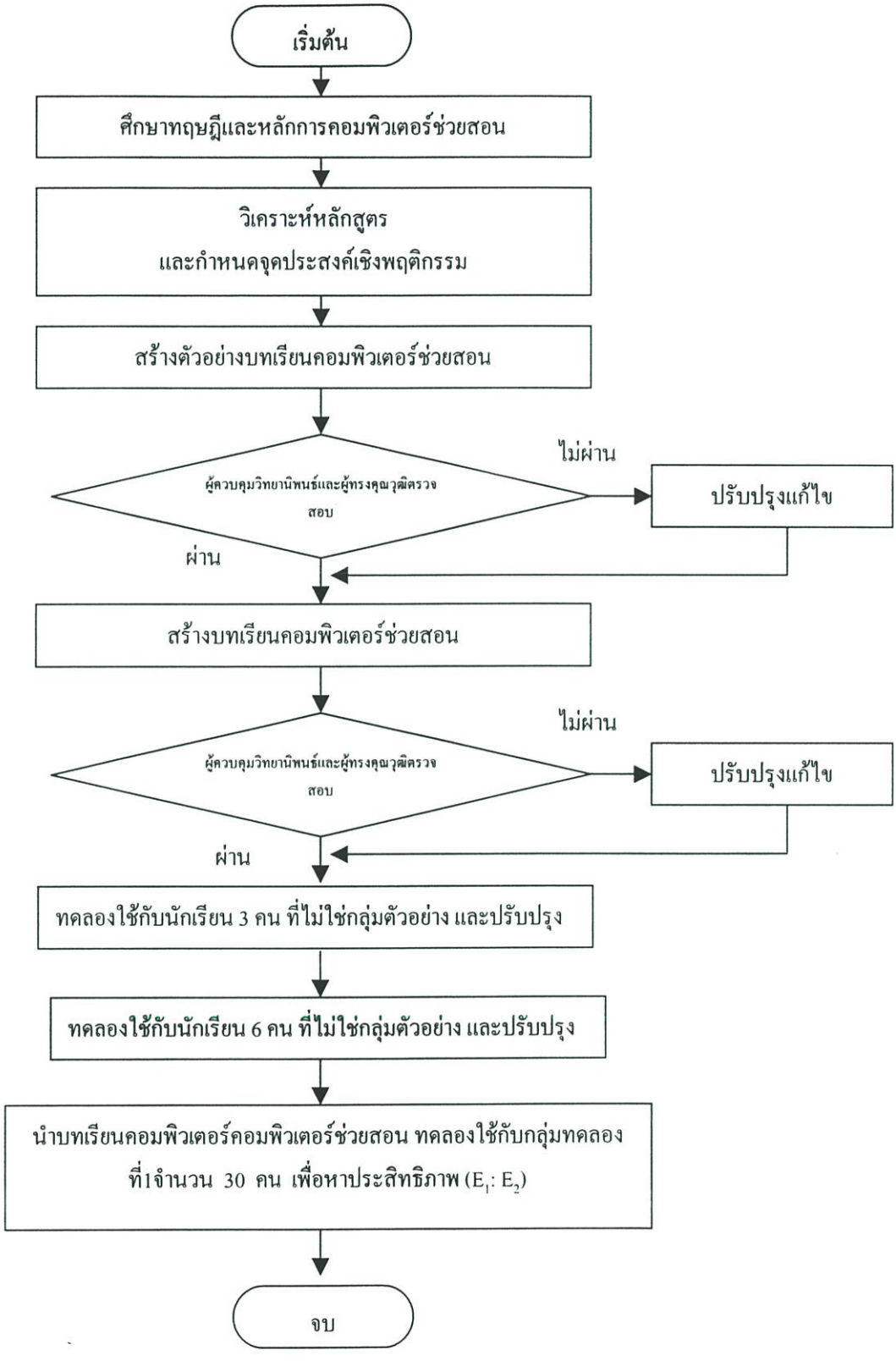
6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไข ปรับปรุงแล้วเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้เรียนแบบ 1:1 จำนวน 3 คนโดยทดลองใช้กับผู้เรียน 1 คนที่มีระดับความสามารถ อ่อนปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองกับผู้เรียนกลุ่ม แบบ 1:10 จำนวน 6 คนทั้งผู้เรียนที่เก่งและปานกลาง คำนวณหาประสิทธิภาพสื่อแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองจริงแล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผู้เรียน กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน30 คนทั้งผู้เรียนที่ เก่งและปานกลาง คำนวณหาประสิทธิภาพสื่อ

10. นำคะแนนที่ได้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อต่อไป



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผู้วิจัยได้กำหนดลำดับขั้นตอนไว้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร
2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. กำหนดเนื้อหา
4. ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหา ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยที่	เนื้อหา	ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินผล	รวม	ลำดับความสำคัญ
		10	10	10	10	10	10		
1	การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง	1	2	0	2	0	0	5	4
2	การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแสดงสัญญาณเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด	2	2	0	1	0	0	5	3
3	การกลับทางหมุนมอเตอร์	3	3	1	3	0	0	10	1
4	การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า	3	3	1	3	0	0	10	2
	รวม	9	10	2	9	0	0	30	
ลำดับความสำคัญ		3	1	4	2	0	0		

จากตารางวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้วิจัยจะออกแบบโดยเน้นให้ความสำคัญกับเนื้อหา ลำดับความสำคัญของปัญหา เรื่อง การกลับทางหมุนมอเตอร์ มีความ

สำคัญเป็นลำดับที่หนึ่ง และเรื่อง การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า เรื่องการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง เรื่องการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแสดงสัญญาณเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ ส่วนลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมพบว่า การวัดในระดับการวัดความเข้าใจมีความสำคัญเป็นลำดับที่หนึ่ง การวัดการวิเคราะห์ ความรู้ความจำ และระดับการนำไปใช้ มีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ และพบว่าเนื้อหาเรื่องการกลับทางหมุนมอเตอร์ มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อ แบ่งเป็นระดับความรู้ความจำ 3 ข้อ ระดับความเข้าใจ 4 ข้อ การนำไปใช้ 1 ข้อ และระดับการวิเคราะห์ 3 ข้อ ซึ่งรายละเอียดจำนวนแบบทดสอบในเนื้อหาเรื่องอื่นดูได้จากตารางข้างต้น

5. สร้างแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 60 ข้อ ประกอบด้วยระหว่างเรียน 30 ข้อ หลังเรียน 30 ข้อกำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนนและข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบเป็น 0 คะแนนและให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาในเรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์โดยกำหนดให้

เท่ากับ +1 ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

เท่ากับ 1 ไม่แน่ใจ

เท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปหาค่าความสอดคล้อง (IOC)

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแบบทดสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ เรื่อง การต่อวงจรการควบคุมมอเตอร์ มาแล้ว จำนวน 30 คน

5. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยกำหนดเกณฑ์ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.20 - 1.00 และกำหนดเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป

0.81-1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61-0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.41-0.60	เป็นข้อสอบที่ง่าย-ง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20-0.40	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.0-0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson โดยให้ขอบเขตค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความหมายดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 199)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ –1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

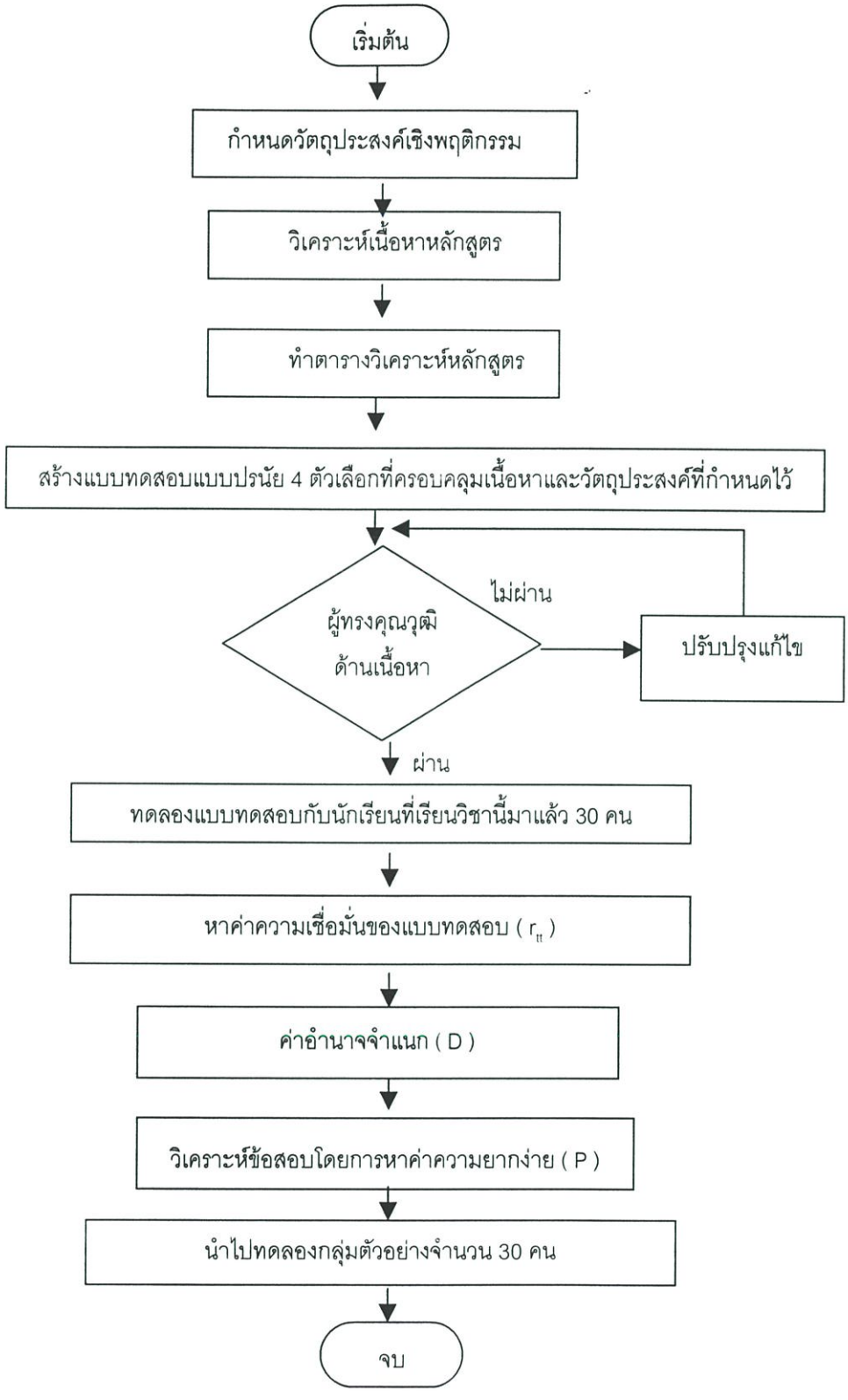
ค่าความเชื่อมั่น -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ .75

7. พร้อมทั้งคัดเลือกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในข้อ6 และข้อ 7ไปใช้

8. นำแบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์ไปใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สมบูรณ์บรรจุลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.3. การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแบบของสุกรี โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น2 ประเภท คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยดำเนินการสร้างแบบประเมินสื่อการสอนทั้ง 2 ประเภทตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.3.1กำหนดหัวเรื่องที่จะประเมิน สร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งระดับประมาณค่าออกเป็น 5 ระดับ โดยได้กำหนดระดับคะแนนตามความหมาย ดังนี้

5 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก

4 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี

3 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับพอใช้

1 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ย ของข้อคำถามแต่ละข้อได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง

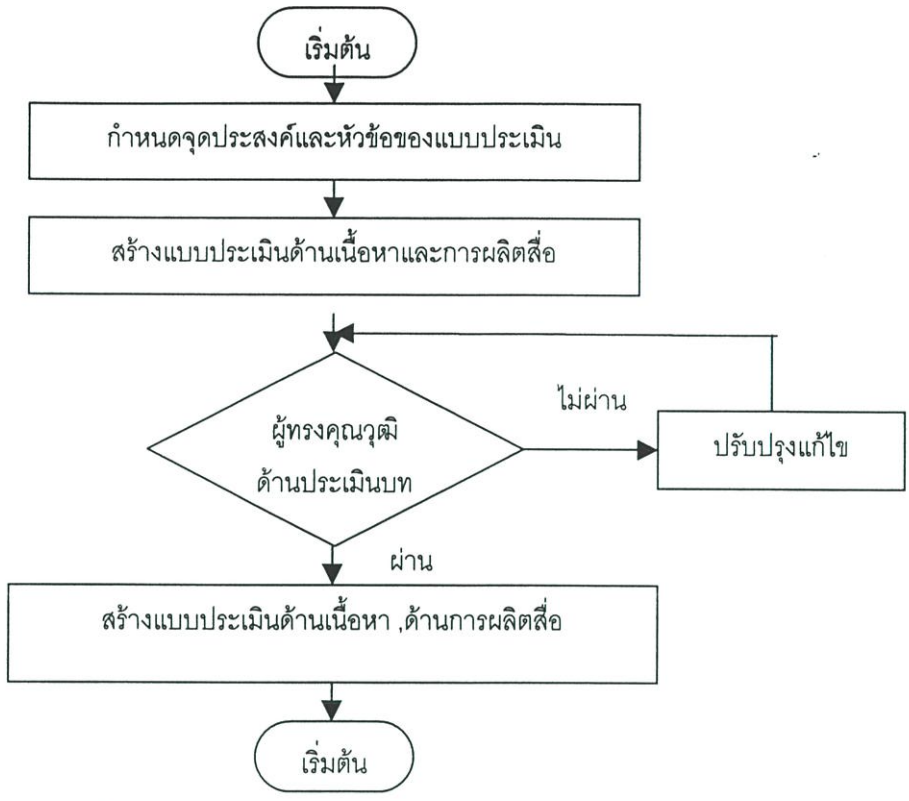
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของแบบประเมินที่ยอมรับคือ ระหว่าง 3.50 – 5.00

1. นำแบบประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและนำมาแก้ไขปรับปรุง

2. นำแบบประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แสดงความคิดเห็น เพื่อประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ(ดูภาคผนวก ง.1 หน้า 124-129)



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ติดต่องานบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลงานวิจัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง

6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากการสอนปกติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยดำเนินการดังนี้

2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้เรียนเข้าใจ

2.2 ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3 เมื่อเสร็จสิ้นจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากบทเรียน

2.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ($E_1 : E_2$)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์หาค่าดังนี้

1.1 หาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ –1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (ชาตรี เกิดธรรม. 2544 : 102)

ได้ข้อสอบที่มีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 80 ข้อ (ดูภาคผนวก จ.1 หน้า 132-135) ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

1.2 ความยากง่าย (P) ขอบเขตความยากง่ายและความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 210)

0.81 – 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61 – 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.41 – 0.60	เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20 – 0.40	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 – 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่าย ตั้งแต่ 0.35-0.75 จำนวน 80 ข้อ(ดูภาคผนวก จ.2 หน้า 134-136)

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ ระหว่าง 0.20 – 0.80

1.3 อำนาจจำแนก (D) ขอบเขตค่าอำนาจจำแนกและความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 211)

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพของข้อสอบพอใช้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

ดังนั้น ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20-0.80 จำนวน 74 ข้อ(ดูภาคผนวก จ.2 หน้า 134-136)

1.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (R_{tt}) โดยให้ขอบเขตค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความหมายดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 199)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ –1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่น -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ 0.75 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น 0.78 (ดูภาคผนวก จ.4 หน้า 137-139)เลือกข้อสอบที่ตรงกับจุดประสงค์ จำนวน 60 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบ

2. **หาคุณภาพของแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้เชี่ยวชาญ โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ (ประคอง กรรณสูตร.** 2538 : 73)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง

ดังนั้นเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินควรอยู่ระหว่าง 3.50 – 5.00

3. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1:E2)

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนตามแผนการสอน โดยใช้ t – test แบบ Independent

3.5 สถิติที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

3.5.1 **สถิติที่ใช้ในการหาความตรงตามเนื้อหา** (ชาตรี เกิดธรรม. 2544 : 101)

สูตร $$IOC = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item – objective Congruence)

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 - 1.00

3.5.2 **สถิติที่ใช้ในการหาค่าความยากง่าย** (Difficulty) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538:210-211)

1. ความยากง่าย (Difficulty) ของข้อสอบ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538:210-211)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ความยากง่าย

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538:210-211)

$$D = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ R คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

R_u คือ จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_l คือ จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

3. การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531;130)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อ

P คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.5.3 หาคุณภาพของสื่อด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้เชี่ยวชาญ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538:210-217)

1. การหาค่าเฉลี่ย

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

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

เมื่อ $S.D.$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูล

3.5.4. สถิติที่หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยยงค์ พรหมวงค์. 2520:136)

$$E_1 = \frac{\sum_X}{\frac{N}{A}} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum_F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของบทเรียน

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum_x$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของนักศึกษาทุกคนที่ทำแบบฝึกหัด

$\sum_F$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของนักศึกษาทุกคนที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักศึกษา

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการนำคะแนนที่ได้จากกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าความแตกต่างโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้(พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2541:138)

สูตร t- test Independent

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^{\,2} + (n_2 - 1)S_2^{\,2}}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มเรียนด้วยการสอนแบบปกติ)

$\bar{X}_2$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (กลุ่มเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน)

S_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

S_2^2 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

n_1 คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

n_2 คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.3) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 :80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์โดยหลักการทางสถิติ และได้นำเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผู้ทรงคุณวุฒิ

4.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ซึ่งผลการสร้างมีดังนี้

4.1.1 เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

4.1.2 ผลการหาความตรงตามเนื้อหา (IOC) โดยนำแบบทดสอบทั้งหมด 108 ข้อ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ –1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 ซึ่งค่าความตรงตามเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และข้อคำถามทั้งหมดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ได้ข้อสอบ 80 ข้อ (ดูภาคผนวก จ.1 หน้า 130-133)

4.1.3 จากนั้นนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียนในรายวิชา การควบคุมมอเตอร์ มาแล้ว ผลการหาค่าความยากง่าย (P) ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่าย ตั้งแต่ 0.35-0.75 จำนวน 80 ข้อ (ดูภาคผนวก จ.2 หน้า134-136) และนำไปหาค่าอำนาจจำแนก (D) ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 จำนวน 74 ข้อ (ดูภาคผนวก จ.2 หน้า134-136) เลือกคะแนนที่ได้จากข้อสอบ 60 ข้อที่คัดแล้ว นำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.78 (ดูภาคผนวก จ.4 หน้า 139 -141)

4.1.4 แบบทดสอบสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ ผู้วิจัยได้มาจากแบบทดสอบที่ผ่านการหาค่าความยาก-ง่ายและนำไปหาค่าอำนาจจำแนกโดยเลือกข้อสอบที่ใช้ได้มา ทั้งหมด 60 ข้อ โดยได้แบ่งเป็นแบบฝึกหัดระหว่างเรียนจำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบให้ผู้เรียนได้ทดสอบหลังเรียน 30 ข้อ

4.2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน ผลคะแนนค่าเฉลี่ยจากการประเมิน ดังนี้

1. แบบประเมินความคิดเห็นด้านเนื้อหา ซึ่งได้ผลการประเมินเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

หัวข้อ	$\overline{X}$	SD	แปลความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ	4.83	0.19	ดีมาก
2. ภาพและภาษา	4.78	0.19	ดีมาก
3. เวลา	4.67	0.38	ดีมาก
รวม	4.79	0.76	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.76 อยู่ในระดับดีมาก (ดูภาคผนวก ง.1 หน้า124-125)

2. แบบประเมินความคิดเห็นด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ผลการประเมินเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ด้านเทคนิคการ ผลิตสื่อ

หัวข้อ	รวม	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลความหมาย
1. ส่วนนำ	59	4.92	0.14	ดีมาก
2. ส่วนนำเสนอ	58	4.89	0.29	ดีมาก
3. รูปแบบการนำเสนอ	192	4.83	0.17	ดีมาก
4. ปฏิสัมพันธ์และการให้ผู้เรียนย้อนกลับ	83	4.61	0.29	ดีมาก
5. การประเมินผล	88	5.00	0.19	ดีมาก
6. องค์ประกอบทั่วไป	57	4.75	0.29	ดีมาก
รวม	537	4.83	0.22	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย 4.83 อยู่ในระดับดีมาก(ดูภาคผนวก ง.2 หน้า 126-129)

4.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์

การหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ ครั้งนี้ ได้ ดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.3.1 การทดลองขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

การทดลองขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ที่สร้างเสร็จแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน (เก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 1 คน) เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนเป็นอย่างดี

4.3.2 **การทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อย**

การทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยการทดลองกับนักเรียนจำนวน 6 คน(เก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 2 คน) เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.3.3 **การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ**

การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ ทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง กลุ่มละ 30 คน 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกคือกลุ่ม กลุ่มที่หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่สามคือ กลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ในขั้นทดสอบกลุ่มย่อยเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาทดลองกับนักเรียนและสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน พบว่านักเรียนมีความสนใจในบทเรียนเป็นอย่างดี

จากผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1) เท่ากับ 84.44 และค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียน (E2) เท่ากับ 83.33 ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (ดูภาคผนวก จ.7 หน้า 145 – 146)

ตารางที่ 4.3 แสดงผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น

ทดสอบเชิงปฏิบัติการ	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1)	760	25.33	84.44
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E2)	750	23.77	83.33

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนพบว่า ค่าสถิติจากแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1) เท่ากับ 84.44 และค่าสถิติจากแบบทดสอบหลังเรียน (E2) เท่ากับ 83.33 ซึ่งได้ประสิทธิภาพผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด (ดูภาคผนวก จ.7 หน้า 145 - 146)

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างจากการกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบจากนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มผู้เรียน	N	$\overline{X}$	SD	t-test
กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	30	25.00	2.32	2.23*
กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ	30	23.37	3.15	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (=0.05, df = 58, t =1.67)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้ 2.23 และเมื่อเปรียบเทียบค่าวิกฤตที่ t ณ. ความเชื่อมั่น 0.05 และ degree of freedom เท่ากับ 58 ได้ค่าเท่ากับ 1.67 ซึ่งค่า t ที่คำนวณ (2.23)มากกว่าค่า t ตาราง (1.67)จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่า กลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05

และเมื่อพิจารณา คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 25.00 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เท่ากับ 23.37 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทั้งสองกลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่ามากกว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่า กลุ่มนักเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์สำหรับนักเรียน ผู้วิจัยพอสรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.2 สมมติฐานการวิจัย

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.7 สรุปผลการวิจัย

5.8 อภิปรายผล

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

5.2 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.3) โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง สาขาไฟฟ้า จำนวน 120 คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)ชั้นปีที่ 3 โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 3 เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

เป็นการเรียนการสอนที่เน้นถึงลักษณะความแตกต่างของผู้เรียนซึ่งเรียนไปตามความสามารถของผู้เรียน โดยผู้สอนทำหน้าที่ให้ความสะดวกในการเรียนหรือเป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษา

5.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทั้งหมด 108 ข้อ โดยสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้ มีค่าตรงตามเนื้อหา (IOC) 0.67–1.00 เหลือ 80 ข้อ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียนในรายการควบคุมมอเตอร์ 421-314 มาแล้ว ผลการหาค่าความ ยากง่าย (P) ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่าย ตั้งแต่ 0.35 – 0.75 จำนวน 80 ข้อ (ดูภาคผนวก จ.2 หน้า134-136) และนำไปหาค่าอำนาจจำแนก (D) ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 จำนวน 74 ข้อ (ดูภาคผนวก จ.2 หน้า134-136) เลือกคะแนนที่ได้จากข้อสอบ 60 ข้อที่ คัดแล้ว นำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.78 (ดูภาคผนวก จ.4 หน้า 139 -141)

5.4.3 แบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยแบ่งออกเป็น 2 คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน ผลคะแนนค่าเฉลี่ยจากการประเมิน ดังนี้

1. แบบประเมินความคิดเห็น ด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.79 อยู่ในระดับดีมาก (ดูภาคผนวก ง.1 หน้า 124-125)

2. แบบประเมินความคิดเห็น ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย 4.87 อยู่ในระดับดีมาก (ดูภาคผนวก ง.2 หน้า 126-129)

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1 ติดต่องานบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย หนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลงานวิจัย (ดูภาคผนวก ก หน้า 96-103)

2. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ (E1:E2) โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ ให้ผู้เรียนเข้าใจ

2.2 ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน เมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละบท แล้วผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

2.3 เก็บคะแนน E1:E2 โดยวิธีการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน E1 (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ) และทำแบบทดสอบหลังเรียน E2 (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ)

2.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกลุ่มทดลองด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าสถิติจากแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1) เท่ากับ 84.44 และค่าสถิติจากแบบทดสอบหลังเรียน (E2) เท่ากับ 83.33 ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80:80 (ดูภาคผนวก จ.7 หน้า 145 - 146)

4. หาคะแนนทางการเรียนจากกลุ่มควบคุมด้วยวิธีการสอนแบบปกติ (ดูภาคผนวก จ.8 หน้า 147)

5. นำผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (t – test แบบ Independent) (ดูภาคผนวก หน้า 149 -151)

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

5.6.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์

5.6.1.1 การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียน ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก (ดูภาคผนวก ง.1 หน้า 124-125) และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 อยู่ในระดับดีมาก (ดูภาคผนวก ง.2 หน้า 126-129)

5.6.1.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ โดยการวิเคราะห์หาจากคะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E1) เท่ากับ 84.44 และค่าคะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียน (E2) เท่ากับ 83.33 (ดูภาคผนวก จ.7 หน้า 145 – 146)

5.6.2 วิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยวิเคราะห์จากผลคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้ t – test แบบ Independent คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 25.33 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เท่ากับ 23.37 คะแนน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่า กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่ามากกว่า กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ และเมื่อเปรียบเทียบค่าวิกฤตที่ t ณ. ความเชื่อมั่น 0.05 และ degree of freedom = 58 ได้ค่า= 1.67 พบว่าค่า t คำนวณมากกว่าค่า t ตาราง

จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่า กลุ่มนักเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ (ดูภาคผนวก จ.9 หน้า 148 - 151)

5.7 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ สรุปผลวิจัยไว้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.44:83.33

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ ของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.8 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่สรุปไว้ข้างต้น สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. ด้านการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ (E_1/E_2) เท่ากับ84.44:83.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 ถือว่ามีประสิทธิภาพ สามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนได้จริง

2. ด้านการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามปกติ ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ สูงกว่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงผลที่เกิดจากการวิจัยเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นั้นได้ยึดหลักขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการสอน 9 ขั้น ของ Robert Gagne′ มาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain Attention) โดยการใช้ภาพ สี และเสียงประกอบ ในการสร้าง Title ได้ใช้กราฟฟิกขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟฟิกขนาดใหญ่

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objectives) ให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาในการเรียน เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น

3. ทบทวนความรู้เดิม (Active Prior Knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิม เตรียมผู้เรียน

4. ให้เนื้อหาความรู้ใหม่ (Present New Information) ใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กระทัดรัด ง่ายและได้ใจความ ภาพที่ใช้เป็นภาพที่มีการตอบโต้กับผู้เรียน เข้าใจง่าย มีการตีกรอบ การกระพริบของเส้นกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร จัดรูปแบบที่น่าอ่าน

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) บทเรียนที่นำเสนอสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่ และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียน

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิดร่วมกิจกรรมซึ่งยิ่งทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี เช่นมีการให้กดสวิตช์เพื่อดูการทำงานของวงจรเพื่อให้ผู้เรียนได้คิดตามโดยมีเส้นแสดงการไหลของกระแสแสดงให้เห็นชัดเจน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) บทเรียนมีกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนโดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนมีการแสดงหน้า แสดงบทเรียนที่ มีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนให้ทันทีหลังจากผู้เรียนเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยจบ โดยจะมีข้อความตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับอยู่ในเฟรมเดียวกัน

8. ทดสอบ (Assess Performance) เป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถจำได้ แบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียนข้อทดสอบ คำตอบและข้อมูลย้อนกลับยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว

9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Promote Retention and Transfer) ให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไร เพื่อทบทวนแนวคิดเสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

จากแนวคิดของ Robert Gagne′ จึงเป็นปัจจัยให้การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามปกติ เพราะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและตั้งใจเรียน อีกทั้งนักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มความสามารถของตนเอง

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า การเสนอเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเสนอภาพและภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา พร้อมคำอธิบายที่ให้ใจความชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายขึ้น จากการสังเกตพฤติกรรมขณะเรียนของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาก โดยที่นักเรียนจะเรียนด้วยความตั้งใจมีการจดบันทึกเพื่อนำเอาไปช่วยในการตอบแบบฝึกหัด เมื่อนักเรียนเรียนผ่านบทเรียนในแต่ละบทเรียนและทำแบบฝึกหัดผ่านไปแล้ว นักเรียนแสดงออกถึงความดีใจในผลสำเร็จของตนเองนักเรียนบางคนที่ทำแบบฝึกหัดไม่ผ่านหรือได้คะแนนน้อยในครั้งแรก จะให้ความสนใจกับบทเรียนเพิ่มมากขึ้น

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนที่ผู้เรียนจะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียนควรมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานคอมพิวเตอร์และทำความคุ้นเคยกับการใช้คอมพิวเตอร์ก่อน เพื่อความคล่องตัวในการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ผู้สอนควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. ควรส่งเสริมให้มีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและใช้งานแพร่หลายมากขึ้นโดยเฉพาะวิชาการควบคุมมอเตอร์ เนื่องจากเนื้อหาในรายวิชานี้จะมีรูปภาพและภาพการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ถ้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปภาพแสดงการทำงานก็จะสามารถแสดงรายละเอียดได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจง่ายขึ้น

4. ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียนควรศึกษาวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและปฏิบัติตามขั้นตอนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางการเรียนสูงสุด

5. คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้เรียนควรใช้เป็นส่วนหนึ่งของคะแนนผลการเรียนปกติที่เรียนในห้องเรียน เพื่อเป็นการดึงดูดผู้เรียนให้เกิดความสนใจต่อเนื้อหาและการทำแบบทดสอบประเมินผลมากขึ้น

6. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ทางด้านโปรแกรมที่หลากหลาย เนื่องจากจำเป็นต้องใช้ความสามารถของแต่ละโปรแกรมร่วมกันเพื่อให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ เช่น Macromedia Photoshop,Authoring Program เป็นต้น

7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเสียงประกอบควรจัดเตรียมหูฟังไว้ใช้ฟังเสียงเฉพาะส่วนบุคคล เพื่อไม่ให้เสียงไปรบกวนสมาธิผู้เรียนคนอื่น

5.9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งต่อไปที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการควบคุมมอเตอร์แบบอื่นที่ยังไม่ได้มีการจัดทำ เช่น การต่อวงจรแต่ละเส้นของวงจรในตู้ควบคุม

2. เวลาในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนค่อนข้างจำกัดทำให้ต้องมีการจำกัดเนื้อหาในการนำเสนอน้อยเกินไป

บรรณานุกรม

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. "**การออกแบบจอคอมพิวเตอร์ : การเลือกสี.**" วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมพระนครเหนือ.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. **"เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา"** ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2538. "**แนวคิดหาประสิทธิภาพบทเรียน** CAI." วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่5 ฉบับที่ 3 กรุงเทพฯ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กิดานันท์ มลิทอง. 2531. **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2545. **หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่**. [Online]. Available : http://www.thaicai.com/articles/cai4.html.

ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์. 2528. **การเลือกและการใช้สื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษาคณะศึกษาคณะศึกษาศาสตร์วิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชิษณุพงศ์ ภู่ระหงษ์. 2546. "**การใช้คำสั่งพื้นฐานในการเขียนแบบไฟฟ้า**. " วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชัยยงค์ พรมวงค์ และคณะ. 2520. **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นิตยารัตน์ คงนาลึก .2546 **การสร้างแบบทดสอบ**. [Online]. Available : http://mail.rint.ac.th/~edu/vijai_nit/lesson4.doc

นิภา เมธาวีชัย. 2536. การประเมินผลการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เอกสารตำราสถาบันราชภัฏธนบุรี

ญาณี ฉันทศาสตร์พงศ์. 2535. "**ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดกลุ่มผู้เรียนตามลักษณะบุคลิกภาพกับรูปแบบการกำหนดอัตราความก้าวหน้าในการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อกรเรียนรู้**."ปริญญานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ถนอมพร ตันพิพัฒน์. 2539. "**คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา**." วารสารครุศาสตร์ ปีที่ 24 ฉบับที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541. **คอมพิวเตอร์ในสังคมปัจจุบัน**. กรุงเทพฯ : ธนวัชช์การพิมพ์.

ทักษิณา สวนานนท์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา**. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

นิภาพรรณ คงแก้ว. 2540. "**การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้ เบื้องต้น** เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ." วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญชม ศรีสะอาด. 2537. **การพัฒนาการสอน**. กรุงเทพฯ : สุรีวิริยาสาสน์.

ประคอง กรรณสูตร. 2538. **สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา จุลชัยวรกุล. 2538. "**การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำด้วยลูกศรเคลื่อนที่มีเสียงและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำด้วยลูกศรเคลื่อนที่ไม่มีเสียง**." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2541. **เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติสำหรับการวิจัย**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรเทพ เมืองแมน. 2544. การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware. กรุงเทพฯ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

พิณทิพย์ ทวยเจริญ. 2532.**การวิเคราะห์ความผิดปกติทางการพูดของเด็กไทยเชิงภาษาศาสตร์**. [Online]. Available : http://www.erri.tu.ac.th/ResearchTiltle.asp

ไพศาล หวังพานิช. 2546. การวัดผลการศึกษา. **พิมพ์ครั้งที่** 1. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ไพฑูรย์ แสนดี. 2544. "**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เทอร์มัลโอเวอร์โหลดรีเลย์**." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ภัทรา นิคมานนท์. 2540 . **การประเมินผลการเรียน.** ภาควิชาทดสอบและวิจัย คณะครุศาสตร์สถาบันราชภัฏจันทร์เกษม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ทิพย์วิสุทธิ์ การพิมพ์.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2531. **การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน ไมโครคอมพิวเตอร์**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. **หลักการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : ศึกษาพรจำกัด.

วรรธนรรจ์ ปฏิทัศน์. 2546. "**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟายร์**" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วารินทร์ รัศมีพรม. 2541. **การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน.** มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒม์ประสานมิตร (อัดสำเนา).

วีระ ไทยพานิช. 2537. **บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** รวมบทความเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

วัลลภ พัฒนพงศ์. 2538. **เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบทเรียนโปรแกรมในการสอนวิชาเขียนแบบงานท่อ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศิริชัย งามวัฒน์. 2540. "**การพัฒนาชุดการสอนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นหลักในการสอนวิชา ปฏิบัติเครื่องปรับอากาศ**" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมบัติ น้อยประเสริฐ. 2532. "**การสร้างและการหาบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน "เรื่องการใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD ช่วยในการเขียนแบบ" ของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.**" วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมพงษ์ วงชัยประทุม. 2534. "**ผลของรูปแบบการให้ผลย้อนกลับโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ของนักศึกษาปริญญาตรีที่มีผลการเรียนต่างกัน.**" วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมสิน วางขุนทด. 2538. "**การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องวงจรคอมบิเนชั่นวิชาดิจิตอลเทคนิค." ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและชุดแบบเรียนสำเร็จรูปกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการเรียนเสริม** กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531. **การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน.** เอกสารการประชุมวิชาการเรื่องเทคโนโลยีกับการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. "**การออกแบบทบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.**" วารสารรามคำแหง.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สุธิดา สุวรรณธาดา. 2538. **"ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางการเรียนชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหาร."**วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธีร์ กิจฉวี. 2543. **"บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจรคอมบิเนชั่น."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2544. **เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา**. ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2525. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อดิเทพ ไข่เพชร. 2533. **"การสร้างและหาประสิทธิภาพโปรแกรมเรียนด้วยตนเอง เรื่องภาษาแอสแซมบลี้ Z-80 กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์."** วิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : บริษัทคอมแมนเพรส.

อร่ามศรี อาภาอดุล. 2537. **"การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนสไลด์ เทปวีดีทัศน์ และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและนิวเมติกส์."**วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อธิพร ศรียมก. 2525. **เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา เล่ม3 หน่วยที่ 11-15.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

อาทิตย์ จิรวัฒผล. 2538. **"บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์."** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อำนวย เดชชัยศรี. 2542. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. [Online]. Available : http://www.thaicai.com/articles/cai1.html.

Allissi , Stephen M. and Trollip, Stanlcy R. 1991 **Computer-Based Instruction : Methods and Development**. New Jersey : Prentice Hall.

Dewey, John.1940. [Online].Available http://www.edu.nu.ac.th/wbi/355201/webtechno/technology_2.htm

Gagne, Robert M. and Briggs, Leslic. 1988. **Principle of Instruction Design.** 3rd Ed New York. Holt, Richart and Wiston, Inc.

Hall, keith A. 1982. **"Computer-Based Education."** Encyclopedia of Education of Education Research 3.

Miller, Elixabeth B. 1994. **The Internet Resource Directory for K-12 Teacher and Librariandd. Libraries Unlimited,** Inc. USA

Thorndike, Edward L.1900. [Online].Available :http://www.edu.nu.ac.th/wbi/355201/web-techno/technology_2.htm

Skinner.B.F. 1900. [Online].Available :http://www.edu.nu.ac.th/wbi/355201/web-techno/technology_2.htm

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นางสาวอัชรี หมอยาดี รหัสประจำตัว 45063223 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ (COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON MOTOR CONTROL CIRCUIT)" โดยมี ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ฉันทนา โหมดมณี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2547

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2547

(รองศาสตราจารย์บุญวัฒน์ อัตชู)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ศธ 0524.04 / 2708

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

21 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ใหญ่โรงเรียนเทคโนโลยีแห่งลมทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1.ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวอัชรี หมอยาดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวอัชรี หมอยาดี ใช้แบบประเมินในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

ที่ ศธ 0524.04/ 2368

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๙ พฤษภาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์จงรักษ์ ตุมศิริ

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1.แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด
2.แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวอัชรี หมอยาดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวอัชรี หมอยาดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

ที่ ศธ 0524.04/ 2368

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๙ พฤษภาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์อาคม ลักษณะสกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1.แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด
2.แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวอัชรี หมอยาดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวอัชรี หมอยาดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

ที่ ศธ 0524.04/ 2368

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓๙ พฤษภาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนเพื่อการวิจัย

เรียน นายเทอดนรินทร์ ทองลี

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1.แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด
2.แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวอัชรี หมอยาดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวอัชรี หมอยาดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ **2368** **วันที่** ๒๙ พฤษภาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนเพื่อการวิจัย

เรียน นายวัชรินทร์ คงพิบูลย์

ด้วย นางสาวอัชรี หมอยาดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวอัชรี หมอยาดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อและแบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการวิจัย จำนวน 2 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 2368

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๗ พฤษภาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วารินทร์ ผลละมุด

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1.แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด
2.แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวอัชรี หมอยาดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวอัชรี หมอยาดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

ที่ ศธ 0524.04/ 2368

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๙ พฤษภาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วิเชียร พุ่มพวง

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1.แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด
2.แบบประเมินค่าความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวอัชรี หมอยาดี นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวอัชรี หมอยาดี มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิและแบบประเมินสื่อ

1. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
2. แบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา
3. แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. **ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา**
   1. อาจารย์อาคม ลักษณะสกุล
      ตำแหน่ง : หัวหน้าสาขาไฟฟ้า โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง
   2. นายเทอดนรินทร์ ทองลี
      ตำแหน่ง : ช่างเทคนิคสายอากาศ 4 การไฟฟ้านครหลวง
   3. อาจารย์จงรักษ์ ตุมศิริ
      ตำแหน่ง : อาจารย์สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิคส์ วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ราชวาง

2. **ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ**
   1. อาจารย์วารินทร์ ผลละมุด
      ตำแหน่ง : หัวหน้าสาขาคอมธุรกิจ โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง
   2. อาจารย์วิเชียร พุ่มพวง
      ตำแหน่ง : อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนศรีพฤฒมา
   3. นายวัชรินทร์ คงพิบูลย์
      ตำแหน่ง : นักวิชาการงานโสต ลฯ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
เนื้อหาและการนำเสนอ					
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม.....	.....	.....	.....	.....	.....
- ความถูกต้องของเนื้อหา.....	.....	.....	.....	.....	.....
- ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน....	.....	.....	.....	.....	.....
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน.....	.....	.....	.....	.....	.....
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา.....	.....	.....	.....	.....	.....
- ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา.....	.....	.....	.....	.....	.....
ภาพและภาษา					
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้.....	.....	.....	.....	.....	.....
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้.....	.....	.....	.....	.....	.....
- ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
เวลา					
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา.....	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด.....	.....	.....	.....	.....	.....

ความคิดเห็นอื่น ๆ

(โปรดระบุ).....

.....

คะแนนรวม.....คะแนน ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

คิดเป็นร้อยละ.....% (.....)

ตำแหน่ง.....

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

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
	5	4	3	2	1
ส่วนนำ					
1. เร้าความสนใจในรูปแบบที่เหมาะสม					
2. วิธีบอกวัตถุประสงค์น่าสนใจ					
3. ให้ข้อมูลและคำแนะนำในการใช้บทเรียน					
4. ความง่ายและน่าสนใจในการใช้บทเรียน					
ส่วนการนำเสนอ					
1. เนื้อหา					
1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา/หลักเกณฑ์					
1.2 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน					
1.3 สอดคล้องของหลักสูตรโดยตรง/โดยภาพรวม					
1.4 ความยาวของเนื้อหาและบทเรียนเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
2. รูปแบบการนำเสนอ					
2.1 ความเหมาะสมในการใช้ภาพ เสียง และ/หรือกราฟฟิกประกอบ					
2.2 ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร					
2.3 ความเหมาะสมของการใช้สีในการออกแบบจอภาพ					
2.4 คุณภาพของภาพ กราฟฟิก เสียง และ/หรือภาพเคลื่อนไหว ประกอบบทเรียน					
2.5 การออกแบบหน้าจอโดยรวม					
2.6 เทคนิคการนำเสนอทำให้เห็นความต่อเนื่องของเนื้อหา					
2.7 เทคนิคการนำเสนอทำให้เห็นความต่อเนื่องของเนื้อหา					
2.8 การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมทิศทางและความช้า/เร็ว ในการเรียน					
2.9 การให้ความช่วยเหลือหรือแนะนำเมื่อผู้เรียนต้องการ					
2.10 การชี้แนะหรือสรุปแนวคิดสำหรับในช่วงจังหวะที่เหมาะสม					
2.11 ใช้ภาษาที่สั้น กระชับ ถูกต้องและเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
2.12 ให้ตัวอย่างในปริมาณและโอกาสที่เหมาะสม					
2.13 ปริมาณของข้อมูลนำเสนอของแต่ละหน้าจอโดยภาพรวม					
2.14 การนำเสนอสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของหลักสูตร					
ปฏิสัมพันธ์และการให้ผู้ย้อนกลับ					
1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียน					
2. ความหลากหลายและความเหมาะสมของรูปแบบของปฏิสัมพันธ์					
3. ความเหมาะสมและความถูกต้องตามหลักการให้ผลย้อนกลับ					
4. การถามคำถามที่กระทัดรัด ชัดเจน					
5. ความชัดเจนของคำสั่งหรือคำแนะนำในการตอบคำถาม					
6. คำถามสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
	5	4	3	2	1
การประเมินผล					
1. มีการประเมินแบบฝึกหัดเป็นระยะๆ เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนพร้อมทั้งให้คำชี้แนะที่เหมาะสม					
2. มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์					
3. ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง					
4. มีเทคนิคการออกข้อสอบหรือแบบฝึกหัดที่ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล					
5. มีการประยุกต์หลักการและทฤษฎีต่างๆเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะทดสอบความสามารถ					
6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบก่อนหรือหลังเรียนเพื่อวัดระดับความรู้					
องค์ประกอบทั่วไป					
1. ความง่ายในการติดตั้งโปรแกรม หรือการใช้งาน					
2. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือก options ต่างๆ					
3. อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้					
4. ความเหมาะสมของโปรแกรมกับ Hardware ที่มีอยู่ในปัจจุบัน					

ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

คะแนนรวม.....คะแนน ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

คิดเป็นร้อยละ.....% (.....)

...../...../..... ตำแหน่ง.....

(ผศ.ดร.สุกรี รอดโพธิ์ทอง : ออกแบบ)

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์เนื้อหาและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสร้างแบบทดสอบ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. เฉลยแบบทดสอบ

ตารางที่ ค.1 แสดงน้ำหนักความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาบทเรียน

เนื้อหา	รู้	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวม	ลำดับความสำคัญ
	10	10	10	10	10	10		
หน่วยที่ 1 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง	4	7	0	7	0	0	18	4
หน่วยที่ 2 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแสดงสัญญาณเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด	7	7	0	4	0	0	18	3
หน่วยที่ 3 การกลับทางหมุนมอเตอร์	10	10	7	10	0	0	37	1
หน่วยที่ 4 การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า	10	10	5	10	0	0	35	2
รวม	31	34	12	31	0	0	108	
ลำดับ	3	1	4	2	0	0		

น้ำหนักคะแนนจากตารางที่ ค. 1 ซึ่งมีคะแนน 108 คะแนน มาคำนวณโดยวิธีการเปรียบเทียบสัดส่วนจากคะแนน 108 คะแนน ให้เหลือ 30 คะแนน คะแนนที่ได้เป็นที่เหมาะสมเพื่อมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ โดยผลที่ได้จะแสดงเป็นตัวเลขทศนิยม ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ค.2 แสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาบทเรียน โดยแปลงจากคะแนน 108 คะแนน เป็น 30 คะแนน (ทศนิยม)

เนื้อหา	รู้	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวม	ลำดับความสำคัญ
	10	10	10	10	10	10		
หน่วยที่ 1 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง	1.11	1.94	0	1.94	0	0	5	4
หน่วยที่ 2 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแสดงสัญญาณเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด	1.94	1.94	0	1.11	0	0	5	3
หน่วยที่ 3 การกลับทางหมุนมอเตอร์	2.77	2.77	1.9	2.7	0	0	10	1
หน่วยที่ 4 การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า	2.77	1.77	1.39	2.78	0	0	10	2
รวม	8.61	9.44	3.33	8.61	0	0	30	
ลำดับ	3	1	4	2	0	0		

นำคะแนนที่ได้จาก ค. 1 มาปรับให้เป็นจำนวนเต็ม เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กับเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละเรื่องว่าควรมีแบบทดสอบจำนวนกี่ข้อ โดยมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ค.3 แสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาบทเรียน โดยแปลงจากคะแนน 108 คะแนน เป็น 30 คะแนน (จำนวนเต็ม)

เนื้อหา	รู้	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวม	ลำดับความสำคัญ
	10	10	10	10	10	10		
หน่วยที่ 1 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง	1	2	0	2	0	0	5	4
หน่วยที่ 2 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแสดงสัญญาณเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด	2	2	0	1	0	0	5	3
หน่วยที่ 3 การกลับทางหมุนมอเตอร์	2	3	1	4	0	0	10	1
หน่วยที่ 4 การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า	2	5	1	2	0	0	10	2
รวม	7	12	2	9	0	0	30	

จากตารางการแปลงคะแนนข้างต้นพบว่า จากคะแนน 108 คะแนน เป็น 30 คะแนน มีรายละเอียด ดังนี้ ลำดับความสำคัญคือ การกลับทางหมุนมอเตอร์ นั้นมีความสำคัญมากที่สุดมีคะแนน 10 คะแนน และเรื่องการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า มีคะแนน 10 คะแนน เรื่องการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแสดงสัญญาณเมื่อเกิดโอเวอร์โหลดมีคะแนน 5 คะแนน และเรื่องการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงมี คะแนน 5 คะแนน มีความสำคัญน้อยที่สุด ส่วนลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พบว่า การวัดในระดับความเข้าใจ มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือระดับการวิเคราะห์ ระดับความรู้ และระดับความเข้าใจมีความสำคัญเป็นลำดับสุดท้าย

แบบทดสอบระหว่างเรียน(แบบฝึกหัด)

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

หน่วยเรียนที่ 1 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง

1. การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง ควรใช้กับมอเตอร์ขนาดเท่าไร(ความจำ)

ก. 3-12 kW ข. 5-20 kW

ค. 10 kW ง. 20 kW ขึ้นไป

เฉลย ข้อ ก.

2. วงจรในส่วนใดของวงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงที่ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าคอล์ยแม่เหล็ก? (เข้าใจ)

ก. วงจรหยุด (Stop) ข. วงจรสตาร์ท(Start)

ค.วงจรคงสภาพการทำงาน (Holding) ง. วงจรป้องกันมอเตอร์ (Protection)

เฉลย ข้อ ข.

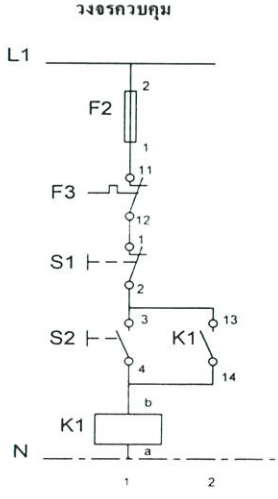
3.วงจรในส่วนใดของวงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงที่ทำหน้าที่ในการหยุดการทำงานของมอเตอร์ (เข้าใจ)

ก. วงจรหยุด (Stop) ข. วงจรสตาร์ท(Start)

ค. วงจรคงสภาพการทำงาน (Holding) ง. วงจรป้องกันมอเตอร์ (Protection)

เฉลย ข้อ ก.

4. จากรูปวงจรเมื่อกดสวิตช์ S2 คอนแทคเตอร์ K1 ทำงาน ในแถวที่ 2 มีคอนแทคช่วยจะเป็นอย่างไร(วิเคราะห์)



ก. คอนแทคช่วยอยู่ในสภาวะ NO

ข. คอนแทคช่วยจะกลับสภาวะจากNO เป็นNC

ค. คอนแทคช่วย K1กลับสภาวะพร้อมกด S1

ง. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น

เฉลย ข้อ ข.

5. จากรูปวงจรในข้อ 4 ถ้าต่อคอนแทคช่วย K1 ไว้หน้า S1 จะเกิดอะไรขึ้น(วิเคราะห์)

ก. เมื่อกด S2 มอเตอร์ทำงาน กด S1 มอเตอร์หยุดทำงาน

ข. เมื่อกด S2 มอเตอร์ทำงาน กด S1 มอเตอร์ยังคงทำงาน

ค. เกิดลัดวงจร

ง. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น

เฉลย ข้อ ข.

หน่วยเรียนที่2 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงแสดงสัญญาณเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด

1. ข้อใดเป็นสภาวะการทำให้โอเวอร์โหลดกลับมาทำงานอีกครั้งหลังจากที่โอเวอร์โหลดตัดวงจร (เข้าใจ)

ก. Trip ข. Reset

ค. ON ง. OFF

เฉลย ข้อ ข.

2. โอเวอร์โหลดรีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานคล้ายกับอุปกรณ์ในข้อใด(ความจำ)

ก. Over Voltage ข. Circuit breaker

ค. Fuse ง. Timer relay

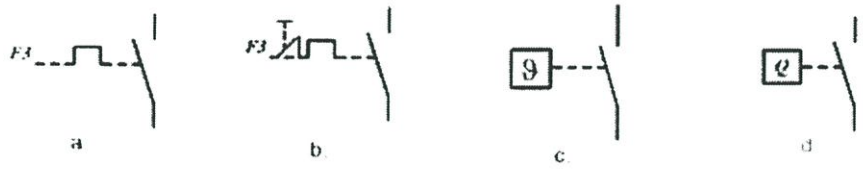
เฉลย ข้อ ค.

3. จากสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ ข้อใดคือสัญลักษณ์ของโอเวอร์โหลดแบบมีรีเซ็ท (ความจำ)

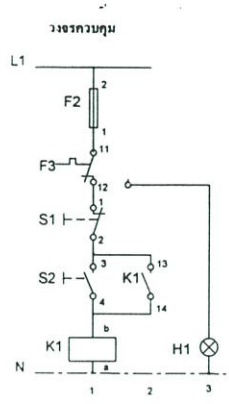
ก. a. ข. b

ค. c ง. D

เฉลย ข้อ ข.



4. จากวงจรแสดงสัญญาณเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด เมื่อกดสวิตช์ S2 คอนแทค K1 ทำงานเมื่อมีกระแสไหลเกินจะเกิดอะไรขึ้นในวงจร(วิเคราะห์)



ก. F3 ทำงาน หลอด H1 ทำงาน

ข. คอนแทค K1 ยังคงทำงานปกติ

ค. F3 ทำงาน กด Reset จะกลับสภาวะ เดิม

ง. F2 ขาด

เฉลย ข้อ ก.

5. ในวงจรกำลัง(Power)การควบคุมมอเตอร์ โอเวอร์โหลดต่ออยู่ตรงส่วนใดของวงจร (เข้าใจ)

ก. ต่อระหว่างสายเมนกับเบรกเกอร์ ข. ต่อระหว่างเบรกเกอร์กับคอนแทคเตอร์

ค. ต่อระหว่างคอนแทกเตอร์กับมอเตอร์ ง. ต่อระหว่างฟิวส์กับคอนแทคเตอร์

เฉลย ข้อ ค.

หน่วยเรียนที่ 3 การกลับทางหมุนมอเตอร์

1. มอเตอร์กระแสสลับสามเฟสกลับทางหมุนได้อย่างไร(ความจำ)

ก. สลับต้นสายของมอเตอร์ทั้ง 3 ปลายพร้อมกัน (U1, V1, W1)

ข.สลับสายจ่ายพร้อมกันทั้ง 3 สาย (L1, L2,L3)

ค.สลับต้นสายของมอเตอร์คู่ใดคู่หนึ่งเพียงคู่เดียวที่เหลืออีกปลายหนึ่งให้คงไว้เหมือนเดิม

ง. สลับที่คอนแทคเตอร์ทั้งสามสาย

เฉลย ข้อ ค.

2. ถ้าคอนแทกเตอร์ K1 และ K2 ทำงานพร้อมกันในวงจรการกลับทางหมุนจะเกิดอะไร? (นำไปใช้)

ก. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น ข. เกิดการลัดวงจร

ค. มอเตอร์จะไม่หมุน ง. มอเตอร์จะหมุนไปทั้งด้านซ้าย และขวา

เฉลย ข้อ ข.

3. ถ้าคอนแทกเตอร์ K1 ทำงานมอเตอร์หมุนขวา กดสวิตช์ S3 มอเตอร์ก็ยังคงหมุนขวาอยู่น่าจะเกิดจากสาเหตุใด (เข้าใจ)

ก. ต่อวงจรกำลังผิด ข. ต่อวงจรควบคุมผิด

ค. ไม่ทราบสาเหตุ ง. โอเวอร์โหลดเสีย

เฉลย ข้อ ข.

4. วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ใช้คอนแทคเตอร์อย่างน้อยกี่ตัว(ความจำ)

ก. 1 ตัว ข. 2 ตัว

ค. 3 ตัว ง. 4 ตัว

เฉลย ข้อ ข

5. ข้อใดเป็นลักษณะทำงานของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ Reversing After Stop(เข้าใจ)

ก. เมื่อกด S2 มอเตอร์หมุน เมื่อปล่อยมือมอเตอร์จะหยุด และเมื่อกด S3 มอเตอร์จะกลับทางหมุนเมื่อปล่อยมือมอเตอร์จะหยุด

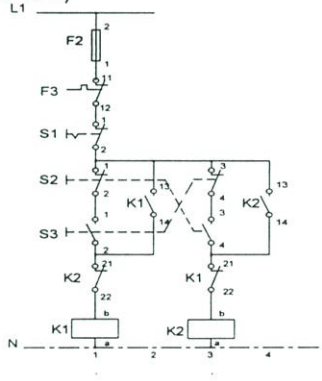
ข. เมื่อกด S2 มอเตอร์จะหมุนค้าง เมื่อกด S3 มอเตอร์จะกลับทางหมุน

ค. เมื่อกด S2 มอเตอร์หมุน เมื่อกด S3 ไม่มีอะไรเกิดขึ้น ต้องกด S1 ให้วงจรหยุดการทำงานก่อนแล้วค่อยกด S3 มอเตอร์จะกลับทางหมุน

ง. เมื่อกด S2 มอเตอร์หมุน เมื่อกด S3 มอเตอร์จะหยุดทำงาน

เฉลย ข้อ ค.

6. จากวงจรถ้าคอนแทคช่วย K1 ในแถวที่ 2 และคอนแทคช่วยในแถวที่ 4 เสีย จะมีอะไรเกิดขึ้นในวงจร(วิเคราะห์)



ก. เกิดการลัดวงจร

ข. ข. วงจรจะทำงานเหมือนวงจร Direct reversing

ค. วงจรทำงานเหมือนเดิม

ง. มอเตอร์ไม่หมุน

เฉลย ข้อ ข.

7. วงจร Reversing After Stop ถ้ากด S2 และ S3 พร้อมกันจะเกิดอะไรขึ้น(วิเคราะห์)

ก. ไม่มีคอนแทคตัวไหนทำงาน ข. คอนแทคเตอร์ K1 ทำงาน

ค. เกิดการลัดวงจร ง. คอนแทคเตอร์ K2 ทำงาน

เฉลย ข้อ ค.

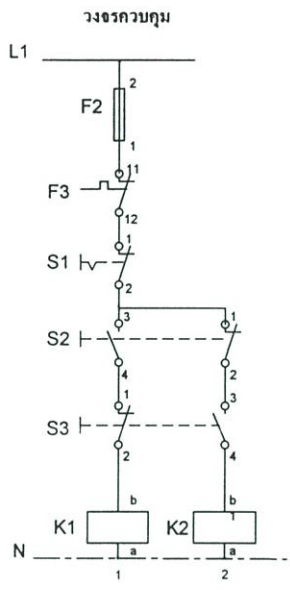
8. เมื่อกด S2 K1 ทำงาน และถ้ากด S3 ขณะที่ S2 ยังกดอยู่ จะเกิดอะไรขึ้นในวงจร(วิเคราะห์)

ก. K1 ยังคงทำงานอยู่ ข. K1 โดนตัดออกจากวงจร

ค. K1 หยุดทำงานและไม่มีคอนแทคตัวไหนทำงาน ง. K2 จะทำงาน

เฉลย ข้อ ก.

9. จากรูปวงจรสวิตช์ปกติปิด S2 ในแถวที่ 2 ทำหน้าที่อะไร(เข้าใจ)



ก. เป็นตัว Interlock ไม่ให้ K2 จะทำงานในขณะที่ K1 ยังคงทำงานอยู่

ข. ต่อให้ K2 จะทำงาน

ค. ต่อให้ K1 ทำงานตลอดเวลา

ง. ช่วยในการกลับทางหมุน

เฉลย ข้อ ก.

10. วิธีการกลับทางหมุนแบบ Reversing by Jogging เหมาะกับงานประเภทไหน(ความจำ)

ก. เครนยกของ ข. ลิฟท์

ค. ปั๊มน้ำ ง. ใช้ได้ทุกข้อ

เฉลย ข้อ ก.

หน่วยเรียนที่ 4 การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า

1. การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์- เดลต้า มีประโยชน์อย่างไร(ความจำ)

ก. ลดแรงดันขณะสตาร์ท ข. ลดกระแสขณะสตาร์ท

ค. เพิ่มแรงบิดขณะสตาร์ท ง. ลดการทำงานของคอนแทค

เฉลย ข้อ ข.

2. ข้อใดเป็นการต่อแบบ Y หรือ Star ("-" หมายถึง ต่อถึงกัน) (ความจำ)

ก. U1-L1, V1-L2, W1-L3 และ U2-V2-W2 ต่อถึงกัน

ข. U1-W1, V1-U2, W1-V2 และ U1-L1, V1-L2, W1-L3

ค. U1-U2,V1-V2,W1-W2 และ U1-L1, V1-L2, W1-L3

ง. U1-V2,W1-U2,V1-W2 และ U2-L1, V2-L2, W2-L3

เฉลย ข้อ ก.

3. วงจรการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตาแบบอัตโนมัติ คอนแทกเตอร์ K3 ทำหน้าที่อะไร (นำไปใช้)

ก. ต่อวงจรมอเตอร์ให้เป็นแบบสตาร์ ข. ต่อวงจรมอเตอร์ให้เป็นแบบเดลต้า

ค. เป็นคอนแทกเตอร์หลักของวงจร ง. ต่อทั้งสตาร์และเดลตา

เฉลย ข้อ ข.

4. ถ้าคอนแทคช่วย K4T ในแถวที่ 1 ไม่ทำงานน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร(วิเคราะห์)

ก. ไม่ได้จ่ายไฟเข้าคอยล์ K4T ข. ไม่ได้ตั้งเวลา

ค. ต่อผิด ง. ต้องต่อไว้หน้า K1

เฉลย ข้อ ข.

5. ถ้าคอนแทคช่วย K2 ในแถวที่ 4 และคอนแทคช่วย K3 ในแถวที่ 1 ทำงานหน้าที่อะไร (วิเคราะห์)

ก. ต่อให้ K2 และ K3 ทำงาน ข. เป็นตัวป้องกันไม่ให้ K2 และ K3 ทำงานพร้อมกัน

ค. ต่อแบบสตาร์ ง. ต่อให้ Timer relay

เฉลย ข้อ ข.

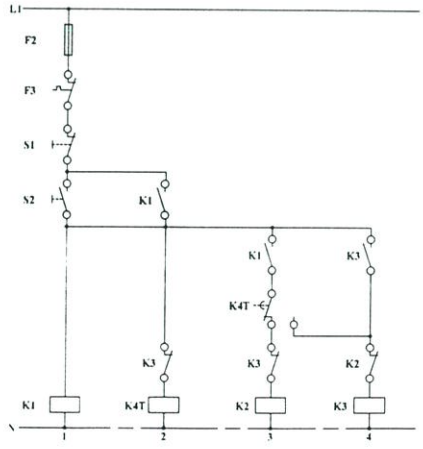
6. ถ้าคอนแทกเตอร์ K2 และ K3 ทำงานพร้อมกันในวงจรสตาร์ทมอเตอ์แบบสตาร์-เดลต้า (วิเคราะห์)จะเกิดอะไรขึ้น?

ก. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น ข. เกิดการลัดวงจร

ค.มอเตอร์จะไม่หมุน ง. มอเตอร์ยังคงทำงานได้ตามปกติ

เฉลย ข้อ ข.

7. จากวงจร คอนแทคเตอร์ K2 ทำหน้าที่อะไรในวงจร(เข้าใจ)



ก. ต่อแบบสตาร์

ข. ต่อแบบเดลต้า

ค. คอนแทคหลัก

ง. ต่อทั้งสตาร์-เดลต้า

เฉลย ข้อ ก.

8. จากวงจรในข้อ 7 Timer relay ทำหน้าที่อะไรในวงจร(เข้าใจ)

ก. ตัด K2 และต่อให้ K3 ทำงาน

ข. เป็นตัวป้องกันไม่ให้ K3 ทำงาน

ค.เป็นตัวต่อให้ K2 ทำงาน

ง. ไม่มีข้อถูก

เฉลย ข้อ ก.

9. ข้อใดเป็นการสตาร์ทมอเตอร์โดยการต่อขดลวดภายในแบบวาร์ยและแบบสามเหลี่ยม (เข้าใจ)

ก. Slip Ring Starter

ข. Solid State Motor Starter

ค. Star-Delta

ง. Part-winding Starter

เฉลย ข้อ ค.

10. ขณะที่มอเตอร์ทำงานแบบสตาร์มีคอนแทคเตอร์ตัวไหนทำงานบ้าง(ความจำ)

ก. K1 และ K2

ข. K1 และ K4T

ค. K1 และ K3

ง. K4T และ K2

เฉลย ข้อ ก.

แบบทดสอบหลังเรียน

ให้เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงหมายถึงอะไร(ความจำ)

ก. การต่อมอเตอร์เข้ากับโอเวอร์โหลดแล้วไม่ได้รับแรงดันเต็มพิกัด

ข. การต่อมอเตอร์เข้ากับสายเมนโดยได้รับแรงดันเต็มพิกัด

ค. การต่อมอเตอร์ด้วยสวิตช์กำลัง โดยไม่ได้รับแรงดันเต็มพิกัด

ง. การต่อมอเตอร์โดยผ่านคอนแทคช่วย

เฉลย ข้อ ข

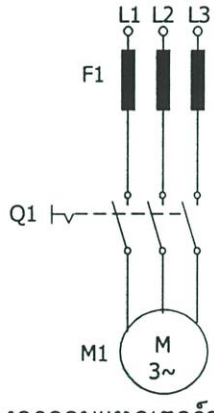
2. คอนแทคเตอร์ทำงานโดยอาศัยหลักในข้อใดต่อไปนี้(เข้าใจ)

ก. สวิตช์ ข. อำนาจแม่เหล็ก

ค. ความร้อน ง. สนามไฟฟ้า

เฉลย ข้อ ข.

3. จากวงจรกำลังเป็นการสตาร์ทมอเตอร์แบบใด(เข้าใจ)



ก. Direct Start

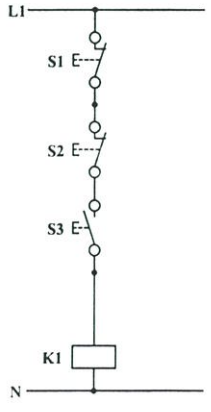
ข. Direct reversing

ค. Reversing After stop

ง. Jogging

เฉลย ข้อ ก.

4. จากรูปวงจรคอนแทคเตอร์จะทำงานเมื่อใด(วิเคราะห์)



ก. เมื่อกด S1 และ S2 พร้อมกัน

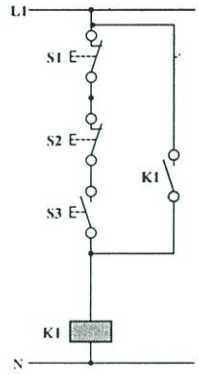
ข. เมื่อกด S3 ค้างไว้

ค. เมื่อกด S1 แล้วปล่อย

ง. เมื่อกด S2 แล้วปล่อย

เฉลย ข้อ ข.

5. จากรูปวงจรคอนแทคเตอร์จะหยุดทำงานเมื่อใด(วิเคราะห์)



ก. เมื่อกด S2 ค้างไว้

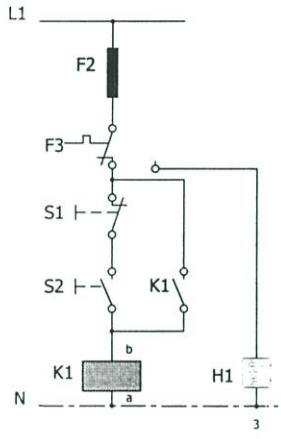
ข. เมื่อกด S3 ค้างไว้

ค. เมื่อปลดสายที่จ่ายไฟออก

ง. เมื่อกด S2 แล้วปล่อย

เฉลย ข้อ ค.

6. จากวงจรหวูดสัญญาณมีไว้เพื่ออะไร(วิเคราะห์)



ก. แสดงการทำงานของคอนแทคเตอร์

ข. แสดงการหยุดมอเตอร์เมื่อกด S1

ค. แสดงการทำงานของโอเวอร์โหลดรีเลย์

ง. แสดงกระแสไหลเข้าในวงจร

เฉลย ข้อ ค.

7. ข้อใดต่อไปนี้คือการกลับทางหมุนมอเตอร์ (เข้าใจ)

ก. การให้มอเตอร์ทำงานหมุนในทิศทางเดียว

ข. การให้มอเตอร์ทำงานหมุนได้ 2 ทิศทาง

ค. การให้มอเตอร์ทำงานตามคำสั่ง

ง. การให้มอเตอร์ได้รับกระแสได้รับกระแสเต็มพิกัด

เฉลย ข้อ ข.

8. เมื่อมอเตอร์ทำงานหมุนขวาแล้วต้องการให้มอเตอร์หยุดการทำงานก่อน ก่อนที่จะหมุนไปทางด้านซ้ายมือ ควรจะใช้วงจรกลับทางหมุนแบบใด(วิเคราะห์)

ก. Reversing After Stop

ข. Direct Reversing

ค. Reversing by Jogging

ง. Direct Start

เฉลย ข้อ ก.

9. หน้าสัมผัสปกติปิดที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้คอนแทคเตอร์ K1 และ K2 ทำงานพร้อมกันเรียกว่าอะไร(เข้าใจ)

ก. Interlock Contact ข. Fuse

ค. Over load ง. Contactor

เฉลย ข้อ ก.

10. ในวงจรกลับทางหมุนถ้าไปใช้หน้าสัมผัส K1และ K2 เป็นตัวป้องกันไม่ให้มอเตอร์ทำงานพร้อมกันควรใช้อุปกรณ์ชนิดใด(วิเคราะห์)

ก. Fuse ข. Circuit breaker

ค. Switch ง. Timer relay

เฉลย ข้อ ค.

11. จากวงจรการกลับทางหมุนแบบ Reversing by Jogging ถ้าหน้าสวิตซ์ปกติปิด S2 ในแถวที่ 2 ไม่ต่อวงจร จะเกิดอะไรขึ้น(วิเคราะห์)

ก. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น ข. ไฟไม่ไหลเข้า K2

ค. คอนแทค K2 ไม่ล๊อค ง. สวิตซ์เสีย

เฉลย ข้อ ข.

12. จากวงจรการกลับทางหมุนแบบ Reversing by Jogging ต้องการแก้ไขวงจรให้เป็นวงจร Direct Reversing ควรแก้ไขส่วนใดบ้าง(เข้าใจ)

ก. เพิ่มคอนแทคช่วยปกติเปิด K1 และ K2 อย่างละ 1 ตัว

ข. เพิ่มสวิตซ์ปกติปิด 1 ตัว

ค. เพิ่มคอนแทคช่วยปกติปิด K1และ K2 อย่างละ 1 ตัว

ง. เพิ่มสวิตซ์ปกติเปิด 1 ตัว

เฉลย ข้อ ก.

13. จากวงจรการกลับทางหมุนมอเตอร์ ข้อใดเป็นวงจรกลับทางหมุนแบบทันทีทันใด(วิเคราะห์)

ก. Reversing After Stop ข. Direct Reversing

ค. Reversing by Jogging ง. Direct Start

เฉลย ข้อ ข.

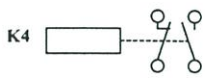
14.ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ต้องสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า(วิเคราะห์)

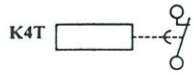
ก. อุปกรณ์ป้องกันไฟตกทำงาน ข. ไฟกระพริบ

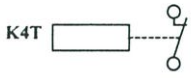
ค. กระทบต่อมอเตอร์ตัวอื่น ๆ ในโรงงาน ง. ให้มอเตอร์ทำงาน 2 ทิศทางได้

เฉลย ข้อ ง.

15. ข้อใดเป็นสัญญลักษณ์ของ Timer Relay(ความจำ)

ก. 

ข. 

ค. 

ง. ข้อ ข. และ ค.

เฉลย ข้อ ง.

16. จากวงจรการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า แบบอัตโนมัติโดยใช้รีเลย์ ตั้งเวลาแบบมีคอนแทคปกติปิดอันเดียว K4T ในแถวที่ 1 ทำหน้าที่อะไร(นำไปใช้)

ก. Main Contact

ข. ต่อวงจรให้ คอนแทค K2 ทำงาน

ค. ตัดวงจรให้ F2 ออกจากวงจร

ง. ต่อวงจรให้ K3 ทำงาน

เฉลย ข้อ ข.

17. ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าคอยล์ K4T วงจรจะเป็นอย่างไร(วิเคราะห์)

ก. คอนแทค K2 ทำงานตลอด

ข. มอเตอร์ทำงานแบบสตาร์ตลอด

ค. คอนแทคช่วย K4T ในแถวที่ 1 ไม่กลับสภาวะ

ง. ถูกทุกข้อ

เฉลย ข้อ ง.

18. จากวงจรการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า K1 มีหน้าที่อะไรในวงจร(ความจำ)

ก. Main Contact

ข. Start Contact

ค. Delta Contact

ง. Main Fuse

เฉลย ข้อ ก.

19. อุปกรณ์ใดทำงานด้วยแรงดึงดูดแม่เหล็กที่เกิดจากคอล์ยและแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ทำให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่มาแตะกัน(เข้าใจ)

ก. Timer relay

ข. Contactor

ค. Kilowatt hour meter

ง. Overload Relay

เฉลย ข้อ ข.

20. ข้อใดไม่เป็นวิธีการกลับทางหมุน? (นำไปใช้)

ก. Direct Reversing

ข. Reversing After Stop

ค. Reversing by Jogging

ง. Direct Start

เฉลย ข้อ ง.

21. โอเวอร์โหลดที่ใช้ความร้อนในการตัดวงจร (Thermal Overload Relay) วัสดุที่ใช้ในการตัดวงจรเมื่อเกิดความร้อน คือวัสดุในข้อใดต่อไปนี้(เข้าใจ)

ก. ขดลวดความร้อน ข. โลหะ bimetal

ค. แผ่นอลูมิเนียม ง. ลวดทองแดง

เฉลย ข้อ ข.

22. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับโอเวอร์โหลด (ความจำ)

ก. โอเวอร์โหลดตัดวงจรโดยการหลอมละลายของฟิวส์

ข. โอเวอร์โหลดตัดวงจรโดยการโก่งงอของแผ่นไบเมทัล

ค. โอเวอร์โหลดตัดวงจรโดยการตรวจจับแรงดันเกิน

ง. Overload Relay ทำหน้าที่ในการ Start-Stop มอเตอร์

เฉลย ข้อ ข.

23. ข้อใดต่อไปนี้คือส่วนของวงจรที่ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีกระแสเกิน หรือเกิดการลัดวงจร (ความจำ)

ก. วงจรหยุด (Stop) ข. วงจรสตาร์ท(Start)

ค. วงจรคงสภาพการทำงาน (Holding) ง. วงจรป้องกันมอเตอร์ (Protection)

เฉลย ข้อ ง.

24. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของคอนแทคเตอร์ K3(เข้าใจ)

ก. ตัดวงจรสตาร์ ข. ต่อวงจรเดลต้า

ค. เป็นคอนแทคหลักของวงจร ง. ตัดสตาร์ต่อเดลต้า

เฉลย ข้อ ค.

25. วงจรการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าแบบอัตโนมัติ คอนแทค K2 ทำหน้าที่อะไร(เข้าใจ)

ก. ตัดวงจรสตาร์ ข. ต่อวงจรเดลต้า

ค. เป็นคอนแทคหลักของวงจร ง. ตัดสตาร์ต่อเดลต้า

เฉลย ข้อ ก.

26. ถ้าคอนแทคเตอร์ K2 และ K4T ทำงานพร้อมกันจะเกิดอะไรขึ้น(วิเคราะห์)

ก. วงจรทำงานแบบสตาร์ ข. วงจรทำงานแบบเดลต้า

ค. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น ง. วงจรไม่ทำงาน

เฉลย ข้อ ง.

27. ในวงจรการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าแบบคอนแทคโยกได้ 2 ทางถ้า K1 ในแถวที่2เป็นปกติปิดจะมีอะไรเกิดขึ้น(วิเคราะห์)

ก. วงจรทำงานโดยไม่ต้องกด S2 ข. วงจรทำงานแบบเดลต้าทันที

ค. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น ง. วงจรไม่ทำงาน

เฉลย ข้อ ก.

28. จากวงจรการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าแบบคอนแทคโยกได้ 2 ทางถ้า K4T ไม่ต่อให้ K3 จะมีอะไรเกิดขึ้น(เข้าใจ)

ก. เกิดลัดวงจร ข. วงจรทำงานแบบสตาร์

ค. ไม่มีอะไรเกิดขึ้น ง. วงจรไม่ทำงานแบบเดลต้า

เฉลย ข้อ ง.

29.ข้อใดเป็นวิธีการกลับทางหมุนมอเตอร์(ความจำ)

ก. Direct Reversing ข. Reversing After Stop

ค. Reversing by Jogging ง. ถูกทุกข้อ

เฉลย ข้อ ง.

30.วิธีการกลับทางหมุนแบบใดต้องหยุดการทำงานของวงจรก่อน(ความจำ)

ก. Direct Reversing ข. Reversing After Stop

ค. Reversing by Jogging ง. Direct Start

เฉลย ข้อ ค.

ภาคผนวก ง

แบบประเมินสื่อการสอน

ตารางที่ ง1 แสดงคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ค่าเฉลี่ย	SD	ความหมาย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	รวม			
1. เนื้อหาและการนำเสนอ							
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ความถูกต้องของเนื้อหา.....	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
-ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตาม	4	5	4	13	4.33	0.57	ดี
-ขั้นตอน – ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
รวม	28	30	29	87		0.19	
ค่าเฉลี่ย	4.67	5.00	4.83		**4.83**		**ดีมาก**
2. ภาพและภาษา							
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้.....	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ความสอดคล้องระหว่างภาพกับบรรยาย.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
รวม	15	14	14	43		0.193	
ค่าเฉลี่ย	5.00	4.67	4.67		**4.78**		**ดีมาก**

ตารางที่ ง1 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ค่าเฉลี่ย	SD	ความหมาย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	รวม			
3. เวลา							
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	4	4	5	13	4.33	0.57	ดี
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย..	4	5	4	13	4.33	0.57	ดี
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
บทเรียนทั้งหมด.....							
...							
รวม	13	14	14	41		0.38	
ค่าเฉลี่ย	4.33	4.67	4.67		**4.67**		**ดีมาก**
จากทุกเรื่องที่ประเมินมีระดับค่าเฉลี่ย	**4.67**	**4.78**	**4.72**		**4.76**		

ตารางที่ ง2 แสดงคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน						ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	ค่าเฉลี่ย	SD	
ส่วนนำ							
- เร้าความสนใจในรูปแบบที่เหมาะสม.....	5	5	4	14	4.67	0.57	ดีมาก
- วิธีบอกวัตถุประสงค์น่าสนใจ.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
-ให้ข้อมูลและคำแนะนำในการใช้บทเรียน...	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ความง่ายและน่าสนใจในการใช้บทเรียน...	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
รวม	20	20	19	59		0.142	
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**5.00**	**4.75**		**4.92**		ดีมาก
ส่วนการนำเสนอ							
เนื้อหา							
- ความถูกต้องของเนื้อหา/หลักเกณฑ์.....	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- สอดคล้องของหลักสูตรโดยตรง/ โดยภาพรวม.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ความยาวของเนื้อหาและบทเรียนเหมาะสม กับระดับผู้เรียน.....	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
รวม	18	20	20	58		0.29	
ค่าเฉลี่ย	**4.50**	**5.00**	**5.00**		**4.89**		ดีมาก
รูปแบบการนำเสนอ							
- ความเหมาะสมในการใช้ภาพ เสียง และ/ หรือกราฟฟิกประกอบ.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร.....	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ความเหมาะสมของการใช้สีในการออก แบบจอภาพ.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก

ตารางที่ ง2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน						ความหมาย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	รวม	ค่าเฉลี่ย	SD	
- คุณภาพของภาพ กราฟฟิก เสียง และ/หรือ ภาพเคลื่อนไหวประกอบบทเรียน..	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- การออกแบบหน้าจอโดยรวม.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- เทคนิคการนำเสนอทำให้เห็นความต่อเนื่องของเนื้อหา.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมทิศทางและความช้า/เร็วในการเรียน.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- การให้ความช่วยเหลือหรือแนะนำเมื่อผู้เรียนต้องการ.....	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- การชี้แนะหรือสรุปแนวคิดสำหรับในช่วงจังหวะที่เหมาะสม.....	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ใช้ภาษาที่สั้น กระชับ ถูกต้องและเหมาะสมกับระดับผู้เรียน.....	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ให้ตัวอย่างในปริมาณและโอกาสที่เหมาะสม.....	4	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ปริมาณของข้อมูลนำเสนอของแต่ละหน้าจอโดยภาพรวม.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- การนำเสนอสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของหลักสูตร.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
รวม	62	63	65			0.175	
ค่าเฉลี่ย	**4.79**	**4.86**	**5.00**		**4.83**		ดีมาก
ปฏิสัมพันธ์และการให้ผู้ย้อนกลับ							
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียน.....	4	4	4	12	4.00	0	ดีมาก

ตารางที่ ง2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน						ความหมาย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	รวม	ค่าเฉลี่ย	SD	
- ความหลากหลายและความเหมาะสมของรูปแบบของปฏิสัมพันธ์.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ความเหมาะสมและความถูกต้องตามหลักการให้ผลย้อนกลับ.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- การถามคำถามที่กระทัดรัด ชัดเจน...	5	4	4	13	4.33	0.57	ดีมาก
- ความชัดเจนของคำสั่งหรือคำแนะนำใน การตอบคำถาม.....	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- คำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์...	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
รวม	27	28	28	83		0.286	
ค่าเฉลี่ย	**4.50**	**4.67**	**4.67**		**4.61**		ดีมาก
การประเมินผล							
- มีการประเมินแบบฝึกหัดเป็นระยะๆ เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียน **พร้อมทั้งให้ คำชี้แนะที่ เหมาะสม**	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- มีเทคนิคการออกข้อสอบหรือแบบฝึกหัดที่ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล....	5	5	4	14	4.67	0.57	ดีมาก
- มีการประยุกต์หลักการและทฤษฎีต่างๆเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะทดสอบความสามารถ....	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก

ตารางที่ ง 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน						ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่2	คนที่3	รวม	ค่าเฉลี่ย	SD	
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบก่อนหรอหลัง เรียนเพื่อวัดระดับความรู้.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
รวม	30	29	29	88		0.19	
ค่าเฉลี่ย	**5.00**	**4.83**	**4.83**		**5.00**		ดีมาก
องค์ประกอบทั่วไป							
- ความง่ายในการติดตั้งโปรแกรม หรือการใช้งาน.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- การเปิดโอกาศให้ผู้เรียนเลือก Options ต่างๆ.....	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้.....	5	5	5	15	5.00	0	ดีมาก
- ความเหมาะสมของโปรแกรมกับ Hardware ที่มีอยู่ในปัจจุบัน.....	5	4	4	13	4.33	0.57	ดีมาก
รวม	19	19	19	57		0.286	
ค่าเฉลี่ย	**4.75**	**4.75**	**4.75**		**4.75**		ดีมาก

ภาคผนวก จ

รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ จ.1 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์และผลการวิเคราะห์

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
1	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
2	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
9	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
11	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
12	-1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
14	-1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
15	-1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
16	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
17	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
18	-1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
19	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
20	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
22	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
23	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
24	-1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
25	-1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
26	-1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
27	-1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
28	-1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
29	-1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
30	-1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
31	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
32	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
33	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
34	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
35	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
36	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
37	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
38	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
39	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
40	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
42	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
43	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
44	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
45	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
46	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
47	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
48	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
49	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
50	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
51	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
52	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
53	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
54	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
55	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
56	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
57	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
58	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
59	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
60	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
61	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
62	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
63	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
64	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
65	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
66	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
67	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
68	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
69	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
70	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
71	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
72	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
73	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
74	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
75	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
76	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
77	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
78	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
79	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
80	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
81	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
82	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
83	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
84	+1	+1	0	3	1	สอดคล้อง
85	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
86	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
87	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
88	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
89	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
90	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
91	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
92	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
93	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
94	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
95	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
96	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
97	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
98	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
99	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
100	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
101	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
102	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
103	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
104	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
105	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
106	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
107	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
108	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ จ.1 จากแสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์และผลการวิเคราะห์ พบว่าเชิงพฤติกรรม ตามที่กำหนดจำนวน 108 ข้อ จากนั้นนำไปหาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ –1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ได้ข้อสอบที่มีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 80 ข้อ

ตารางที่ จ.2 แสดงค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D)

ข้อที่	ตอบถูกกลุ่มเก่ง R_U	ตอบถูกกลุ่มอ่อน R_L	รวมคนตอบถูก R	$P = \frac{R}{N}$	ความหมาย	$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$	ความหมาย	การนำไปใช้
1*	9	4	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
2	10	9	19	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.07	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
3*	12	7	19	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
4*	13	6	19	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก	ใช้ได้
5	7	5	12	0.40	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.13	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
6*	9	5	14	0.47	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.27	พอใช้	ใช้ได้
7*	8	4	12	0.40	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
8*	10	5	15	0.50	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
9	3	1	4	0.13	ยากมาก	0.13	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
10*	9	5	14	0.47	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.27	พอใช้	ใช้ได้
11*	7	3	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
12*	13	7	20	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
13	7	5	12	0.40	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.13	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
14*	9	5	14	0.47	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.27	พอใช้	ใช้ได้
15*	8	2	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
16*	13	7	20	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
17*	8	4	12	0.40	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
18*	9	4	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
19*	12	9	21	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ใช้ได้
20*	8	5	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.20	พอใช้	ใช้ได้
21*	12	8	20	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้	ใช้ได้
22	11	9	20	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.13	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
23*	7	3	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
24*	8	2	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
25*	9	3	12	0.40	ค่อนข้างยาก	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
26*	10	5	15	0.50	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
27*	8	4	12	0.40	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
28*	10	4	14	0.47	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
29*	7	3	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
30*	11	5	16	0.53	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
31	8	6	14	0.47	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.13	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูกกลุ่มเก่ง R_U	ตอบถูกกลุ่มอ่อน R_L	รวมคนตอบถูก R	$P = \frac{R}{N}$	ความหมาย	$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$	ความหมาย	การนำไปใช้
32	10	4	14	0.47	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
33*	8	3	11	0.37	ค่อนข้างยาก	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
34	7	2	9	0.30	ค่อนข้างยาก	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
35*	6	2	8	0.27	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
36*	5	2	7	0.23	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้	ใช้ได้
37	9	4	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
38	10	6	16	0.53	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.27	พอใช้	ใช้ได้
39	8	3	11	0.37	ค่อนข้างยาก	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
40	8	6	14	0.47	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.14	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
41	9	4	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
42	8	4	12	0.40	ยากมาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
43*	9	3	12	0.40	ยากมาก	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
44	8	5	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.20	พอใช้	ใช้ได้
45	6	2	8	0.27	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
46	8	3	11	0.37	ค่อนข้างยาก	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
47	6	4	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.13	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
48	9	1	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.53	ดีมาก	ใช้ได้
49*	5	2	7	0.23	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้	ใช้ได้
50	8	4	12	0.40	ยากมาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
51	8	4	12	0.40	ยากมาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
52	7	0	7	0.23	ค่อนข้างยาก	0.47	ดีมาก	ใช้ได้
53	8	7	15	0.50	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.07	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
54*	7	4	11	0.37	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้	ใช้ได้
55*	6	3	9	0.30	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้	ใช้ได้
56*	8	2	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
57	10	5	15	0.50	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
58*	8	0	8	0.27	ค่อนข้างยาก	0.53	ดีมาก	ใช้ได้
59	9	1	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.53	ดีมาก	ใช้ได้
60	7	3	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
61*	7	2	9	0.30	ค่อนข้างยาก	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
62*	10	3	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.47	ดีมาก	ใช้ได้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูกกลุ่มเก่ง R_U	ตอบถูกกลุ่มอ่อน R_L	รวมคนตอบถูก R	$P = \frac{R}{N}$	ความหมาย	$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$	ความหมาย	การนำไปใช้
63	9	4	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
64*	6	3	9	0.30	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้	ใช้ได้
65	7	4	11	0.37	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้	ใช้ได้
66*	8	2	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
67	5	5	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.00	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
68	9	3	12	0.40	ยากมาก	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
69*	7	4	11	0.37	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้	ใช้ได้
70	7	4	11	0.37	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้	ใช้ได้
71*	8	5	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.20	พอใช้	ใช้ได้
72	8	7	15	0.50	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.07	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
73	9	2	11	0.37	ค่อนข้างยาก	0.47	ดีมาก	ใช้ได้
74	6	6	12	0.40	ยากมาก	0.00	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
75	10	2	12	0.40	ยากมาก	0.53	ดีมาก	ใช้ได้
76*	9	5	14	0.47	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.27	พอใช้	ใช้ได้
77	8	2	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.40	ดีมาก	ใช้ได้
78	7	3	10	0.33	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้	ใช้ได้
79*	9	4	13	0.43	ยาก-ง่ายเหมาะสม	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้
80*	8	3	11	0.37	ค่อนข้างยาก	0.33	ดีพอสมควร	ใช้ได้

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก-ง่าย ตั้งแต่ 0.35 – 0.75 จำนวน 80 ข้อ และได้ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับ ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 จำนวน 74 ข้อ ดังนั้นข้อสอบที่นำไปใช้ได้ 74 ข้อ จึงเลือกข้อสอบที่นำไปใช้ 60 ข้อ โดยมีเครื่องหมาย * เป็นข้อที่เลือกไปใช้ในงานวิจัย

ตารางที่ จ.3 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าคว ามแปรปรวน (เต็ม 60 คะแนน)

คนที่ (N)	คะแนนที่ได้ (X)	X^2
1	22	484
2	26	676
3	27	729
4	26	676
5	29	841
6	29	841
7	34	1156
8	34	1156
9	33	1089
10	35	1225
11	34	1156
12	45	2025
13	30	900
14	42	1764
15	44	1936
16	41	1681
17	40	1600
18	38	1444
19	47	2209
20	46	2116
21	47	2209
22	46	2116
23	40	1600
24	44	1936
25	45	2025
26	44	1936
27	45	2025
28	44	1936
29	44	1936
30	45	2025
รวม	$\sum$ X =1146	$\sum$ X^2= 45448

การหาค่าความแปรปรวน

สูตร $$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{30(45448) - 1146^2}{30(30-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{1363460 - 1313316}{30(30-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{50124}{870}$$

$$S_t^2 = 57.61$$

ดังนั้นได้ค่าความแปรปรวน 57.61

ตารางที่ จ.4 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	p=สัดส่วนของผู้ตอบถูก	q= สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p.q
1	0.43	0.57	0.25
2	0.63	0.37	0.23
3	0.63	0.37	0.23
4	0.40	0.60	0.24
5	0.50	0.50	0.25
6	0.47	0.53	0.25
7	0.33	0.67	0.22
8	0.67	0.33	0.22
9	0.33	0.67	0.22
10	0.67	0.33	0.22
11	0.40	0.60	0.24
12	0.43	0.57	0.25
13	0.70	0.30	0.21
14	0.43	0.57	0.25
15	0.67	0.33	0.22
16	0.33	0.67	0.22
17	0.33	0.67	0.22
18	0.40	0.60	0.24
19	0.50	0.50	0.25
20	0.40	0.60	0.24
21	0.47	0.53	0.25
22	0.33	0.67	0.22
23	0.53	0.47	0.25
24	0.47	0.53	0.25
25	0.37	0.63	0.23
26	0.30	0.70	0.21
27	0.27	0.73	0.20
28	0.43	0.57	0.25
29	0.53	0.47	0.25
30	0.37	0.63	0.23
31	0.43	0.57	0.25

ตารางที่ จ.4 (ต่อ)

ข้อที่	p=สัดส่วนของผู้ตอบถูก	q= สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p.q
32	0.40	0.60	0.24
33	0.40	0.60	0.24
34	0.43	0.57	0.25
35	0.27	0.73	0.20
36	0.33	0.67	0.22
37	0.23	0.77	0.18
38	0.40	0.60	0.24
39	0.40	0.60	0.24
40	0.23	0.77	0.18
41	0.33	0.67	0.22
42	0.50	0.50	0.25
43	0.27	0.73	0.20
44	0.33	0.67	0.22
45	0.33	0.67	0.22
46	0.30	0.70	0.21
47	0.43	0.57	0.25
48	0.43	0.57	0.25
49	0.30	0.70	0.21
50	0.37	0.63	0.23
51	0.33	0.67	0.22
52	0.40	0.60	0.24
53	0.37	0.63	0.23
54	0.37	0.63	0.23
55	0.43	0.57	0.25
56	0.37	0.63	0.23
57	0.40	0.60	0.24
58	0.47	0.53	0.25
59	0.33	0.67	0.22
60	0.33	0.67	0.22
		รวม	13.83

การหาความเชื่อมั่น

สูตร $$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right\}$$

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1}\left\{1 - \frac{13.83}{57.61}\right\} = 0.78$$

$$r_{tt} = \frac{30}{29}\{1 - 0.24\} = 0.78$$

$$r_{tt} = 1.034 \times 0.76 = 0.78$$

ดังนั้นได้ค่าความเชื่อมั่น 0.78 ซึ่งอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับคือ 0.75 ขึ้นไป

ตารางที่ จ.5 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน(แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	แบบทดสอบ (30 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
(เก่ง) 1	26	25
(ปานกลาง) 2	25	25
(อ่อน) 3	23	22
รวม	74	72
เฉลี่ยรวม	24.67	24
ร้อยละ	82.23	80.00

ตารางที่ จ.5 แสดงคะแนน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน(แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวงจรการควบคุมมอเตอร์ ที่สร้างเสร็จแล้วไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน(เก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 1 คน) เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ จ.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน(แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบแบบกลุ่มย่อย

คนที่	แบบทดสอบ (30 คะแนน)	แบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
(เก่ง)		
1	28	25
2	26	26
(ปานกลาง)		
3	25	26
4	23	24
(อ่อน)		
5	24	22
6	23	21
รวม	149	144
เฉลี่ยรวม	24.83	24
ร้อยละ	82.77	80.00

ตารางที่ จ.6 แสดงคะแนน ที่ได้จากการทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยการทดลองกับนักเรียนจำนวน 6 คน(เก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 2 คน) เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ จ.7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ

คนที	หน่วยที่ 1 5 คะแนน	หน่วยที่ 2 5 คะแนน	หน่วยที่ 3 10 คะแนน	หน่วยที่4 10 คะแนน	คะแนนรวมแบบทดสอบระหว่าเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
1	5	5	10	9	29	28
2	4	5	9	10	28	28
3	5	5	9	10	29	28
4	5	5	10	9	29	28
5	5	5	9	9	28	28
6	4	5	9	10	28	28
7	5	4	9	9	27	26
8	5	4	8	9	26	26
9	5	5	9	8	27	27
10	4	5	8	9	26	25
11	4	5	9	8	26	26
12	5	4	9	9	27	27
13	4	5	8	9	26	26
14	5	4	9	8	26	26
15	4	5	7	9	25	25
16	5	5	8	9	27	26
17	5	5	7	9	26	26
18	4	5	7	9	25	25
19	4	4	9	8	25	25
20	3	5	8	9	25	24
21	4	4	7	8	23	23
22	5	4	8	7	24	23
23	4	5	8	6	23	22
24	5	4	7	8	24	23
25	5	5	7	7	24	23

คนที่	หน่วยที่ 1 5 คะแนน	หน่วยที่ 2 5 คะแนน	หน่วยที่ 3 10 คะแนน	หน่วยที่4 10 คะแนน	คะแนนรวมแบบทดสอบระหว่าเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
26	4	4	6	7	21	23
27	5	4	7	7	23	22
28	4	5	6	7	22	21
29	4	4	7	6	21	21
30	4	4	6	6	20	21
รวม					760	750
เฉลี่ยรวม					25.33	25.00
ร้อยละ					84.44	83.33

การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_1:E_2) ขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ

สูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} x\ 100$$

$$E_1 = \frac{\frac{760}{30}}{30} x100 = 84.44$$

สูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} x\ 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{750}{30}}{30} x100 = 83.33$$

ตารางที่ จ.8 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนและกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มทดลอง) X_1	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มควบคุม) X_2
1	28	27
2	28	25
3	28	27
4	28	25
5	28	26
6	28	27
7	26	27
8	26	26
9	27	28
10	25	25
11	26	24
12	27	25
13	26	24
14	26	24
15	25	24
16	26	23
17	26	25
18	25	25
19	25	23
20	24	23
21	23	19
22	23	22
23	22	23
24	23	17
25	23	20
26	23	22
27	22	17
28	21	21
29	21	21
30	21	16

ตารางที่ จ.9 แสดงการหาค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนและกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มทดลอง)	$(X-\bar{X})^2$	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มควบคุม)	$(X-\bar{X})^2$
28	9.00	27	13.20
28	9.00	25	2.67
28	9.00	27	13.20
28	9.00	25	2.67
28	9.00	26	6.93
28	9.00	27	13.20
26	1.00	27	13.20
26	1.00	26	6.93
27	4.00	28	21.47
25	0.00	25	2.67
26	1.00	24	0.40
27	4.00	25	2.67
26	1.00	24	0.40
26	1.00	24	0.40
25	0.00	24	0.40
26	1.00	23	0.13
26	1.00	25	2.67
25	0.00	25	2.67
25	0.00	23	0.13
24	1.00	23	0.13
23	4.00	19	19.07
23	9.00	22	1.87
22	4.00	23	0.13
23	4.00	17	40.53
23	4.00	20	11.33
23	9.00	22	1.87
22	16.00	17	40.53

21	16.00	21	5.60
21	16.00	21	5.60
21	16.00	16	54.27
$\sum X = 750$	$\left(X - \bar{X}\right)^2 = 156$	$\sum X = 701$	$\left(X - \bar{X}\right)^2 = 286.97$

การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X}{N} = \frac{750}{30} = 25.00 \qquad \bar{X}_2 = \frac{\sum X}{N} = \frac{701}{30} = 23.37$$

การหาค่าความแปรปรวน

$$S_1^2 = \frac{\sum\left(X - \bar{X}\right)^2}{N-1} = \frac{156}{29} = 5.38 \qquad S_2^2 = \frac{\sum\left(X - \bar{X}\right)^2}{N-1} = \frac{286.97}{29} = 9.90$$

ตารางที่ จ.9 จากตารางแสดงค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(กลุ่มทดลอง)เท่ากับ 5.38 และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ(กลุ่มควบคุม)เท่ากับ 9.90

สมมุติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

การตั้งสมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

โดยที่ μ_1 คือ กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

μ_2 คือ กลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

H_0 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียน ด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนเท่ากัน

H_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

การกำหนดระดับนัยสำคัญ

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 หมายความว่าการทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95%

คำนวณหาค่า t – test Independent

การคำนวณหาค่า t กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (N $\leq$ 30) และค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากัน ดังนั้นจึงเลือกใช้สูตร t – test Independent

สมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$

ให้ α =0.05

df = $n_1 + n_2 - 2$ = 30 + 30 - 2 = 58

สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$t = \frac{25.00 - 23.37}{\sqrt{\frac{(30-1)5.38 + (30-1)9.90}{30+30-2}\left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30}\right)}}$$

$$t = \frac{1.63}{\sqrt{\frac{156 + 287.1}{58}(0.07)}}$$

$$t = \frac{1.63}{\sqrt{0.534}} = \frac{1.63}{0.73} = 2.23$$

หาค่า t จากตารางดังนี้

โดยที่ α = 0.05

df = $n_1 + n_2 - 2 = 30 + 30 - 2 = 58$

$t_{0.05,58}$ = 1.67

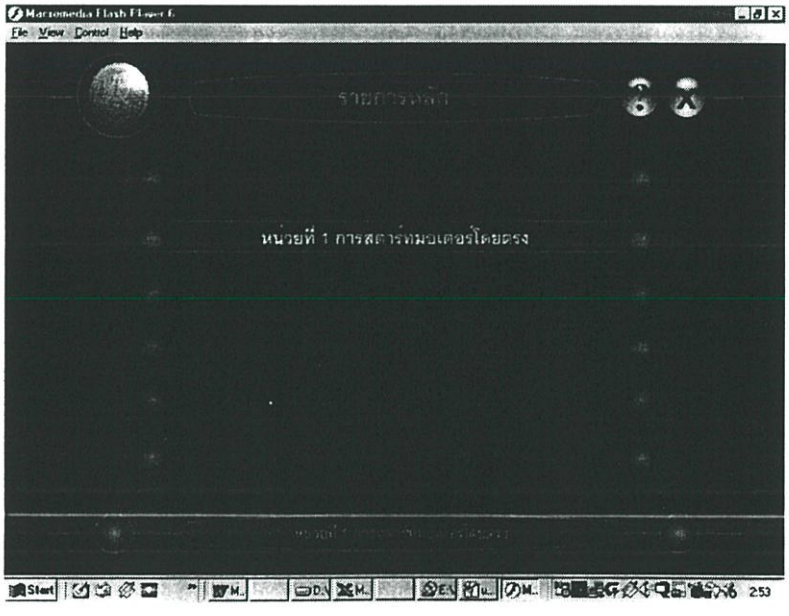
ดังนั้นค่า t คำนวณ (2.23) มีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง (1.67) จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์จากการเรียนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม พบว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่ามากกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ สูงกว่า กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน จริง

ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างหน้าจอ

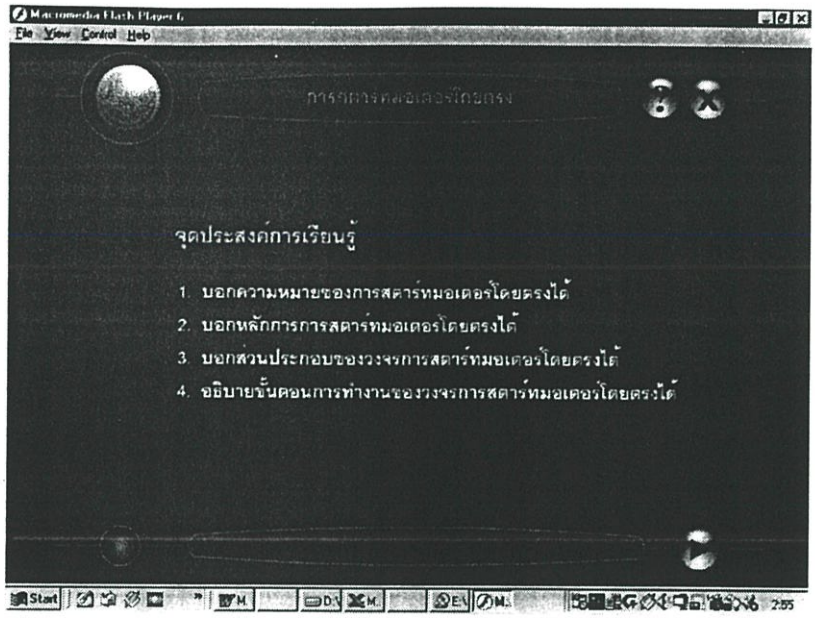
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรการควบคุมมอเตอร์

ภาพที่ฉ.1 แสดงการเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

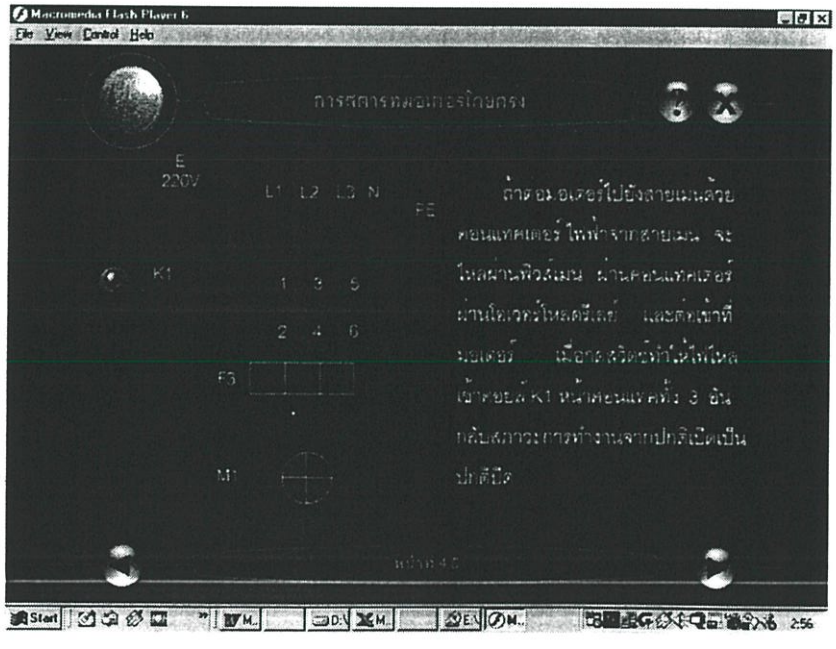
รูปที่ฉ.2 แสดงการ Log in เข้าสู่บทเรียน



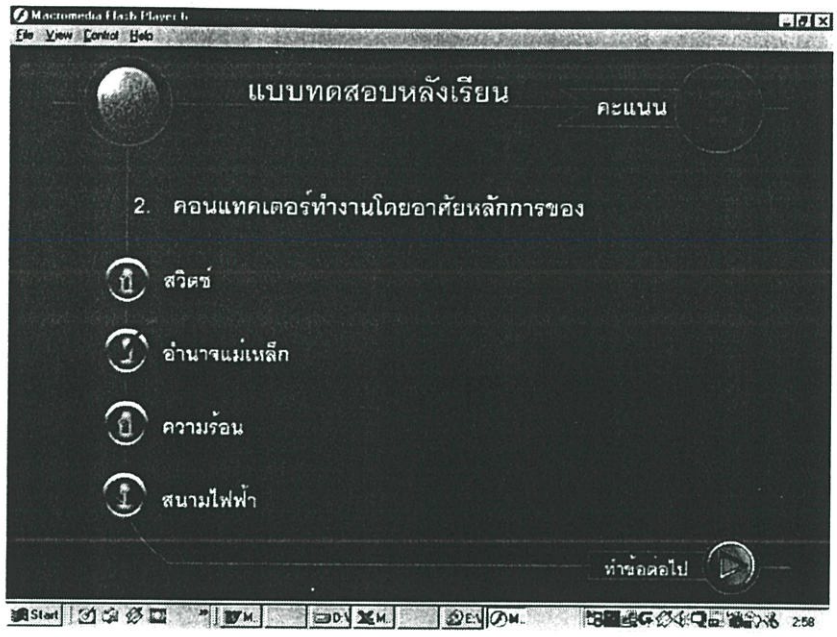
รูปที่ฉ.3 แสดงเมนูหลัก



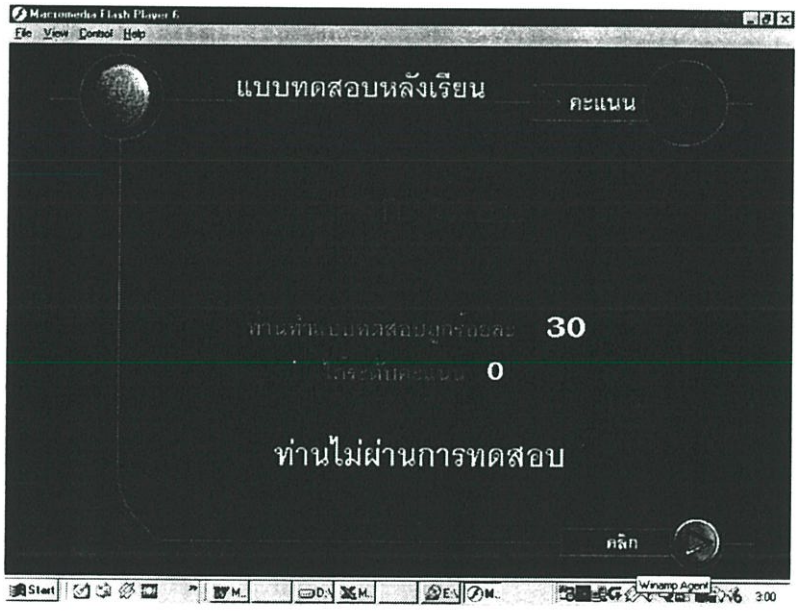
รูปที่ฉ.4 แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้



รูปที่ฉ.5 แสดงเนื้อหาบทเรียน



รูปที่ฉ.6 แสดงแบบทดสอบหลังเรียน



รูปที่ฉ.7 แสดงหน้าจอการสรุปผลคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวอัชรี หมอยาดี

วันเดือนปีเกิด 3 มีนาคม 2515

สถานที่เกิด 188 หมู่7 ต.องครักษ์ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 101/332 ม.3 ต.กระแชง อ.สามโคก จ.ปทุมธานี

สถานที่ทำงาน โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

ตำแหน่ง อาจารย์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2541 ค.อ.บ.(วิศวกรรมไฟฟ้า)จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

พ.ศ.2547 ค.อ.ม. สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง