

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON SILICON
CONTROLLED RECTIFIER

วรรณรงค์ ปฏิทัศน์

WANTANAN PATTACH

วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาด้านการศึกษาระดับเทคนิคศึกษา

ปีที่ตีพิมพ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-884-0

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์

COMPUTER – ASSISTED INSTRUCTION ON SILICON
CONTROLLED RECTIFIER



วรรณรจ ปฏิบัติ

WANTANAN PATITACH

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49561
วัน, เดือน, ปี 24 ก.พ. 2547

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974 – 324 – 884 – 6

**COMPUTER – ASSISTED INSTRUCTION ON SILICON
CONTROLLED RECTIFIER**

WANTANAN PATITACH

**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**

2003

ISBN 974 – 324 – 884 – 6

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์
COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON SILICON CONTROLLED
RECTIFIER

ชื่อนักศึกษา นางสาววรรณรจน์ ปฏิทัศน์

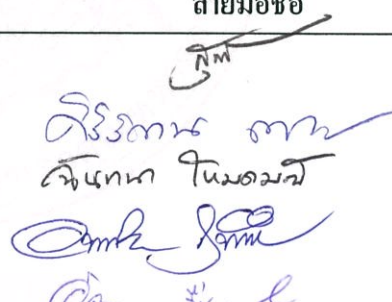
รหัสประจำตัว 44064518

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	
ดร.ศิริรัตน์	เพ็ชรแสงศรี	
ดร.ฉันทนา	โหมคมณี	
ผศ.อรรถพร	ฤทธิเกิด	
ผศ.อังฉรา	สืบสินธุ์สกุลไชย	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 7 ตุลาคม 2546 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม


บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว
(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัครชู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่...๒๗...เดือน...พฤษภาคม...พ.ศ...๒๕๔๖..

นักศึกษา	วรรณรงค์ ปฏิทัศน์
รหัสประจำตัว	44064518
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วย วิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพกาญจนภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน โดยกลุ่มที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเพื่อเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติซึ่งเป็นนักศึกษากลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 3 เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี t-test

ผลการวิจัยสรุปว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์ ที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.16 : 83.60 สูงกว่ามาตรฐาน 80:80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Thesis Title	Computer – Assisted Instruction on Silicon Controlled Rectifier
Student	Miss. Wantanan Patitach
Student ID	44064518
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2003
Thesis Advisor	Associate Professor Dr.Supit Karnjanapun
Thesis Co – Advisor	Dr.Sirirat Petsangsri

ABSTRACT

The objectives of this research were to construct and find the efficiency of Computer - Assisted Instruction (CAI) on Silicon Controlled Rectifier in the Electronic Devices and Circuit course. Achievement scores between students who studied with Computer - Assisted Instruction (CAI) and students who studied with traditional setting were also compared.

The samples of this study were randomly selected from the 60 second year vocational certificate students of Power Electrical major at the Kanjanapisek Nongjok Industrial and Communication Education. The samples of this study were divided into 3 groups of 20. The first group was to test the effectiveness of courseware. The experimental group studied using Computer – Assisted Instruction, while the control group studied with a regular teaching. The achievement scores of the two groups were analyzed using independent t– test.

The findings were as follows.

1. The Computer - Assisted Instruction on Silicon Controlled Rectifier had an efficiency at 88.16 : 83.60 which was higher than the standard criteria at 80:80.
2. Achievement scores of subjects studying with Computer – Assisted Instruction on Silicon Controlled Rectifier were significantly higher than subjects studying with traditional setting at 0.05 level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไขทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยทราบซึ่งในความกรุณาและข้อขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการ การสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ดร.ฉันทนา โหมดมณี ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด และผศ.อัครา สืบสินธุ์สกุลไชย ที่กรุณาตรวจกระบวนการวิจัย ให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ เพื่อเป็นวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณนงเยาว์ พิมพ์บูรณ์ คุณเกรียงไกร กังฉิน คุณวิชัย แสงนาค คุณโสพล จันทโรจตี คุณวัชรินทร์ คงพิบูลย์ คุณบุญชัย เจนอักษรกุล ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ เพื่อการปรับปรุงให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ ในการสร้างเครื่องมือและการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ โรงเรียนแหลมทอง ปทุมธานี และวิทยาลัยการอาชีพกาญจนภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก กรุงเทพฯ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทั้งบุคลากรและสถานที่ เพื่อใช้ในการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่งรวมทั้ง พี่น้องทุกคนที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคน และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์ผู้วิจัยขอบอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วรรณรงค์ ปฏิทัศน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย.....	5
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร รหัส 21041013.....	8
2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
2.3 การสอนรายบุคคล.....	19
2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	21
2.5 การหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	27
2.6 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	28
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	43
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	43

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	44
3.3 วิธีการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
3.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย.....	55
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	61
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียน โดยการสอนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียน โดยวิธีการสอนตามปกติ.....	63
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	64
5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	64
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	64
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	64
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
5.7 ผลการวิจัย.....	67
5.8 การอภิปรายผล.....	67
5.9 ข้อเสนอแนะในการวิจัย.....	70
บรรณานุกรม.....	71
ภาคผนวก.....	76
ภาคผนวก ก.....	77
หนังสือราชการต่างๆ.....	78
ภาคผนวก ข.....	87
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	88
ภาคผนวก ค.....	89
แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา.....	90
แบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	92

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ง.....	96
การคำนวณค่าสถิติที่เกี่ยวข้อง.....	97
ภาคผนวก จ.....	118
แผนการสอนรายวิชาเรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์.....	119
เนื้อหาวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์.....	121
ภาคผนวก ฉ.....	131
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	132
เฉลย.....	141
ภาคผนวก ช.....	142
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์.....	143
ประวัติผู้เขียน.....	154

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงหน่วยการสอนรายคาบวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร.....	9
3.1 แสดงตารางจำแนกเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ.....	47
3.2 แสดงเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	52
3.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับ สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์ ด้านเนื้อหา.....	52
3.4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับ สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์ ด้านสื่อ.....	53
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ.....	61
4.2 แสดงผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	62
4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนตามแผนการสอนแบบปกติ.....	63
ง.1 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน.....	97
ง.2 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาความแปรปรวนของแบบทดสอบใน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	100
ง.3 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบ.....	101
ง.4 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	103
ง.5 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาการสอนเพื่อสร้างแบบทดสอบ.....	106
ง.6 แสดงคะแนนในการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	109
ง.7 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	111
ง.8 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จาก โปรแกรม SPSS.....	115

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	18
2.2 แสดงแผนภาพโปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	23
2.3 แสดงลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	25
3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	46
3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	50

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอิเล็กทรอนิกส์เข้ามามีบทบาทสำคัญในวงการต่างๆ เกือบทุกประเภทหรืออาจจะกล่าวได้ว่าการพัฒนาเทคโนโลยีทุกแขนงที่เจริญขึ้นได้ทำทุกวันนี้เป็นผลส่วนหนึ่งมาจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ (ยื่น ภาววรรณ. 2521:5) เราสามารถแบ่งอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในอดีตได้เป็น 4 อย่างคือ อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วน หรือองค์ประกอบวงจร (Circuit Component) อุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์สื่อสารอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ควบคุม และอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ (มงคล เดชชนครินทร์ และชาติ ศรีไพวรรณ. 2538 : 11)

จากหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม หมวดวิชาชีพเฉพาะสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้กำหนดจุดประสงค์รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (21041013) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ โครงสร้าง หลักการทำงานของอุปกรณ์ วงจรการใช้งาน บล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และมีทักษะในการต่อวงจร หาคุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการนำมาใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า (กรมอาชีวศึกษา. 2538 : 3) ซึ่งในการจัดการ การเรียนการสอนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง เอส ซี อาร์ มีชื่อเต็มว่า ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ (Silicon Controlled Rectifier, (SCR)) จะต้องรู้ส่วนประกอบและโครงสร้างภายในตัว เอส ซี อาร์ เอง และยังมีเนื้อหาที่ต้องศึกษาและประยุกต์ใช้ให้ถูกต้อง เพราะรายวิชานี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ในการวางรากฐาน การศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นของนักศึกษา และนำไปประกอบวิชาชีพในอนาคต

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยได้พบปัญหาของการเรียนในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ หรือ เอส ซี อาร์ ดังนี้

1. การเรียนการสอนเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ หรือ เอส ซี อาร์ สอนให้นักศึกษาเข้าใจได้ยากในเวลาอันจำกัด เพราะนักศึกษาไม่สามารถมองเห็นโครงสร้างและสภาวะการทำงานภายในของ ตัวอุปกรณ์ได้อย่างเป็นรูปธรรม

2. ตัวอุปกรณ์จริง มีขนาดเล็ก มีราคา ค่อนข้างสูง และสามารถเกิดความเสียหายได้ง่าย

ในการเรียนวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และ วงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ หรือ เอส ซี อาร์ จะต้องรู้ส่วนประกอบและโครงสร้างภายในตัว ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ เองด้วย ถ้าจะให้สมบูรณ์หรือเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้นจึงได้นำเนื้อหาเรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ นำมาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

เอง และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้ มีการตอบสนองกับตัวนักศึกษา นักศึกษาก็ไม่ต้องจินตนาการเอาเอง

การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้หลักการเรียนเฉพาะรายบุคคลเพื่อการเรียนการสอนการทบทวนทำ แบบฝึกหัดหรือการวัด เราเรียกคอมพิวเตอร์แบบนี้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 206)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เรียนตามความสามารถของตนเองทั้ง ที่มีความรู้พื้นฐานสูง และมีความรู้พื้นฐานต่ำ เพราะนักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และเรียน ไปอย่างช้าๆหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับความสามารถของนักศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่า การ เรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยเพียงใด เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเปิดโอกาสให้กับนักศึกษาได้มี โอกาสร่วมคิด หรือคัดลอกข้อมูลอย่างเดี่ยว การเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นักศึกษา สามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ เช่นการแสดงความคิดเห็น การโต้ตอบกับเครื่อง กิจกรรม เหล่านี้ทำให้นักศึกษาไม่เกิดความเบื่อหน่าย (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535 : 40)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำมาใช้ในการศึกษารายบุคคลได้ผล เพื่อให้การเรียน การสอนสอดคล้องกับธรรมชาติของนักศึกษา และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลให้นัก ศึกษาแต่ละคนประสบความสำเร็จและมีความก้าวหน้าทางการเรียนตามความสามารถของตน นักศึกษา จะเกิดความภาคภูมิใจและมีความมั่นใจในการทำงาน (วารินทร์ รัศมีพรหม. 2542 : 4 - 11)

บุรณะ สมชัย (2538 : 23) กล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Computer-Assisted Instruction : CAI) พัฒนาจากบทเรียนโปรแกรมของ B.F. Skinner ตามวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี โดยใช้ คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอบทเรียน

นงนุช วรรณหะ (2535 : 47) กล่าวว่าเพราะความตระหนักและยอมรับว่าการใช้ไมโคร คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เป็นรูปแบบวิธีการสอนใหม่ที่ดีกว่าจะเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพมากในอนาคต

อำพล สงวนศิริธรรม (2528 : 118) กล่าวว่าการนำวิธีบทเรียนสำเร็จรูป หรือบทเรียน โปรแกรมมาสร้างโปรแกรมสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ แล้วนำไปใช้ในการสอนซ่อมเสริมจะเกิดผล ดีด้วยเหตุดังนี้

1. เป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดใหม่ ที่นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็นอิสระ จากคนอื่น
2. การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจเพราะสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบได้
3. นักศึกษาต้องตอบคำถามด้วยตนเอง ไม่สามารถตอบคำถามล่วงหน้าได้ ทำให้ป้องกันความ ไม่ซื่อสัตย์ต่อตนเอง

4. ถ้าตอบคำถามจะถูกจะได้รับความชมเชยทุกครั้งโดยวิธีการต่างๆกัน ทั้งภาพและเสียง แต่ถ้าตอบคำถามผิดก็จะให้กำลังใจทำให้นักศึกษาเกิดความพยายามที่จะตอบคำถามให้ถูกต้อง

5. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนนักศึกษาคิดว่าตนเองกำลังเล่น แต่ครูผู้สอนรู้ว่านักศึกษากำลังเรียน

จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่กำลังมีบทบาทในวงการศึกษามาก เพราะความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางด้านวัสดุ เครื่องมือ และวิธีการของคอมพิวเตอร์มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว (พิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2527 : 6)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาแล้วผู้วิจัยมีความเห็นว่า การเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์ หรือ เอส ซี อาร์ จะให้ได้ผลดีมากขึ้น ทำให้นักศึกษาได้มองเห็นภาพอย่างชัดเจน แทนที่จะนั่งฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยแก้ปัญหา โดยการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์ โดยจะเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้สำหรับหัวข้ออื่นๆในโอกาสต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80:80

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์ ของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.4.1 ขั้นตอนของการสอนเพื่อให้นักศึกษาสามารถนำไปเป็นหลักในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนดังกล่าวดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne' คือ

1. ขั้นเร้าความสนใจ (Gain Attention) เป็นการกระตุ้นความสนใจจากนักศึกษา
2. ขั้นตอนกวดำประสงค์ (Specify Objectives) เพื่อเป็นการให้นักศึกษาทราบเป้าหมายโดยรวมในสิ่งต่างๆ
3. ขั้นทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) กระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เก่าเพื่อเตรียมการเชื่อมโยงความรู้เก่าเข้ากับความรู้ใหม่
4. ขั้นการเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) เพื่อช่วยให้การรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ขั้นชี้แนะทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้นักศึกษาพยายามคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบหรือค้นพบแนวคิดหรือเนื้อหาใหม่นั้นด้วยตนเอง
6. ขั้นกระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) กระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากนักศึกษา
7. ขั้นให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวนักศึกษา
8. ขั้นทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินว่านักศึกษานั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้หรือไม่อย่างไร
9. ขั้นส่งเสริมความทรงจำและถ่ายโอนการเรียนรู้ (Promote Retention and Transfer) เป็นสิ่งที่จะช่วยให้นักศึกษามีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้ใดความรู้หนึ่ง

1.4.2 เนื้อหาวิชาที่นำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

- 1.4.2.1 ความหมาย ความสำคัญ โครงสร้าง และสัญลักษณ์
- 1.4.2.2 หลักการทำงานของ ชิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟายร์
- 1.4.2.3 การนำ ชิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟายร์ ไปใช้งาน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.5.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ชิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟายร์ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับ ความหมาย โครงสร้าง หลักการทำงาน ชนิด และการใช้

งานของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) กรมอาชีวศึกษา พ.ศ.2538

1.5.2 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพกาญจนภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน

1.5.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพกาญจนภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลาก จำนวน 60 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์ จำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 ใช้สำหรับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน และกลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนจากการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ จำนวน 20 คน

1.5.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.5.4.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีการสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ วิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์ และวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

1.5.4.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์

1.5.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สร้างขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์ โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น จะเป็นบทเรียนประกอบภาคทฤษฎีเท่านั้น

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ วัย เศรษฐกิจ และอารมณ์ของนักศึกษา

1.6.2 นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีความสามารถในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เบื้องต้นเพื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้

1.6.3 นักศึกษาจะต้องมีพื้นฐานความรู้เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมาแล้ว

1.6.4 คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลองทุกเครื่องมีอุปกรณ์และคุณสมบัติเหมือนกัน

1.6.5 นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทุกคนยังไม่เคยเรียนรู้ในเนื้อหา วิชา วิชาอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์

1.6.6 ในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษาจะต้องทำการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยปราศจากคำแนะนำจากครูผู้สอน

1.7 นวัตกรรมเฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์ (Silicon Controlled Rectifier) หรือ เอส ซี อาร์ (SCR) หมายถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำ ชนิด P และ ชนิด N จำนวน 4 ชั้น มาต่อรวมกัน คือ รอยต่อ พี-เอ็น-พี-เอ็น และมีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขา คือ แอโนด (Anode) แคโทด (Cathode) และเกต (Gate)

1.7.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมกับนักศึกษามาให้นักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยตนเองต้องมีการเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) กับคอมพิวเตอร์โดยตรง แล้วบันทึกไว้ในแผ่นดิสก์ หรืออาจบรรจุในฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

1.7.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการทดสอบทันทีหลังจากที่นักศึกษาเสร็จสิ้นกระบวนการเรียนการสอน

1.7.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สัดส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เพื่อช่วยให้การพิจารณาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80 : 80

80 ตัวแรก เป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของคะแนนที่นักศึกษาได้ทำแบบทดสอบย่อย ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

80 ตัวหลัง เป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของคะแนนที่นักศึกษาได้ทำแบบทดสอบ หลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.7.5 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาที่กำลังเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอก กรุงเทพมหานคร

1.7.6 การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสอนที่ให้นักศึกษาดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเองตามขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างและกำหนดเงื่อนไขไว้ล่วงหน้า

1.7.7 การสอนตามแผนการสอน หมายถึง การสอนที่ครูเป็นผู้ดำเนินการ โดยยึดแนวการสอนตามคู่มือ แผนการสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์ โดยดำเนินการสอนตามวิธีที่เคยใช้ปกติ คือ การบรรยาย การอภิปราย และใช้อุปกรณ์ที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

1.7.8 แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผลระหว่างเรียน และหลังเรียน

1.7.9 แบบประเมิน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์ จากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีแบบประเมิน 2 ชนิด คือ

1. แบบประเมินด้านเนื้อหา
2. แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเออร์ (Silicon Controlled Rectifier) หรือ เอส ซี อาร์ (SCR) สำหรับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ผู้วิจัยได้จัดแบ่งเนื้อหาของเอกสารและงานวิจัยออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร
- 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 การสอนรายบุคคล
- 2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)พุทธศักราช 2538 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร

รหัส 21041013	ชื่อวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1-3-2
ระดับชั้น ปวช.	สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
ทฤษฎีรวม 1 คาบ	ปฏิบัติรวม 3 คาบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาโครงสร้าง และหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ เอส.ซี.อาร์. ไดโอด ไทแอก ยู.เจ.ที. เฟต ตัวเชื่อมต่อผ่านแสง (Optocoupler) ชนิดต่างๆ วงจรการใช้งานพื้นฐานของอุปกรณ์ต่างๆ พร้อม บล็อกไดอะแกรม

ปฏิบัติการต่อวงจร และหาคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์ เอส.ซี.อาร์. ไดโอด ไทแอก ยู.เจ.ที. เฟต มอสเฟต วงจรตัวเชื่อมต่อผ่านแสง (Optocoupler) ชนิดต่างๆ วงจรควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ โครงสร้าง หลักการทำงานของอุปกรณ์ วงจรการใช้งาน บล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และมีทักษะในการต่อวงจร หากคุณสมบัติของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และการนำมาใช้งานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 2.1 แสดงหน่วยการสอนรายคาบวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

หน่วยการสอนทฤษฎี		
รหัส 21041013 ชื่อวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร		
หน่วย	ชื่อหน่วย	จำนวนคาบ
1	วัสดุสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพี – เอ็น	1
2	วัสดุสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพี – เอ็น (ต่อ)	1
3	ไดโอดและการนำไดโอดไปใช้งาน	1
4	ไดโอดและการนำไดโอดไปใช้งาน (ต่อ)	1
5	ไดโอดชนิดพิเศษ	1
6	ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อ	1
7	ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อ (ต่อ)	1
8	การไบแอสทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อ	1
9	สอบกลางภาค	1
10	ซิลิคอน คอนโทล เร็กติฟาย์	1
11	ไดแอก ไทรแอก	1
12	ยูเจที	1
13	เฟต	1
14	ออปแอมป์	1
15	ออปแอมป์ (ต่อ)	1
16	อุปกรณ์ต่อเชื่อมผ่านแสง	1
17	อุปกรณ์ต่อเชื่อมผ่านแสง (ต่อ)	1
18	สอบปลายภาค	1
	รวม	18

หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 10 ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องดังต่อไปนี้

- 1.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
- 1.2 หลักการทำงานของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
- 1.3 การทำให้ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ นำกระแส และหยุดนำกระแส
- 1.4 ค่าคุณลักษณะและค่าพิกัดของซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
- 1.5 การนำซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ไปใช้งาน

สาระสำคัญ

1. ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ สามารถใช้กับค่ากระแสและแรงดันที่สูงกว่าไทรสเตอร์ชนิดอื่นๆ
2. ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ สามารถนำกระแสได้ทิศทางเดียว
3. ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ประกอบด้วยชั้นสารกึ่งตัวนำ 4 ชั้น 3 รอยต่อ คือ รอยต่อ พี – เอ็น- พี – เอ็น (P – N – P- N)
4. ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ เป็นอุปกรณ์ที่มีการทำงานอยู่ 2 สถานะ คือ สถานะนำกระแส (Conducting State) และสถานะไม่นำกระแส (Non Conducting State) แต่การนำกระแสของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ จะถูกควบคุมที่ขาเกต

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากศึกษาหน่วยนี้แล้วนักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. อธิบายความหมายของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ได้
2. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ได้
3. อธิบายหลักการทำงานของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ได้

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ยีน กัวร์วอร์ธ (2521:5) ได้ให้ความหมายไว้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 206 - 207) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผลนักศึกษาแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเมนเฟรม เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้สำหรับการสอนวิชานั้นๆ ขึ้นมาบนจอภาพซึ่งจะแสดงบทเรียนเป็นคำอธิบาย หรือรูปภาพ

นิพนธ์ สุขปรีดี (2531 : 28) ได้ให้ความหมายว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น โปรแกรมการสอนประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการรวมระหว่างบทเรียนแบบ โปรแกรมและเครื่องช่วยสอนไว้ด้วยกัน

สมชัย ชินะตระกูล (2535 : 63) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน การที่ครูหรือนักศึกษาใช้โปรแกรมที่ได้เตรียมไว้แล้ว เพื่อวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน สำหรับนักศึกษานั้น จะเน้นที่ผลลัพธ์ของโปรแกรม ไม่ใช่ตัวโปรแกรม โดยจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวสร้างกิจกรรมต่างๆ ส่วนครูจะใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการประเมินผล

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 40) ได้ให้ความหมายไว้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีความหมายอยู่ในตัวแล้ว นั่นคือการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสอนมิได้หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครูทั้งหมด อาจมีเนื้อหาบางส่วนที่ครูสอน บางส่วนให้เรียนจากคอมพิวเตอร์หรือครูสอนเนื้อหาทั้งหมด ส่วนการทบทวน และการทดสอบความรู้ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการสอนเสริมกิจกรรม ซึ่งวิธีการเหล่านี้ก็อยู่ภายใต้ขอบข่ายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2536 : 136) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ บทเรียนที่ได้จัดไว้อย่างเป็นระบบเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ ด้วยการนำเสนอเนื้อหา ที่ต้องการให้นักศึกษา และเปิดโอกาสให้นักศึกษามี ปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์โดยตรงตามความสามารถ

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง กลวิธีที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างนักศึกษากับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และความรู้

จากความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นักการศึกษาหลายๆท่านได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อกิจกรรมทางการเรียนการสอนโดยมีการนำบทเรียนหรือเนื้อหาวิชาที่จะสอนผ่านการวิเคราะห์เป็นขั้นตอนมาบันทึกไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำ

บทเรียนที่เตรียมอย่างมีระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม นักศึกษาสามารถเรียนรู้ กำหนดอัตราความก้าวหน้าของตนเอง ถือเป็นกาเปิดโอกาส ให้นักศึกษาได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง และผลของการเรียนรู้ นักศึกษาสามารถ บันทึก เก็บ หรือพิมพ์ออกมาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

2.2.2 วิธีการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2528 : 52) กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้โดยใช้บทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ศึกษาตามโปรแกรมที่กำหนดอาจเป็นการอธิบายเนื้อหาด้วยตัวอักษร หรือรูปภาพ แต่ละโปรแกรมมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่นมีการทดสอบทำแบบฝึกหัดควบคุมไปจนจบบทเรียนบางโปรแกรมมีเฉพาะเนื้อหาที่เป็นตัวอักษรแบบทดสอบ บางโปรแกรมมีทั้งตัวอักษร รูปแบบและแบบฝึกหัด มีการตรวจให้คะแนน รายงานผลการตรวจว่าควรศึกษาต่อไปหรือศึกษาเรื่องเดิมอีก มีการเสริมสร้างและเวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน

2.2.3 ชนิดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่มีหลายรูปแบบ แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187-191)

1. การฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นบทเรียนที่ไม่มีการเสนอเนื้อหา ก่อน แต่จะเสนอคำถาม และ เฉลยคำตอบ ที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้า ทำให้ทราบว่าตอบถูก หรือผิด อาจจะอธิบายให้นักศึกษาทราบว่าถูกหรือผิด เพราะเหตุใด ให้นักศึกษามีโอกาสฝึกทักษะ และทำแบบฝึกหัดมากขึ้น

2. การสอนเนื้อหาใหม่ (Tutorial Instruction) โดยอาศัยธรรมชาติของการตอบสนองและการแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับคอมพิวเตอร์ บทเรียนแบบนี้มีการตั้งคำถาม แบบถามตอบจำนวนมาก มีการเสริมแรงตลอดเวลา สามารถให้สอนสิ่งใหม่ ในลักษณะบทเรียนโปรแกรมเป็นบทเรียนที่นิยมใช้มาก รูปแบบโดยทั่วไปจะมีการแสดงกรอบเนื้อหา มีการตรวจคำตอบ และมีการใช้ข้อมูลย้อนกลับถ้า นักศึกษาตอบถูกจะสอนเนื้อหาในกรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะมีการช่วยเหลือ หรือการสอนเสริมเสียก่อนแล้วจึงกลับไปตั้งคำถามเดิม

3. บทเรียนสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นบทเรียนที่สร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองเป็นความจริง โดยตัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความจริงให้นักศึกษาได้ศึกษาเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัย หรือเสียค่าใช้จ่ายมาก ในบทเรียน โปรแกรมจะมีโปรแกรมสาธิตก่อนที่จะให้นักศึกษาทำกิจกรรม

4. บทเรียนเกมส์เพื่อการสอน (Instructional Games) การใช้เกมส์เพื่อการสอน เป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากสามารถกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ได้โดยง่าย สามารถใช้เกมส์ในการสอน เพื่อเป็นสื่อที่จะให้ความรู้ได้เช่นกัน ในเรื่องของกฎเกณฑ์แบบแผน ระบบกระบวนการ ทักษะ ทักษะ ตลอดจนทักษะต่างๆ

5. บทเรียนจากการค้นพบ (Discovery) เป็นการเปิดโอกาสให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองมากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้นักศึกษาแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่นักศึกษาเพื่อช่วยในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. บทเรียนการแก้ปัญหา (Problem-Solving) เป็นการเปิดโอกาสให้นักศึกษา ฝึกการคิด ตัดสินใจ โดยมีกำหนดเกณฑ์ให้นักศึกษาจะต้องพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น บทเรียนการแก้ปัญหาได้แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

6.1 ให้นักศึกษากำหนดปัญหาบทเรียนและเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหา

6.2 บทเรียนผู้สอนเขียนไว้แล้วให้นักศึกษาแก้ปัญหา

7. การทดสอบ (Test) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้ลึกของนักศึกษาเท่านั้น แต่ช่วยให้ผู้สอนมีความรู้ลึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่าๆ ของปรนัย หรือคำถามบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ ระหว่างคอมพิวเตอร์กับเรียน หรือผู้ที่ได้รับการทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุก และน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจจะสะท้อนถึงความสามารถของนักศึกษาที่จะนำความรู้ต่างๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

2.2.4 เทคนิคการออกแบบบทเรียนแบบ Tutorial

ด้วยพัฒนาการของไมโครคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน ทั้งในด้านความสามารถของเรื่องความเร็ว ความทรงจำ และการพัฒนาของภาษาทำให้ความคิดฝันของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่อยากให้เห็นบทเรียนที่สร้างขึ้นมาสนใจ ดึงดูดความสนใจนักศึกษาด้วยสี ภาพ เสียง และด้วยกราฟิกที่ไม่ซ้ำอืดอาด เหมือนแต่ก่อน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 39-45) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) โดยเน้นการผสมผสานของกราฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ฯลฯ ขั้นตอนการออกแบบนี้จัดแปลลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne' ดังนี้

1. การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (Gain Appention) ทำได้โดยการใช้ภาพสี และ/หรือเสียงประกอบ ในการสร้าง ไตเติล (Title) ควรใช้กราฟิก ขนาดใหญ่ ชัด ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้น และง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วย ให้สอดคล้องกับ กราฟิก ภาพ ควรค้างอยู่บนจอ จนกว่านักศึกษาจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟิกควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงบนจอได้เร็ว และควรเหมาะสมกับวัยของนักศึกษา

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objectives) ในขั้นนี้นอกจากจะทำให้นักศึกษารู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหา เพื่อให้การเรียนรู้มี

ประสิทธิภาพขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงถึงด้วยว่า ควรใช้คำสั้นๆ และเข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเข้าใจโดยทั่วไปไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์กว้างๆ ต่อด้วยเมนู (Menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอทีละข้อ โดยใช้กราฟิกง่ายๆและการเคลื่อนไหวเข้าช่วย

3. ทบทวนความรู้เดิม (Active Prior Knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิม เตรียมนักศึกษา การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้นักศึกษาออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

4. เนื้อหาและความรู้ใหม่ (Present new information) ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กระชับรัดกุม และเข้าใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลานานเกินไป เข้าใจยาก หรือ ออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหา ควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญ อาจใช้กราฟิกในลักษณะต่างๆ เช่น แผ่นภาพ แผนภูมิ ภาพเปรียบเทียบช่วย เนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ตัวชี้แนะ (Cue) เช่นการขีดเส้นใต้ การติกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยาก ควรใช้รูปแบบที่อ่านง่าย ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกราฟิกที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีที่เกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลายๆแบบ

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (Guide Learning) นักศึกษาจะจำได้ดีถ้าบทเรียนที่ระบบการนำเสนอเนื้อหาดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของนักศึกษาและควรแสดงให้เห็นว่า ส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่และสิ่งใหม่ๆ มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักศึกษา บางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้าง ถ้าเนื้อหาอยากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม และควรกระตุ้นให้นักศึกษาคิดถึงประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) ในขั้นตอนนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักศึกษาร่วมคิด ร่วมกิจกรรมซึ่งยังทำให้นักศึกษาจำเนื้อหาได้ดี ควรให้นักศึกษาตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรลือความคิด อาจใช้กราฟิกหรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ และไม่ควรมีคำถามหลายคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของนักศึกษา คำถาม และผลย้อนกลับ ควรอยู่ในกรอบ (Frame) เดียวกัน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของนักศึกษาได้มากถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เล่น โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ผลย้อนกลับเพื่อบอกว่านักศึกษาอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงถึงด้วยว่าผลย้อนกลับควรให้ทันที หลังจากที่นักศึกษาตอบสนอง ให้นักศึกษาทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถาม คำตอบ และผลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่ายๆที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการให้ภาพที่ตื่นตา เพื่อหลีกเลี่ยงผลทางภาพจะทำให้ นักศึกษาสนใจมากกว่าเนื้อหา ไม่ควรใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ควรเฉลยเมื่อ นักศึกษาทำผิด 1-2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การใช้คะแนน หรือ

ภาพ เพื่อบอกความใกล้เคียง จากจุดหมาย และควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อสร้างความสนใจ

8. ทดสอบ (Assess Performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้นักศึกษาสามารถจำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อทดสอบ คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้นักศึกษาพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถาม และควรบอกนักศึกษา ถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกนักศึกษามีตัวเลือกอื่นด้วยหรือไม่ ที่จะช่วยในการ ทำแบบทดสอบ และต้องคำนึงถึงความแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิดถ้าคำตอบไม่ชัดเจนควรใช้ภาพประกอบในการตั้งคำถาม ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด ถ้าพิมพ์ผิดวรรค ใช้แบบตัวอักษรผิด เช่น ตอบเป็นตัวพิมพ์แทนที่จะเป็นตัวเขียนในภาษาอังกฤษ เป็นต้น

9. การส่งเสริมความทรงจำและการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Promote Retention and Transfer) ควรให้นักศึกษาทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไร เพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญเสนอแนะ สถานการณ์ที่ความรู้ใหม่ อาจทำประโยชน์ได้และบอกนักศึกษา ถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

เทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือการพยายามทำให้นักศึกษาได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง คัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันขั้นตอนการสอน 9 ขั้นนี้ ไม่จำเป็นต้องแยกออกไปเป็นตามลำดับที่เรียงไว้ และไม่จำเป็นว่าจะต้องมีทั้ง 9 ข้อ ใครจะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอแบบใด หรือครอบคลุมขั้นตอนการนำเสนอขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอ และเนื้อหาของบทเรียนนั้นๆ ด้วยการยึดถือขั้นการสอน 9 ขั้น เป็นหลัก และขณะเดียวกันก็พยายามปรับเทคนิคการนำเสนอไม่ให้ซ้ำๆกันจนน่าเบื่อหน่าย ก็เป็นวิธีการอีกอย่างหนึ่ง ที่ผู้ออกแบบโปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรต้องคำนึงถึง (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535 : 40)

2.2.5 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ จะต้องให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่เรียน ดังนั้นผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมและวิเคราะห์หลักสูตร (ไพโรจน์ ตรีณทรากุล. 2529 : 77-80) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างได้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและกลุ่มเป้าหมาย เพื่อที่จะทราบรายละเอียดของเนื้อหาวิชา ที่จะนำมาสร้างบทเรียนทั้งหมดว่าเป็นอย่างไร ควรใช้เวลาสอนปกตินานเท่าใด นักศึกษามีพื้นฐานความรู้มากน้อยเพียงใด ความพร้อมทางด้านอื่นๆ ของนักศึกษามีอะไรบ้าง เพื่อจะได้นำไปใช้ประกอบการสร้างบทเรียน โปรแกรม และใช้ในการวางแผนงานต่อไป

2. การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้สร้างบทเรียนจะต้องเขียนขึ้นเอง การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น จะเขียนให้ถี่ถ้วนทุกๆจุดประสงค์ที่ต้องการให้นักศึกษาได้เกิดการเรียนรู้ในวิชานั้น

3. เรียบเรียงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนคำถามนำร่อง โดยการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนมา เรียงลำดับ และมีการกำหนดคำถามนำร่อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนที่สมบูรณ์ต่อไป

4. วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิข่ายงาน โดยอาศัยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องที่จัดทำไว้มาประกอบการวิเคราะห์ เพื่อจัดเรียงเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และเสริมซึ่งกันและกัน โดยการจัดเรียงเนื้อหาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของแผนภูมิข่ายงานที่สมบูรณ์แสดงลำดับก่อนหลังของหัวข้อเรื่องต่างๆ

5. จัดแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อย เนื่องจากการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ เป็นการเรียนเฉพาะรายบุคคลที่ไม่มีครูสอน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ โดยในแต่ละหน่วย นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดความสับสนและนักศึกษามาดูตามเนื้อหาตอนต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง

6. การสร้างข้อความแต่ละกรอบ ตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ ข้อความเหล่านี้จะต้องให้กระชับ ง่ายต่อการเข้าใจข้อความในแต่ละกรอบ ต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบโดยที่ในแต่ละหน่วยย่อย หรือแต่ละมโนภาพต้องประกอบด้วยกรอบหรือข้อความต่าง ๆ 4 ชนิด คือ

1) กรอบหลัก (Set Frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยนักศึกษามาดูเรียนรู้ในเรื่องต่างๆที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

2) กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่เตรียมไว้ให้นักศึกษาได้ฝึกหัดหลังจากที่ได้รับข้อมูล

3) กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบทดสอบโดยนักศึกษามาดูนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

4) กรอบรองส่งท้าย (Sub-Terminal Frame) เป็นกรอบเขียนต่อจากกรอบส่งท้ายแต่เป็นข้อมูลที่จะแก้ไขความเข้าใจผิด หรือตอบผิดจากกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น แต่ก็อาจจะเป็นกรอบที่ข้ามไปได้

7. เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เมื่อเขียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องบรรจุในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องมีการแปลรหัสเพื่อควบคุมการทำงานอีกครั้งหนึ่ง โดยเฉพาะเป็นบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบ Programming แต่ถ้าเป็นแบบ Authoring System ผู้สร้างไม่ต้องกังวลเรื่องการสร้างรหัสควบคุม เพราะในโปรแกรมนั้นได้สร้างโปรแกรมควบคุมไว้แล้ว

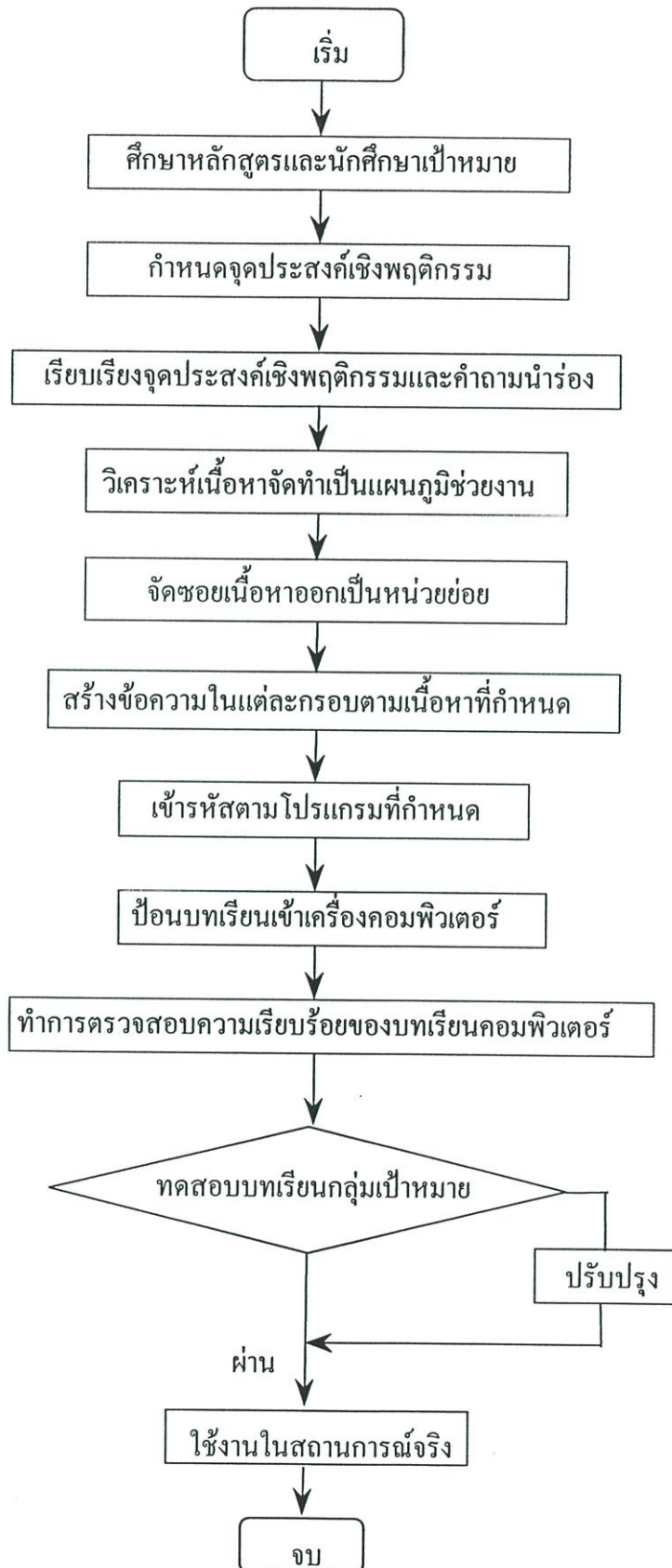
8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไปจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ

9. การตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากที่มีการป้อนบทเรียนโปรแกรมหรือข้อมูลต่างๆ เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว จะตรวจสอบความเรียบร้อยของการทำงานในโปรแกรมและแก้ไขต่อไป

10. ทำการทดสอบบทเรียนเมื่อเสร็จแล้ว โดยนำบทเรียนไปทดสอบกับนักศึกษากลุ่มเป้าหมาย เพื่อหาประสิทธิภาพและปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

11. ทดลองใช้กับสถานการณ์จริง หลังจากที่มีการทดสอบหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และมีการแก้ไขแล้ว ก็สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามที่ต้องการ

12. การติดตามผลการเรียน เมื่อมีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้แล้ว จะต้องมีการติดตามเพื่อจะได้ทราบข้อบกพร่องและนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขสามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 2.1 ได้แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ไพโรจน์ ตรีธรรนากุล. 2529:77-80)



ภาพที่ 2.1 แผนภาพแสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.6 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาวิจัยและช่วยสรุปผลการศึกษาค้นคว้าเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อนักศึกษาและครูผู้สอนดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2535:187-191)

1. ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่นักศึกษา เนื่องจากคอมพิวเตอร์นั้น มีการนำเสนอบทเรียนด้วยเสียง และการปฏิสัมพันธ์กับนักศึกษา ทำให้เกิดความอยากเรียนรู้
2. ช่วยให้นักศึกษา เรียนได้ตามความสามารถของตนเอง เป็นการส่งเสริมนักศึกษาประสบผลสำเร็จในการเรียน โดยคำนึงถึงหลักการของความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. นักศึกษาได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละขั้นตอนจากง่ายไปหายาก ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ นักศึกษาจะรับเนื้อหาทีละน้อยจนกว่าจะบรรลุจุดประสงค์ของการเรียน
4. ประหยัดเวลาในการเรียนการสอนเนื่องจากการเรียนแบบศึกษารายบุคคล นักศึกษาสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีการจัดและประเมินผลไปพร้อมกันและสามารถช่วยนักศึกษา โดยการจัดโปรแกรมเสริม
5. คอมพิวเตอร์สามารถนำเสนอสิ่งที่สื่ออื่นทำไม่ได้ เช่น การตัดสินใจเสนอเนื้อหาใหม่หรือการตัดสินใจในการเรียนซ้ำเนื้อหาเดิมได้
6. คอมพิวเตอร์สามารถตอบมโนคติในบางเรื่องที่เข้าใจยากให้เข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น เพราะมโนคติ บางอย่างเข้าใจยากจากผู้สอนหรือจากตำรา

2.2.7 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์

ถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์หลายๆ การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ เพราะคอมพิวเตอร์เป็นเพียงสื่อส่วนหนึ่งของการเรียนรู้เท่านั้น การที่จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถทางด้านเนื้อหา ยุทธวิธีการสอนและเทคนิคการเขียน โปรแกรมการเรียนการสอนให้มีคุณภาพ (ยุทธศักดิ์ จันณรงค์, 2534 : 36)

2.3 การสอนรายบุคคล

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าการสอนที่จะให้ผลดีที่สุดคือ การสอนโดยยึดนักศึกษาเป็นศูนย์กลางในการเรียน บทบาทของครูจะเปลี่ยนจาก “ผู้สอน” มาเป็น “ผู้แนะแนวทาง” คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือเมื่อนักศึกษามีปัญหา จัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้นักศึกษา รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ได้รู้จักพัฒนาความคิดเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจและความต้องการของนักศึกษาเอง (ชัยขงค์ พรหมวงศ์, 2521 : 6) การสอนแบบยึดนักศึกษาเป็นศูนย์กลางวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้คือ การสอนตามเอกัตบุคคล หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การสอนรายบุคคล (Individualized Instruction)

2.3.1 ความหมายของการสอนรายบุคคล

การสอนรายบุคคลหมายถึง วิธีการเรียนการสอนเนื้อหาที่กำหนดให้ โดยจัดให้องค์ประกอบต่างๆ ของการเรียนการสอนมีความสัมพันธ์กันและสัมพันธ์กับนักศึกษาอย่างมีระเบียบ จัดให้มีการวินิจฉัย (Diagnosis) ความสามารถ ความต้องการของนักศึกษาเป็นรายบุคคล เพื่อประโยชน์ในการกำหนด (Prescription) วิธีการเรียนและวัสดุการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักศึกษานั้น โดยมุ่งให้นักศึกษาทุกคนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ (วชิราพร อัจฉริยโกศล. 2527 : 71-74)

การสอนรายบุคคล หมายถึงการเรียนการสอนที่เน้นถึงความแตกต่างของนักศึกษาโดยเฉพาะในเรื่องของทักษะ ความสามารถ ความเข้าใจ แรงจูงใจ วินัยในตนเอง จุดมุ่งหมาย ความสามารถในการแก้ปัญหา และการคาดการณ์ของนักศึกษา โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่ให้ความสะดวกในการเรียน เป็นผู้แนะนำ ที่ปรึกษา และเป็นผู้กำหนดแหล่งการเรียนรู้ กิจกรรม การประเมินผล และการรายงานผลการเรียนของนักศึกษา (Dunn and Dunn. 1977 อ้างใน กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187-191)

Gagne' and Briggs (1979 : 122) ได้กล่าวถึงการสอนรายบุคคลว่า เป็นการสอนที่จัดขึ้นเพื่อเป็นหนทางให้การเรียนการสอน สนองจุดมุ่งหมายตามความต้องการและบุคลิกภาพของนักศึกษาแต่ละคนซึ่งการสอนแบบนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 5 ประการ คือ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะที่มีอยู่ก่อนของนักศึกษา
2. เพื่อช่วยในการค้นคว้าหาจุดเริ่มต้นของนักศึกษาแต่ละคนในการจัดลำดับการเรียน
3. เพื่อช่วยในการจัดวัสดุและสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการเรียน
4. เพื่อช่วยให้นักศึกษา เรียนได้ตามอัตราความสามารถของตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องรอกันระหว่างนักศึกษาในกลุ่ม
5. เพื่อสะดวกในการประเมินผลได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ และเพื่อเป็นการส่งเสริมความก้าวหน้าของนักศึกษาแต่ละคน

กล่าวโดยสรุปการจัดการสอนรายบุคคล เป็นการศึกษาที่จัดขึ้นโดยปรับโปรแกรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างของนักศึกษา นักศึกษาดำเนินการตามที่โปรแกรมการเรียนการสอนกำหนดให้โดยเฉพาะครูหรือผู้ผลิตโปรแกรมการสอนรายบุคคลจะต้องมีหน้าที่ต่างๆ ดังนี้ (วชิราพร อัจฉริยโกศล. 2527 : 71)

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน
2. ออกแบบการสอนอย่างจงใจให้เป็นการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. วินิจฉัยความต้องการและความสามารถของนักศึกษา
4. ออกแบบสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์การศึกษาที่เหมาะสม
5. กำหนดวิธีการเรียนและวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนที่เหมาะสม
6. การควบคุมสภาวะการเรียนรู้อย่างเต็มที่

การจัดเตรียมทรัพยากรและประสบการณ์การเรียนรู้ในสิ่งที่นักศึกษาต้องการ เพื่อที่จะเรียนให้ดีที่สุดตามความสามารถของตนนั้น เป็นจุดมุ่งหมายอย่างหนึ่งในการจัดการสอนรายบุคคล การที่จะสำเร็จตามจุดมุ่งหมายได้นั้นต้องอาศัยการจัดระบบการจัดการและการวางแผนการสอนที่ดี วิธีการหนึ่งที่จะตอบสนองในเรื่องความสามารถ และความแตกต่างระหว่างบุคคลคือการใช้บทเรียนโปรแกรม บทเรียนโปรแกรมมีพื้นฐานมาจากการนำหลักการเบื้องต้นทางจิตวิทยาการเรียนมาใช้ในการออกแบบ โดยอาศัยพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ (Learning Behavior) ทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) และทฤษฎีการวางเงื่อนไขเชิงปฏิบัติ (Operant Conditioning Theory) ซึ่งถือว่าความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เร้ากับการตอบสนองและการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำนักศึกษาไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยอาศัยการสอนที่มีการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า เป็นการที่นักศึกษามีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยได้รับผลย้อนกลับโดยทันทีและนักศึกษาได้เรียนไปที่ละขั้นตอน อย่างเหมาะสมตามความต้องการ และความสามารถของตน (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187-191)

2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีการให้ความสนใจการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1960 เนื่องจากพัฒนาการด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อันทันสมัย ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ราคาถูกลงมาก มีการพัฒนาวิธีการใช้ให้ง่ายขึ้น ขนาดเล็ก สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกทำให้คนเริ่มต้นตัวและคิดหาความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์กันอย่างแพร่หลาย สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในโรงเรียนมากขึ้นตั้งแต่ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาจนกลายเป็นวิชาบังคับในการศึกษาระดับอุดมศึกษา เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นที่รู้จักในทุกสถาบัน จึงมีความคิดในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้ในลักษณะที่เป็นผู้ช่วยสอนแทนครู และการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ได้รูปแบบที่ดีมีประโยชน์สูงสุดก็เริ่มขึ้น (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 225)

การออกแบบการเรียนการสอนโดยการนำเอาวิธีการจัดระบบ (System Approach) มาใช้เป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะเป็นขั้นของการวิเคราะห์และสังเคราะห์ขบวนการอย่างลึกซึ้ง ทำให้ผู้พัฒนาบทเรียนเข้าใจและตระหนักถึงสภาพของนักศึกษา เนื้อหาของบทเรียน แนวทางในการถ่ายทอดบทเรียน และการวัดประเมินผลการเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้ (วสันต์ อดิศักดิ์. 2530 : 75)

1. ขั้นวิเคราะห์นักศึกษา เป็นการศึกษาให้นักศึกษาเพื่อให้เข้าใจ และรู้จักกลุ่มเป้าหมายอย่างถ่องแท้ ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสม รวมทั้งพิจารณาถึงวัยและความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ ของนักศึกษาด้วย

2. **ขั้นวิเคราะห์เนื้อหา**ของบทเรียน พิจารณาว่าบทเรียนที่นำมานั้น มีความเหมาะสมกับสื่อประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่ นอกจากนี้ควรพิจารณาพิสัยของการเรียนรู้ด้วยว่าควรจะเน้นในด้านใดบ้าง ด้านความรู้ความจำ ด้านวิธีการคิด ด้านเจตคติ และด้านทักษะการปฏิบัติ เป็นต้น

3. **ขั้นพัฒนาเนื้อหา**บทเรียน เป็นการนำบทเรียนที่วิเคราะห์ได้มาจัดเป็นหน่วย ซึ่งจะใช้เวลาเรียนมาน้อยตามความเหมาะสม สำหรับมัธยมศึกษาประมาณ 1 – 2 คาบ (คาบละ 50 นาที) จากนั้นนำมาแยกเป็นหัวเรื่องย่อย ๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาให้มีปริมาณเท่า ๆ กันควรจะตัดความซ้ำซ้อนกันให้มากที่สุดและกำหนดแนวคิดขอบเขตของเรื่องที่จะสอน ให้หัวข้อหนึ่งควรมีหนึ่งความคิดรวบยอด

4. **ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์** ควรเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ครอบคลุมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้มากที่สุดตามชนิดเนื้อหาของบทเรียน

5. **ขั้นพัฒนาแบบทดสอบ** เมื่อจัดแบบทดสอบเรียบร้อยแล้วจึงคิดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้ นักศึกษาสามารถทำแบบทดสอบนี้ได้ แบบทดสอบที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีด้วยกัน 4 ชนิด

1. **แบบทดสอบความรู้เดิม (Entry – Behaviors test)** เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้วัดความพร้อมของนักศึกษาก่อนเข้าเรียน หากนักศึกษายังไม่มีความพร้อมจะต้องมีการซ่อมเสริมให้นักศึกษาก่อนจนเกิดความพร้อม

2. **แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)** เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ใช้เพื่อวัดความพร้อมในการที่จะเข้าศึกษาในหน่วยหนึ่ง ๆ

3. **แบบทดสอบด้วยตนเอง (Self – test)** เป็นแบบทดสอบขณะที่ยังเรียน แต่ละหัวเรื่องหรือแต่ละจุดประสงค์ ก่อนที่จะก้าวไปเรียนในหัวเรื่องต่อไป

4. **แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)** เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ที่เป็นคู่ขนานของแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดว่าเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

6. **ขั้นพัฒนายุทธศาสตร์การสอน** เลือกรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เหมาะสมซึ่งแต่ละประเภทมีวิธีการสอนของตนเอง

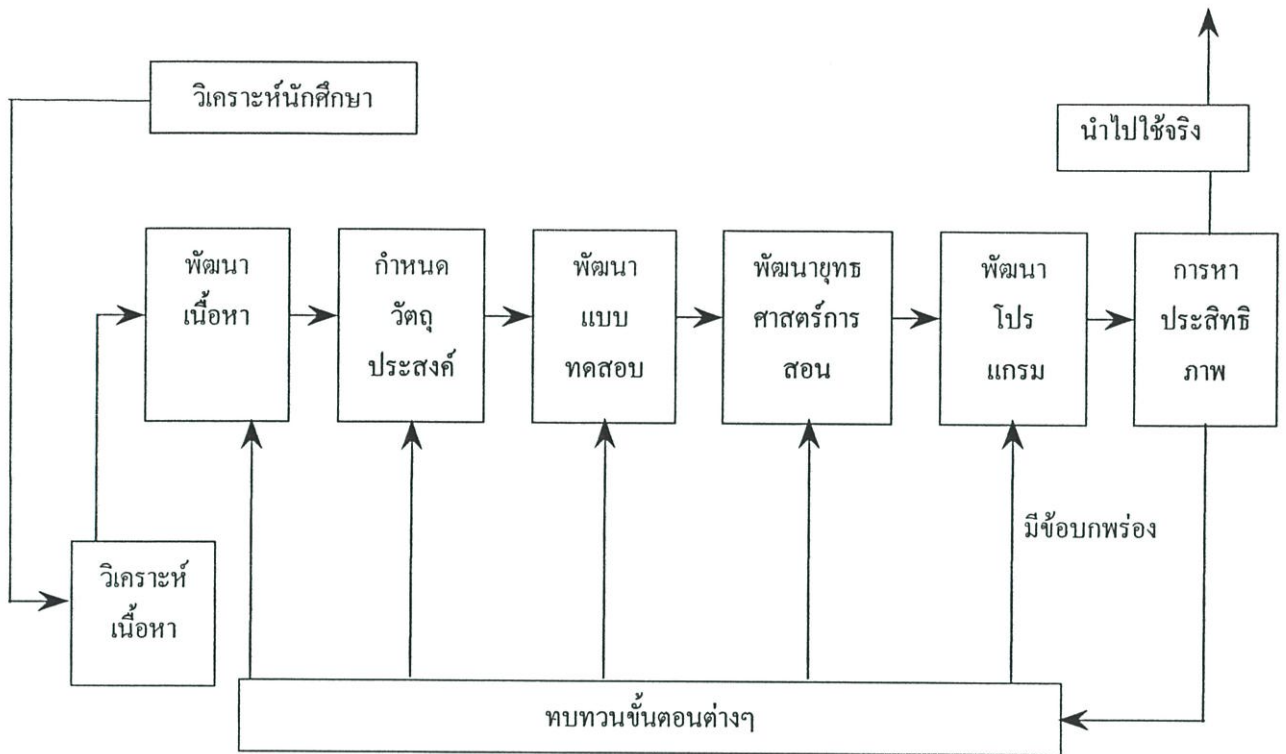
7. **ขั้นพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์** เป็นการนำเอาบทเรียนที่ได้มาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

7.1 เขียนด้วยภาษาเครื่อง หรือภาษาขั้นสูงภาษาใดภาษาหนึ่งโดยตรง (Programming)

7.2 เขียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Authoring System)

8. **ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน** เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปทดลองใช้กับนักศึกษา เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่อง และหาประสิทธิภาพของบทเรียน

จากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาแล้ว สามารถเขียนเป็นแผนภาพแสดงไว้ในภาพที่ 2.2 (วสันต์ อดิษฐ์. 2530 : 75-90)



ภาพที่ 2.2 แผนภาพแสดงลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะสร้างบทเรียน โดยประชุมตกลงในรายละเอียดของเนื้อหาที่จะใช้สอนแล้วดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ (ครรชิต มาลัยวงศ์. 2528 : 13)

1. วิเคราะห์ความจำเป็นในการสร้างบทเรียน เป้าหมายของบทเรียนและวิธีการสอนที่จะบรรลุถึงเป้าหมายนั้น
2. ออกแบบบทเรียน โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนต่าง ๆ ว่าจะต้องมีอะไรบ้างจึงจะบรรลุเป้าหมายของวิชาที่วางเอาไว้ งานส่วนนี้เป็นงานที่ต้องแยกทำเป็น 2 ส่วน คือการกำหนดกิจกรรมโดยสังเขปก่อนแล้วจึงแบ่งซอยเป็นกิจกรรมย่อย
3. การพัฒนาบทเรียนเป็นการสร้างบทเรียนเก็บไว้ในระบบคอมพิวเตอร์
4. ประเมินผลการเรียน ในช่วงแรกหลังจากพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้แล้ว ก็เป็นการทดสอบเรียนโดยใช้กลุ่มนักศึกษาทดสอบเพื่อการใช้งานหรือการเรียนของนักศึกษาว่าบทเรียนที่ใช้งานได้ดีและบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าหากใช้งานได้ไม่ดีหรือมีที่ผิดอื่น ๆ ก็จะได้แก้ไขดัดแปลง

ให้เหมาะสมต่อไปอีกช่วงหนึ่ง คือหลังจากนำบทเรียนไปสอนหรือใช้งานแล้ว บทเรียนนั้นอาจต้องแก้ไขเพิ่มเติมใหม่ได้

5. นำบทเรียนไปใช้งานจริง ระหว่างการใช้งานนั้น ครูอาจสรุปได้แน่นอนอีกครั้งหรือหลายครั้งว่าบทเรียนที่จัดสร้างขึ้นนั้นสมบูรณ์แล้วหรือยัง ถ้ายังก็อาจมีการปรับปรุงได้อีก

พิทักษ์ ศิรินटना (2531 : 38-14) กล่าวว่า ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปประเภทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าสามารถแบ่งได้เป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุเหตุผลว่าเหตุใดจึงเลือกเนื้อหาวิชานั้น และทำไมจึงใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่ดีคาดหวังกจากนักศึกษาทั้งก่อนและหลังจากการใช้โปรแกรมช่วยสอน เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เตรียมตัวและทราบจุดมุ่งหมายในการใช้โปรแกรมช่วยสอน
3. ลำดับขั้นตอนการทำงาน เป็นการกำหนดรูปแบบการทำงาน ของโปรแกรมช่วยสอนเพื่อบอกลักษณะและลำดับการทำงานของโปรแกรมให้ผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้จะสามารถจัดอุปกรณ์และสภาพการทำงานในการใช้โปรแกรม
4. สร้างโปรแกรม เป็นการแปลต้นฉบับที่อยู่บนกระดาษ ให้เป็นชุดคำสั่งที่คอมพิวเตอร์เข้าใจโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง
5. ทดสอบการทำงาน คือการนำโปรแกรมที่สร้างมาทดสอบ การทำงานของโปรแกรม และหาข้อบกพร่องเพื่อนำข้อมูลต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ต้นฉบับและตั้งโปรแกรม
6. ปรับปรุงแก้ไข เมื่อทราบข้อบกพร่องแล้วก็จะปรับปรุงซ้ำแล้วซ้ำอีก จนเป็นที่น่าพอใจของผู้ออกแบบ คือนักการศึกษาจึงจะนำไปใช้งาน
7. ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน คือการนำโปรแกรมช่วยสอนไปใช้ในการเรียนการสอน โดยการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์
8. ประเมินผล เพื่อสรุปว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้น สมควรนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่

ขั้นตอนที่ 1, 2 และ 3 เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบของโปรแกรมช่วยสอนจัดเป็นงานของนักการศึกษา หรือนักวิชาการที่มีความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนตลอดจนหลักจิตวิทยาการศึกษา หรือนักวิชาการที่มีความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอน เป็นงานของผู้เชี่ยวชาญเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพคอมพิวเตอร์ เพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้งาน

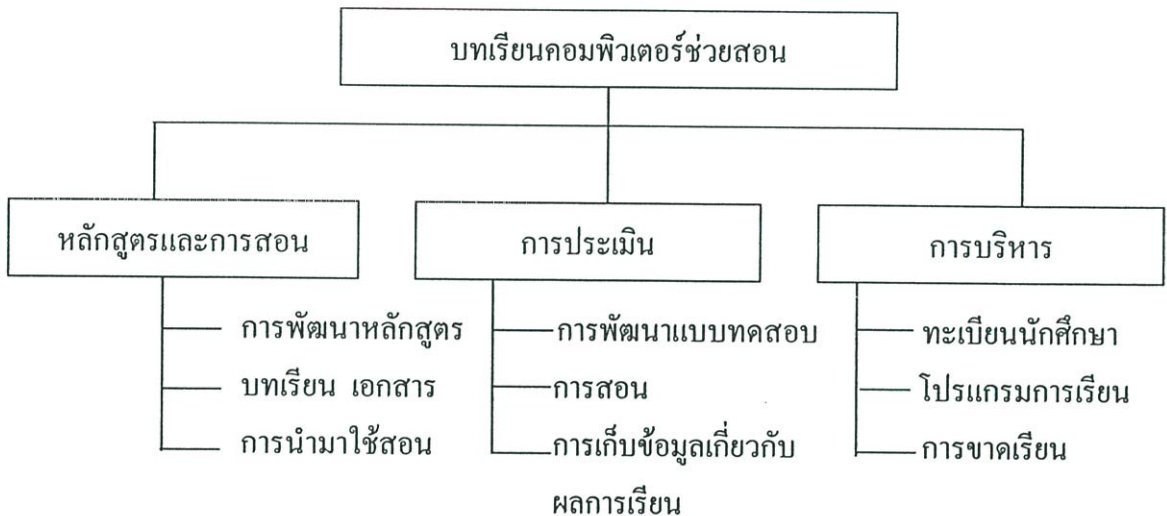
ขั้นตอนที่ 7 และ 8 เป็นการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจะเป็นการประสานระหว่างนักศึกษาและนักคอมพิวเตอร์ เพราะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการสร้างโปรแกรม ในขั้นตอนที่ 8 เป็นการประเมินผลขั้นสุดท้ายที่จะตัดสินใจว่าโปรแกรมช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่

2.4.1 วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ดังที่กล่าวแล้วว่าการคิดสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเราจะต้องได้รับความร่วมมือจากนักโปรแกรมเมอร์ นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะทำ (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 221)

เมื่อผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชากำหนดขอบเขตเนื้อหาให้แล้ว นักการศึกษาก็จะต้องช่วยแบ่งเนื้อหาที่ออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำเป็นรูปแบบของโปรแกรมบทเรียน กล่าวคือแบ่งออกเป็นกรอบๆ กำหนดให้มีการเสนอที่ละกรอบตามด้วยแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ มีการอธิบายคำตอบที่ผิดและวิเคราะห์คำตอบที่ผิดนั้น เพื่อดูว่าทำไมจึงผิด (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 222)

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นควรจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ โดยนำรายละเอียดเกี่ยวกับผลการเรียนของนักศึกษามารวมไว้ด้วย (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 223) ดังนี้



ภาพที่ 2.3 แสดงโปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นอกจากจะพิจารณาวิธีการทำว่าควรทำให้มีลักษณะใดแล้วควรมีการพิจารณาเรื่องอื่นประกอบด้วย (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 223)

1. เลือกคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับความต้องการ เช่น ขนาดของหน่วยความจำ ว่าใหญ่พอที่จะใช้กับ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กำลังจะทำหรือไม่ หากต้องการทำกราฟมีภาพ และใช้เพลงประกอบคอมพิวเตอร์ทำได้หรือไม่ จอภาพต้องการเป็นสีหรือไม่ ถ้าเป็นสีจะทำให้ภาพต่าง ๆ เด่นชัดและมีชีวิตชีวขึ้น อีกขณะที่แสดงบนจอเป็นกึ่งบรรทัด ต้องการภาษาไทยด้วยหรือไม่ มีการแสดงผลลัพท์ในกระดาษหรือไม่ ความเร็วในการแสดงผลต้องการให้เร็วเพียงใด หน่วยความจำสำรองเป็นชนิดใดราคาถูกหรือแพง

2. ซอฟต์แวร์ที่จะทำเป็นภาษาอะไร ใช้ได้กับระบบคอมพิวเตอร์ที่มีหรือไม่ มีลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ดีครบถ้วนหรือเปล่า และหากจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีขายก็ควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย

2.1 มีเอกสารประกอบดีพอหรือไม่

2.2 ราคาควรเป็นราคาซื้อหรือเช่า

2.3 มีค่าบำรุงรักษาหรือไม่

2.4 ข้อจำกัดในการใช้มีอะไรบ้าง

3. ถ้าจะลงมือเขียนโปรแกรมเอง ควรวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาแต่ละรายวิชาให้ดีก่อน โดยทำเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 แบ่งเนื้อหาทั้งหมดของวิชาที่จะเรียนเป็นขั้นตอนให้ดี ศึกษาถึงวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของการเรียนวิชานั้น ๆ

3.2 กำหนดขั้นตอนเรียบร้อยแล้วจัดแบ่งเป็นหัวข้อ แสดงเป้าหมายของการเรียนหัวข้อนั้น ๆ โดยชัดเจน

3.3 ถ้าหัวข้อนั้นกว้างเกินไป แบ่งซอยเป็นหัวข้อต่าง ๆ เพราะบทเรียนแต่ละบทไม่ควรยาวเกินไป ควรศึกษาวิธีการในการทำโปรแกรมบทเรียนให้ละเอียดเสียก่อน

3.4 การกำหนดรูปแบบการพัฒนาแต่ละหัวข้อว่าจะทำการสอนในรูปแบบใดแก้ปัญหาหรือเสนอเรื่องให้อ่านแล้วตอบคำถาม หรือสร้างภาพจำลองให้แก้ไข

3.5 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรให้นักศึกษาเลือกคำถามด้วยวิธีการสุ่ม จำนวนคำถามควรมีมาก ๆ นักศึกษาแต่ละคนจะได้ตอบคำถามนี้ด้วยโดยไม่ซ้ำกัน นอกจากนั้นต้องไม่ลืมให้คำตอบที่ถูกต้อง และให้คอมพิวเตอร์ตรวจและรวมคำตอบไว้เลย วางหลักการให้มีการอธิบายข้อผิดหรือวิเคราะห์คำตอบที่ผิดให้ได้ ว่าทำไมนักศึกษาจึงตอบผิดเพื่อเป็นแนวที่จะเข้าใจ นักศึกษา และนำข้อผิดพลาดไปแก้ไข

3.6 เขียนโปรแกรมให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เลือกภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับเครื่อง

3.7 หลังจากทำเสร็จแล้ว ต้องนำไปให้นักศึกษาทดลองเก็บข้อมูลมาเป็นแนวที่จะใช้แก้ไข

3.8 เสร็จแล้วต้องเขียนคู่มือ วิธีใช้ให้ชัดเจนเพื่อคนรุ่นหลังมาใช้จะได้ไม่เกิดปัญหา

2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try – out) ตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง (สุโขทัย ธรรมาริราช. 2527 : 141; เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 56)

2.5.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะพึงพอใจว่าหากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณภาพที่จะนำไปสอนนักศึกษา

การที่จะนำเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมิน พฤติกรรมของนักศึกษา 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของขบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะกำหนดเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่านักศึกษาจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของนักศึกษาทั้งหมดนั้นคือ $E_1 : E_2$ หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ : ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ การกำหนดเกณฑ์ $E_1 : E_2$ ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำมักตั้งไว้ที่ 80 :80 หรือ 90:90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจเนคติอาจตั้งไว้ 70:70 . 75:75 (สุโขทัยธรรมมาริราช. 2527 : 152)

2.5.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้สูตร $E_1:E_2$ ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของขบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521 : 73)

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

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

เมื่อ E_1 = แทนประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามในทุกกรอบ (แบบฝึกหัด) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ถูกต้อง

E_2 = แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

$\sum X$ = แทนคะแนนรวมของนักศึกษาจากแบบฝึกหัด

$\sum F$ = แทนคะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน

N = แทนจำนวนนักศึกษา

A = แทนคะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = แทนคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.5.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพ 2 ขั้นตอน

1. ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับนักศึกษา 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อจะดูว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับนักศึกษาอย่างไร และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. ทดลองภาคสนามครั้งใหญ่ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองแบบ 3 คน ไปทดลองใช้กับนักศึกษา โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 2 คน หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

3. ทดลองเชิงปฏิบัติการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มเล็ก และปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาทั้ง 20 คน นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพและค่าดัชนี ประสิทธิภาพเพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด

2.6 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6.1 การสร้างคำถามวัดพฤติกรรมตามจุดประสงค์

แบบทดสอบสามารถวัดพฤติกรรมตามจุดประสงค์ด้านสติปัญญาได้ 6 ระดับ คือ (ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 85 – 99)

2.6.1.1 ความรู้ความจำ หมายถึงความสามารถระลึกถึงเรื่องราวต่างๆที่เคยมีประสบการณ์มาก่อนได้ คำถามอาจถามความหมายของศัพท์และนิยามของคำต่างๆ ตามกฎและความจริงเฉพาะเรื่อง ระเบียบแบบแผน แนวโน้มและลำดับ การจำแนกประเภทหรือจัดหมวดหมู่ ความรู้เรื่อง

เกณฑ์ในการเปรียบเทียบหรือตัดสิน ระเบียบวิธีที่เคยปฏิบัติมา หลักวิชาและวิธีการขยายหลักวิชา ทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นต้น

2.6.1.2 ความเข้าใจ หมายถึงความสามารถในการแปลความหมาย ตีความหมาย ขยายความได้ คำถามประเภทนี้ควรเป็นข้อความใหม่ที่ครูกำหนดสถานการณ์ขึ้น โดยเลียนแบบของเก่ามาเรียบเรียงใหม่

2.6.1.3 การนำไปใช้ เป็นการถามให้นำความรู้ที่ได้เรียนมาไปแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน แต่อาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับเรื่องที่เคยพบเห็นมาก่อน การใช้ตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับใช้วัดคำถามการนำไปใช้

2.6.1.4 การวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการแยกแยะหาเหตุผล ค้นหาแง่มุมต่างๆ ตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดให้ มี 3 ประเภทคือ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์และวิเคราะห์หลักการ

2.6.1.5 การสังเคราะห์ เป็นการนำสิ่งต่างๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปมาผสมผสานกัน โดยได้ผนวกความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไป แล้วเกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้นมา การสังเคราะห์มี 3 ประเภท คือการสังเคราะห์ข้อความ สังเคราะห์แผนงาน สังเคราะห์ความสัมพันธ์

2.6.1.6 การประเมินค่า เป็นการถามให้ตัดสินข้อมูลหรือข้อความใดๆว่าถูก – ผิด เหมาะสม – ไม่เหมาะสม ดี – เลว ฯลฯ อย่างไรโดยมีเกณฑ์ตัดสินต่างกัน 2 ลักษณะ คือตัดสินโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์ภายในเนื้อเรื่องนั้น และตัดสินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอกที่ไม่ปรากฏตามเนื้อเรื่องหรือเนื้อหาวิชานั้น แต่ตั้งเกณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยใช้เหตุผล สภาพความจริง การยอมรับของสังคม เป็นต้น

2.6.2 การสร้างตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม

การสร้างตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม เป็นการแยกแยะเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ทราบว่าแต่ละรายวิชานั้นมีเนื้อหาอะไรบ้างมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมอะไร และมีอย่างละเท่าไร (ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 108 – 117)

วิธีการสร้างตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม

1. พิจารณาว่าหลักสูตรนั้นมุ่งสอนให้นักศึกษาเกิดพฤติกรรมอะไรบ้าง โดยพิจารณาหลักสูตรวิชาที่วิเคราะห์ภาคความมุ่งหมาย แล้วถอดความมุ่งหมายของหลักสูตรออกมาเป็นพฤติกรรมด้านต่างๆ เช่น พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ เป็นต้น โดยปกติในวิชาหนึ่งๆ มักแยกออกได้ 6 – 8 พฤติกรรมใหญ่ๆ ผู้ทำการวิเคราะห์หลักสูตรต้องตัดสินใจว่าในวิชานั้นจะวัดพฤติกรรมใดบ้าง มีกี่พฤติกรรม เมื่อจำแนกได้ว่ามีกี่พฤติกรรมแล้วควรตีความหมายได้ว่าแต่ละพฤติกรรมนั้นมีความหมายอย่างไร แสดงพฤติกรรมที่สังเกตได้อย่างไร และวัดผลได้โดยวิธีไหน (ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 108 – 117)

2. พิจารณาหลักสูตรด้านเนื้อหา แล้วมาแยกเป็นเรื่องๆ เนื้อหาที่ไม่ค่อยสำคัญหรือเป็นประเภทเดียวกันอาจนำมารวมเป็นข้อเดียวกันได้ แล้วบรรจุลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตรในแนวนอนทางด้านซ้ายมือ ส่วนพฤติกรรมในข้อ 1 นำมาบรรจุลงในตารางตามแนวตั้งด้านบน (ตารางที่ 6.5 หน้า 106) (ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 108 – 117)

3. สมมติน้ำหนักหรือความสำคัญของแต่ละพฤติกรรมตามแนวนอนให้มีคะแนนเต็ม เป็น 10 หน่วย เท่ากันทุกช่อง (ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 108 – 117)

4. ให้ผู้วิเคราะห์หลักสูตรแต่ละคนกำหนดความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะวัดในแต่ละช่องว่าจะให้น้ำหนักคะแนนช่องละเท่าใดจากคะแนนเต็ม 10 (ตารางที่ 6.5 หน้า 106 - 108)

เพื่อให้การกำหนดน้ำหนักคะแนนของผู้วิเคราะห์ในกลุ่มเดียวกันมีความเป็นมาตรฐานเดียวกัน อาจกำหนดค่าของคะแนนเพื่อใช้ร่วมกันดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 108 – 117)

น้ำหนักคะแนน 0 หมายถึงเนื้อหาและพฤติกรรมนั้นไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเน้น

น้ำหนักคะแนน 1 - 2 หมายถึงเนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญน้อย

น้ำหนักคะแนน 3 - 4 หมายถึงเนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญค่อนข้างน้อย

น้ำหนักคะแนน 5 - 6 หมายถึงเนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญปานกลาง

น้ำหนักคะแนน 7 - 8 หมายถึงเนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญค่อนข้างมาก

น้ำหนักคะแนน 9 - 10 หมายถึงเนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญมาก

นอกจากการกำหนดเกณฑ์น้ำหนักคะแนนรวมกันแล้ว ก่อนที่จะกำหนดน้ำหนักคะแนนลงไป ผู้วิเคราะห์ทุกคนควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของพฤติกรรมตรงกัน การอภิปรายร่วมกันจะทำให้เข้าใจความหมายของพฤติกรรมได้ตรงกัน และเชื่อถือได้ยิ่งขึ้น

5. นำคะแนนในแต่ละช่องที่แต่ละคนกำหนดให้มาเฉลี่ยเข้าด้วยกันทั้งกลุ่ม (ตารางที่ 6.5 หน้า 107)

6. รวมคะแนนที่ได้จากข้อหาตามแนวนอน (ตามเนื้อหา) และแนวตั้ง (ช่องพฤติกรรม) เป็นช่องๆ ผลรวมของคะแนนแต่ละช่องเรียกว่า “คะแนนรวมย่อย”

7. รวมคะแนนรวมย่อยทั้งแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งต้องได้คะแนนเท่ากัน เรียกคะแนนรวมจำนวนนี้ว่า “คะแนนรวมยอด”

8. แปลงคะแนนรวมยอดเป็น 1,000 หน่วย แล้วแปลงคะแนนในทุกช่องในตารางให้สอดคล้องกับคะแนนรวม 1,000 หน่วย โดยวิธีเทียบอัตราส่วน

9. จัดอันดับความสำคัญ โดยถือคะแนนรวมในข้อ 6 ที่มากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 รองลงมาเป็นอันดับที่ 2 และลดหลั่นกันตามมา

การแปลงคะแนนรวมยอดให้เป็น 1,000 หน่วย จะช่วยให้สะดวกในการเทียบสัดส่วนจำนวนข้อจากคะแนนเต็มได้สะดวกขึ้น

2.6.3 หลักการออกข้อสอบ

การสอบวัดสิ่งใดจะให้ดีมีคุณภาพ จะต้องมีการวัดที่เหมาะสม เครื่องมือในการวัดผลมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดใช้ได้เหมาะสมกับสภาพของสิ่งที่ต้องการวัดบางอย่าง เช่น การสังเกต เป็นการเฝ้ามองดูอย่างมีจุดประสงค์ จะวัดด้วยการสังเกตได้ ก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นมีการแสดงพฤติกรรมภายนอกให้เห็น แต่การสังเกต ก็มีขอบเขตจำกัดต่อเวลา และความแม่นยำในการสังเกต การสัมภาษณ์ เป็นการพูดคุยอย่างมีจุดประสงค์ ส่วนใหญ่จะวัดได้เฉพาะคนที่แสดงออกโดยความจริงใจ และชอบพูด ชอบตอบ ความคิดเห็นและความรู้สึกจะสัมภาษณ์ได้ดี ส่วนในด้านความรู้ความสามารถจะวัดได้ลำบาก เครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดในการวัดความสามารถในการเรียนรู้ ก็คือ แบบทดสอบ (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 85 –109)

2.6.3.1 แบบทดสอบ (Test) หมายถึง ชุดของข้อคำถาม หรือ ข้อปัญหา ที่ออกแบบสร้างขึ้นอย่างมีระบบและกระบวนการ เพื่อค้นหาตัวอย่างของพฤติกรรมของผู้สอบ ภายใต้เงื่อนไขเฉพาะอย่าง ชนิดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกตามรูปแบบคำถามและวิธีการตอบ ได้ 2 ประเภท คือ (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 85 –109)

2.6.3.1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) หรือแบบความเรียง เป็นแบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้สอบได้ตอบยาวๆ แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ผู้สอบมีความรู้ในเนื้อหาอย่างน้อยเพียงใด ก็เขียนออกมาให้หมดในเวลาที่กำหนดให้ แบบทดสอบประเภทนี้เหมาะสำหรับวัดความสามารถหลายๆด้าน ในแต่ละข้อ เช่น วัดความสามารถในด้านความคิดเห็น ความสามารถในการใช้ภาษา เป็นต้น

2.6.3.1.2 แบบทดสอบปรนัย (Objective test) เป็นแบบทดสอบที่ถามให้ผู้สอบตอบสั้นๆ ในขอบเขตจำกัด คำถามในแต่ละข้อจะวัดเพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว ผู้สอบไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย การตอบคำถามสามารถทำได้ง่ายโดยการกากบาท (X) แรเงาทึบ (■) ทำวงกลม (O) โยงเส้นหรือเขียนเครื่องหมายถูก (✓) หรือผิด (X) เท่านั้น แบบทดสอบปรนัยที่รู้จักกันทั่วไปได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด (True – False) แบบเติมคำ (Completion) แบบจับคู่ (Matching) และแบบเลือกตอบ (Multiple choices)

แบบทดสอบทุกชนิดเวลาเขียนต้องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวัด และแบบทดสอบแต่ละข้อแต่ละชนิดจะต้องรักษาให้มีความเป็นปรนัย (Objectivity) ในความวัดผลความเป็นปรนัย หมายถึง ข้อสอบที่นักศึกษาอ่านแล้วรู้ว่าถามอะไร เมื่อสอบเสร็จแล้วไม่ว่าใครจะตรวจให้คะแนน ค่าของคะแนนจะเท่ากัน และการแปลความหมายของคะแนนในข้อนั้นจะตรงกัน สามประการนี้ถือเป็นหัวใจของความเป็นปรนัยที่ผู้เขียนข้อสอบจะต้องยึดถือไว้ ในที่นี้ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงแต่วิธีการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย เพราะแบบทดสอบแบบปรนัยนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ได้อย่างเหมาะสม คือ นักศึกษา

สามารถที่จะตอบคำถามได้สะดวก มีความเที่ยงตรงและสามารถตรวจสอบผลคะแนนได้ง่าย (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 85 –109)

1. แบบทดสอบแบบถูก – ผิด (True – False Test) แบบทดสอบแบบนี้จะวัดความสามารถในการพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ว่า ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ จากความสามารถของนักศึกษาที่ได้เรียนรู้มาแล้ว โดยทั่วไปจะเป็นการวัดความสามารถ ด้านความจำ แต่ถ้าสามารถพลิกแพลงข้อความให้ดีขึ้น อาจจะสามารถวัดด้านความคิดที่สูงขึ้นได้บ้าง ข้อควรระวังในการเขียนข้อความมีดังนี้ (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 85 –109)

1. ข้อความควรแจ่มชัดว่าถูกหรือผิด
2. ข้อความไม่ควรถามตรงๆจากที่สอนในตำรา ควรพลิกแพลงบ้าง ทั้งนี้ถ้าข้อความตรงในตำราทุกประการ เด็กที่ท่องจำมาก็จะสามารถตอบได้โดยไม่คิด จะทำให้ข้อสอบไม่มีคุณภาพ

3. ข้อเดียวควรถามในเรื่องเดียว หมายความว่า ข้อความที่จะมาสร้างเป็นข้อสอบควรเป็นข้อความในเรื่องเดียวกัน

4. ตัดคำขยายที่ฟุ่มเฟือยออก บางกรณีผู้เขียนข้อสอบอยากทำให้ข้อความสมบูรณ์แบบ แต่จริงๆแล้วพอขยายคำหรือประโยคมากเกินไป กลายเป็นข้อความที่ฟุ่มเฟือยจนเกินไป ถือว่าเป็นข้อสอบไม่ดี

2. แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test) แบบทดสอบแบบนี้เป็นการวัดความสามารถในการหาคำ หรือข้อความ มาเติมลงในช่องว่างของประโยคที่กำหนดให้ได้ถูกต้องแม่นยำ โดยไม่มีคำตอบใดมาชี้นำก่อน นอกจากข้อความหรือประโยคที่ให้ไว้เท่านั้น โดยธรรมชาติเป็นการวัดความจำ แต่ถ้าออกข้อสอบดีๆก็สามารถวัดความคิดได้ การเขียนข้อสอบเติมคำ มักเป็นข้อความมากกว่าคำถาม แต่ละข้อความหรือประโยคจะเว้นที่ให้เติมคำตอบ 1 หรือ 2 แห่ง แต่ถ้ากำหนดข้อความยาวเป็นสถานการณ์ สามารถเว้นให้เติมได้หลายแห่ง เป็นลักษณะโคลซเทสท์ (Cloze Test) ไปในตัว แบบทดสอบแบบโคลซเทสท์นั้นการกำหนดการจะแล้วแต่ผู้ออกข้อสอบจะกำหนด นิยมใช้ในข้อสอบภาษาอังกฤษ หลักการเขียนแบบทดสอบแบบเติมคำควรพิจารณาดังนี้ (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 85 –109)

1. ข้อความควรสามารถบังคับคำตอบได้
2. ไม่ควรเอาข้อความโดยตรงจากตำรามาเขียนเป็นข้อสอบ
3. ถ้าไม่จำเป็นไม่ควรเว้นให้เติมคำตอบต้นข้อความ
4. ถ้าคำตอบเติมคำให้ตอบเป็นตัวเลข ให้กำหนดหน่วยด้วยว่า ต้องการให้ตอบเป็นหน่วยอะไร และทศนิยมกี่ตำแหน่ง
5. ช่องให้เติมคำควรมีขนาดยาวพอให้ผู้ตอบสามารถเติมคำตอบได้ครบ

6. การให้เติมคำมากกว่า 1 ช่อง แต่ละช่องควรมีความสัมพันธ์กัน หรือมีความเกี่ยวข้องกัน

7. ในวิชาที่เกี่ยวกับคิตใจทศค้ำนวนแล้วได้ค้ำมา 1 ตัว เช่น วิชาคณิตศาสตร์สามารถใช้แบบทดสอบเติมค้ำได้คิต แต่อย่าลืมห้กำหนดจ้ำนวนทศนิยมนว่ต้องกรก้ด้ำนหน้่ง ดังท้กถ้ล้่วแล้วในข้อ 4

3. แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test) แบบทดสอบแบบนี้เป็นลักษณะการวางข้อเท็จจริง เงื่อนไข คำ ตัวเลข หรือ สัญลักษณ์ ไว้ 2 ด้านขนานกัน เป็นแนวตั้ง ก. กับแนวตั้ง ข. แล้วให้อ่านคู่ข้อเท็จจริงในแถวแนวตั้ง ก. ก่อน ต่อจากนั้นให้พิจารณาว่าจะไปเกี่ยวข้องกับ หรือจับคู่กันได้พอดี กับข้อเท็จจริงข้อไหนในแนวตั้ง ข. ที่กำหนดไว้ ตามธรรมดาแล้วแนวตั้ง ก. มักจะน้อยกว่าแนวตั้ง ข. เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ใช้ความสามารถในการจับคู่ได้มากขึ้น (ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 85 –109)

ในแถวตั้ง ก (Column ก.) มักจะถือว่าเป็นเหตุ หรือหลักฐานในการพิจารณา

ในแถวตั้ง ข (Column ข.) ถือเป็นคำตอบ ดังนั้นคำตอบจึงมักเขียนไว้เกินตัวที่เป็นเหตุหรือใจทศเสมอ แนวกรเขียนแบบทดสอบแบบจับคู่อาจสรุปล้ได้ค้ดังนี้

1. ตัวถามและตัวตอบควรกระทัดรัด อย่ายาวจนเกินไป
2. การจับคู่ชุดหนึ่งๆ ควรเป็นเรื่องเดียวกัน อย่าปนหลายๆเรื่อง
3. พิจารณาคูด้ำนกรตอบจะคลุ่มกรถมหรือไม่ และเขียนเพื่อไว้มกน้อย

เพียงใด

4. ด้ำนกรถมไม่ควรให้ม้จ้ำนวนเท้กกับด้ำนกรตอบ
5. ตามธรรมดาด้ำนกรตอบหรือตัวตอบม้กจะสรุปล้ันๆไว้ย่กค้
6. ด้ำนกรถมม้กจะเป็นข้อควม ข้อเท็จจริง ท้อธิบยเรื่งน้ันยวกว่ด้ำนกรตอบ

ตอบ

7. เขียนค้ำชี้แจงให้แจ่มชัดว่ต้องกรให้ผู้ตอบท้อยงไร ตอบทงด้ำนไหน และช้ดตอบ หรือเขียนตอบย่กไร จะตอบช้ได้หรือไม่

8. แบบทดสอบจับคู่ชุดหนึ่งๆ ควรให้อยู่หน้าเดียวกันไม่ควรแยกข้อค้ำถมหรือ ค้ำตอบไปอยู่หน้าอื่น จะท้อให้เกิดควมล้บกกต่อกรตอบของนักศ้กษ

4. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ความต้องการของนักวัดผลทางการศึกษา ก็คือทำอย่างไรจึงจะสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพและมีความเป็นปรนัยใช้วัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้แบบทดสอบแบบความเรียง แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบถูกผิด วัดได้ดีตามวัตถุประสงค์เพียงบางประการ จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป หากที่จะวัดได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์ที่เราต้องการทั้งหมด นักวัดผลจึงคิดเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้่อีกวิธีหนึ่งเรียกว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) แบบทดสอบแบบนี้จะสามารถวัดได้ครอบ

คลุมจุดประสงค์ และตรวจสอบการให้คะแนนได้แน่นอน ยิ่งเป็นยุคคอมพิวเตอร์แล้ว การใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ จะอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบผลได้อย่างดี แบบทดสอบแบบเลือกตอบสามารถใช้แทนแบบทดสอบในรูปแบบอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี แม้แต่ข้อสอบแบบความเรียง ข้อสอบแบบเลือกตอบก็สามารถใช้แทนได้ แบบทดสอบประเภทนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 85 –109)

1. ตอนนำหรือตัวคำถาม (Stem)
2. ตัวเลือก (Choices หรือ Options) หรือแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
 - ตัวถูก (Correct Choice)
 - ตัวลวง (Decoys หรือ Distracters)

แนวการเขียนแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้ (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 85 –109)

ก. ด้านตัวคำถาม ตัวคำถามเป็นตัวเร้าตัวแรกที่จะทำให้เกิดการตอบสนอง ถ้าตัวคำถามเกิดขาดคุณภาพแล้ว ผลการตอบสนองจะไปคนละทิศละทาง ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การเขียนข้อคำถามจึงควรระมัดระวังดังนี้

1. ควรบอกให้แน่ชัดว่าเป็นคำถามหรือเติมคำ คือข้อคำถามไม่ควรเขียนคำหรือประโยคลอยๆ ควรใช้เป็นคำถาม ให้สมบูรณ์แบบทุกครั้ง

2. ควรถามให้ตรงจุดและชัดเจน การเขียนข้อคำถามบางทีเขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์แล้ว แต่คำถามอาจไม่ตรงจุดที่ต้องการให้นักศึกษาตอบ นักศึกษาอาจมองเห็นเป็นหลายแง่หลายมุมไม่ชัดเจนพอ จึงควรพิจารณาเรื่องนี้ให้ดีด้วย

3. คำถามควรกระชับรัดกุมไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย คำว่าฟุ่มเฟือยในที่นี้หมายถึง การใช้คำพูด หรือคำอธิบายที่ซ้ำซ้อนในตัวคำถามโดยไม่จำเป็น คำเหล่านั้นเมื่อตัดออกแล้วข้อความที่เหลือจะมีความหมายตรงที่ต้องการวัดผลการเรียนรู้ในข้อนั้น โปรดจำไว้ว่าการเขียนข้อคำถามที่ดีนั้นควรเขียนไม่ยาวนัก แต่ถ้าเขียนยาวหน่อย และเป็นการใช้ข้อความที่เป็นประโยชน์ต่อคำถามจะตัดออกไม่ได้ เพราะถ้าตัดออกแล้ว จะทำให้ข้อความเปลี่ยนแปลงไปจากจุดประสงค์เดิมที่ต้องการ

4. คำถามควรเร้าให้ผู้ตอบได้ใช้ความคิด ส่วนใหญ่แล้วการเขียนข้อคำถามมักจะถามสิ่งให้นักศึกษาเคยเรียนและท่องจำกันมาแล้ว ข้อคำถามที่ถามให้ผู้ตอบระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วโดยตรงเรียกว่า ข้อคำถามจำ คำถามประเภทจำไม่ส่งเสริมให้ผู้ตอบได้ใช้ความคิด ไม่ทำท่ายกการใช้หลักวิชาการ การเขียนข้อคำถามจึงควรถามให้สูงกว่าความจำจึงจะดี คำถามที่ถามขั้นสูงขั้นนั้นโดยเนื้อแท้แล้ว ผู้ที่จะตอบคำถามได้ก็ต้องอาศัยความสามารถด้านการจำด้วยเหมือนกัน เพียงแต่ใช้ความจำในรูปแบบอื่นที่พลิกแพลงขึ้น ไม่ถามตรงไปตรงมา

5. คำถามควรใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับผู้สอบ ข้อนี้หมายถึงการใช้ศัพท์ในการเขียนข้อคำถาม ซึ่งควรใช้คำศัพท์ที่ง่ายพอเหมาะกับระดับชั้นของนักศึกษา ส่วนใหญ่

เป็นปัญหาที่ใช้ศัพท์เป็นสำนวนยาก ส่วนการใช้ศัพท์หรือสำนวนง่ายๆ ไม่เป็นปัญหาแต่อย่างใด เช่น ข้อสอบชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ใช้คำ ปฏิวัติ รัฐประหาร ราชาธิปไตย แบบนี้ เด็กระดับนี้อาจไม่มีความรู้ในคำศัพท์ระดับสูง ในเมื่อคำศัพท์ก็ไม่ว่าแล้ว การอ่านคำถามให้รู้ว่าเขาจะถามอะไร จะตอบอย่างไรก็ไม่สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง ทำให้ข้อคำถามไม่มีประโยชน์ในการวัดจุดประสงค์นั้น

6. ไม่ควรใช้คำปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อนกัน การใช้คำถามที่มีคำปฏิเสธทำให้ผู้อ่านคิดสับสน เพราะเป็นการคิดย้อนกลับ อาจทำให้การตีความหมายของโจทย์ผิดพลาดจากจุดมุ่งหมายของผู้ออกข้อสอบก็ได้ การตีความหมายของโจทย์ผิดเป็นผลทำให้ตอบผิดนั้นเป็นเรื่องของความเข้าใจผิด ไม่ใช่ตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ในวิชานั้น คำถามแบบนี้จึงขาดความเป็นปรนัย การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงไม่ควรใช้ถ้าไม่จำเป็นจริงๆ แต่ในการวัดเชาว์ปัญญาและความถนัดนิยมใช้กัน เพราะจุดมุ่งหมายของการวัดผลแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็แล้วแต่ในกรณีคำปฏิเสธซ้อนนั้นไม่ควรใช้อย่างยิ่ง

7. ข้อคำถามหนึ่งควรถามเรื่องเดียว ในที่นี้หมายความว่าข้อคำถามในข้อหนึ่งๆ ควรเป็นคำถามให้ผู้ตอบตอบความคิดเดียว แทนที่จะถามสองคำถามหรือสามคำถาม ถ้าอยากถามหลายคำถามในแบบนี้ ควรแยกเป็นข้อย่อยลงไปอีกจึงจะดี

8. ข้อคำถามไม่ควรถามสิ่งที่เด็กท่องจำคล่องปาก ในกรณีบางอย่างอาจจะไม่ต้องท่อง แต่ใช้กันเป็นประจำจนเคยชินแล้วก็ไม่ควรถาม เพราะการถามคำถามแบบนี้ไม่เกิดประโยชน์อันใดเลย เช่น ตื่นเช้านักเรียนต้องทำอะไร (ตอบ แปรงฟัน) อย่างนี้เรียกว่าทำกันเป็นประจำจนเคยชินอยู่แล้ว อีกประการหนึ่ง เช่น ถามสูตรคูณ ซึ่งให้นักเรียนท่องจำมาแล้วอย่างน้อยที่สุดก็ถึงแม่ 9 ดังนั้น การถามว่า 5×7 เป็นเท่าไร ก็ถือว่าไม่ดีเหมือนกัน ควรถามให้เกินตัวคูณที่เป็น 9 หรือ 12 จะดีกว่า เด็กจะได้คิดในรูปแบบใหม่บ้าง

ข. ด้านตัวเลือก ข้อสอบแบบเลือกตอบมีบทบาทสำคัญมาก จะจำแนกแยกดีกว่ามีความรู้ความสามารถเพียงใด ก็อยู่ตรงการเขียนตัวเลือก การเขียนตัวเลือกที่ดีจึงเป็นศรีแก่แบบทดสอบอย่างยิ่ง ข้อเสนอนี้ในการเขียนตัวเลือกอาจกล่าวเป็นข้อใหญ่ได้ดังนี้ (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 85 –109)

1. ควรมีคำตอบถูกเพียงตัวเดียว ในข้อนี้หมายถึงการพิจารณาของผู้ตอบสามารถพิจารณาได้ว่าคำตอบใดถูกที่สุดเพียงตัวเดียวได้ ผู้เขียนข้อสอบบางคนอาจเขียนตัวเลือกที่มีส่วนถูกทั้งนั้น สัมผัสคิดว่าในจำนวนที่เป็นตัวเลือกถูกไม่มีตัวใดเด่นชัดกว่าเพื่อน ลักษณะนี้ถือว่าเป็นตัวเลือกที่ไม่ดี จะทำให้มีปัญหาในการให้คะแนน และสร้างความสับสนในการคิดแก่ผู้ตอบ โดยทั่วไปแล้วคำชี้แจงในการทำข้อสอบมักจะทำให้ผู้ทำพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว เพื่อตอบลงในกระดาษคำตอบ ดังนั้น ถ้าตัวเลือกเกิดมีตัวถูกหลายๆตัวที่มีน้ำหนักพอๆกันจะทำให้ผู้ตอบเกิดความหวั่นไหวคิดวนไปวนมา อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการสอบอย่างมาก ผู้เขียนจึงต้องระวังให้ดีและก๊อปปี้ให้ผลเป็นต้นฉบับให้ตัวเลือกข้อนั้น ไม่มีคำตอบถูกเลย ซึ่งก็ไม่ได้พอกัน

2. ตัวเลือกไม่ควรแนะนำคำตอบ ตัวเลือกที่จะแนะนำคำตอบได้ส่วนใหญ่ มักจะเขียนพ้องกับคำถาม ดังนั้นต้องพยายามอย่าให้คำตอบที่ถูกพ้องกับข้อคำถามเป็นอันดับ แต่ถ้าเป็น คำที่พ้องนั้นอยู่ในตัวเลือกผิดจะถือว่าเป็นตัวลวงที่ดี ซึ่งอาจจะลวงคนตอบได้มากในกรณีที่ ผู้สอบมีความสามารถต่ำ ส่วนผู้ตอบที่มีความสามารถสูงคงจะใช้วิจารณ์ญาณของตนเองว่าตัวเลือกใดถูกต้อง แน่

3. ตัวเลือกควรเขียนกระชับรัดกุม ไม่ยาวยืดเยื้อหรือเพิ่มคำที่ไม่จำเป็น มีหลายครั้งที่ ผู้เขียนพยายามจะอธิบายรายละเอียดลงในตัวเลือก ซึ่งถือว่าเป็นการไม่ดี เพราะยาวไปโดยไม่จำเป็น แต่การตัดตัวเลือกให้สั้นนั้นต้องมีเหตุผลที่ดี ไม่ใช่อยู่เฉยๆ ก็ตัดคำซ้ำซ้อนออกจากข้อความ

4. ตัวเลือกควรอิสระจากกัน มีหลายครั้งเวลาเขียนตัวเลือก ผู้เขียนมักเขียนตามสบายทำให้ตัวเลือกก้าวก่ายกัน นั่นคือตัวเลือกหนึ่งๆเกี่ยวข้องกับตัวเลือกอีกตัวหนึ่ง บางทีความหมายคร่อมกันไปคร่อมกันมา จนทำให้ผู้สอบตัดสินใจไม่ได้ว่าจะเลือกข้อใดดี การเขียนตัวเลือกที่ดีควรให้แต่ละตัวเป็นอิสระของมันเอง ไม่ต้องอาศัยซึ่งกันและกัน เพราะตัวเลือกหนึ่งหมายถึง คำตอบของข้อคำถามนั้น โดยตรง การเขียนตัวเลือกเสร็จแล้ว จึงควรตรวจสอบให้ดีกว่าข้อความหรือความหมายเกี่ยวพันมีโอกาสทำให้ข้ออื่นเสียไปด้วยหรือไม่

5. ตัวเลือกควรเป็นลักษณะเอกพจน์ คำว่าเอกพจน์ในที่นี้หมายถึงความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ถามลักษณะอันเดียวกัน เช่น ต้นไม้ก็ควรเป็นต้นไม้ด้วยกัน คนก็ควรเป็นคนด้วยกัน ถามทิศทางเดียวกัน เช่น พุดถึงจุดเด่น ก็ควรยกจุดเด่นมาด้วยกัน จุดอ่อนก็ต้องเป็นจุดอ่อนด้วยกันดังนี้ เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพื่อให้การลวงมีคุณภาพดีขึ้น

6. ตัวเลือกที่ถูกหรือเรียกว่าตัวถูกไม่ควรยาวเกินไป โดยทั่วไปแล้วผู้เขียนข้อสอบมักจะแสดงหรือขยายความกับตัวเลือกที่ถูกให้กระจ่างชัดเป็นที่แน่ใจว่าถูกแน่ๆ ดังนั้นนักเขียนข้อสอบใหม่ๆ มักจะเขียนตัวถูกยาวกว่าตัวอื่นอยู่เสมอ จึงควรระวังให้มาก หรือว่าตัวถูกยาวโดยหลักวิชา ก็ควรจะปรับตัวลวงอื่นๆ ให้ยาวเพิ่มขึ้นด้วย วิธีนี้เรียกว่าวิธีปรุงแต่งตัวลวงโดยใช้หลักภาษาเข้ามาช่วย คนเขียนข้อสอบเก่งไม่ใช่เก่งวัดผลเก่งวิชานั้นเพียงเท่านั้น แต่จะต้องเป็นคนเก่งภาษาด้วย เพราะภาษาเป็นศิลปะพอสมควร

7. ความยาวของตัวเลือกควรเป็นระบบ ข้อนี้หมายถึงว่าขนาดความยาวของตัวเลือกในข้อหนึ่งๆ นั้นอย่าให้ยาวสั้นปนสลับกันยุ่งไปหมด ข้อสอบมาตรฐานรุ่นใหม่ จะยึดถือการเขียนอยู่ 5 แบบ คือตัวถูกยาวเท่ากันหมด หรือเริ่มจากสั้นไปหายาว หรือเริ่มจากยาวไปหาสั้น หรือรูปทรงคล้ายโค้งปรกติ หรืออาจจะเป็นแบบตรงข้ามโค้งปรกติก็ได้ ดังตัวอย่าง

แบบที่ 1 ก. _____
 ข. _____
 ค. _____
 ง. _____
 จ. _____

แบบที่ 2 ก. _____
 ข. _____
 ค. _____
 ง. _____
 จ. _____

แบบที่ 3 ก. _____
 ข. _____
 ค. _____
 ง. _____
 จ. _____

แบบที่ 4 ก. _____
 ข. _____
 ค. _____
 ง. _____
 จ. _____

แบบที่ 5 ก. _____
 ข. _____
 ค. _____
 ง. _____
 จ. _____

แต่แบบที่ยึดถือเป็นเชิงอย่างมากที่สุดคือ แบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 4 ส่วนอีก 2 แบบถ้าไม่จำเป็นจริงๆจะไม่นิยมใช้ (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 85-109)

8. ควรเรียงตัวเลขตามปริมาณหรือลำดับของตัวเลข กรณีตัวเลขเป็นตัวเลขหรือปริมาณ เช่น พ.ศ., ค.ศ., ผลคำนวณทางคณิตศาสตร์ ควรเรียงลำดับของตัวเลข การเรียงตัวเลขบางที่อาจจะมีลวดลายอย่างอื่นบ้างเหมือนกัน เป็นต้นว่า เขาเลขน้อยไว้หลังสุด เรียงเพิ่มขึ้นมาเรื่อยๆก็มี หรืออาจเอาเลขน้อยไว้ตรงกลาง แล้วเอาเลขมากขนานตามลำดับทั้งสองข้างก็มี แต่แบบที่กล่าวไม่นิยมมากนัก กรณีตัวเลขมีเครื่องหมายลบมากบวกบ้าง ก็ยึดหลักการเอาเรียงตัวเลขเป็นหลัก ถ้าเป็นเศษส่วนก็นิยมเรียงตามตัวเลขจากส่วนหรือหาของเศษส่วนเป็นหลัก

9. ตัวลวงต้องมีทางเป็นไปได้ ในเวลาเขียนจริง จะต้องคิดถึงสิ่งที่เด็กชอบทำผิดหรือใช้ภาษาที่เด็กมักใช้ หรือให้ใกล้เคียงกับคำตอบถูก โดยเฉพาะคณิตศาสตร์นั้นจะต้องมองในแง่ว่า เด็กจะทำผิดในรูปแบบใด ไม่ใช่เขียนเรื่อยเรื่อยนึกตัวเลขใดได้ก็ใส่ลงไป

10. ตัวเลือกไม่ควรมีประเภท “ถูกหมดทุกข้อ” “ถูกทั้งข้อ ก. และข้อ ข.” ถ้าไม่จำเป็นจริงๆ การเขียนตัวเลือกทุกครั้งควรเรียงคำพวกนี้ เพราะการใช้คำพวกนี้ ทำให้ตัวเลือกแคลงไป สำหรับคำว่า “ไม่มีข้อใดถูก” มักใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อที่จะลวงเด็กที่ทำแล้ว

ผิด หากคำตอบไม่ได้ หรือในวิชาตรรกวิทยาที่มีการให้ลงสรุป อาจจะใช้ตัวเลือกหนึ่งว่า “ยังสรุปแน่นอนไม่ได้” ก็มีค่าพอสมควร แต่ถ้าเลือกใช้คำตอบนี้แล้วตัวถูกควรจะต้องเลือกอยู่ด้วย ไข่เขียนไป เพราะไม่รู้จะหาตัวเลือกแบบใดให้มันครบตามจำนวน

11. การกำหนดจำนวนตัวเลือก ตามธรรมชาติตัวเลือกมากจะทำให้โอกาสการเดาน้อยลง การใช้ความคิดจะมากขึ้น ดังนั้นถ้าเป็นระดับเด็กๆ อาจใช้เพียง 3 ตัวเลือก ชั้นประถมกำหนด 4 ตัวเลือก ระดับชั้นมัธยมขึ้นไป 5 ตัวเลือก ใช้ข้อสอบมาตรฐานบางชนิด ถ้ากรณีตัวเลือกวิเคราะห์แล้วเห็นว่ามีความสูงๆจะใช้ 3 ตัวเลือก 4 ตัวเลือก หรือ 5 ตัวเลือกก็ได้ ไม่ทำให้คุณภาพของแบบทดสอบแตกต่างกันมากนัก แต่ละแบบจากการเดาจะแตกต่างกัน ดังนั้นถ้าตัวเลือกยังไม่ได้ทดลองคุณภาพด้วยแล้ว จะต้องออกตัวเลือกเมื่อไรจะดีที่สุด

2.6.4 ข้อดีข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ

ในกรณีข้อสอบแบบเลือกตอบนี้มีข้อดีและข้อเสียอยู่ในตัวของมันเองถ้าจะเลือกใช้ก็จะต้องดูจุดมุ่งหมายให้คิดว่าจะวัดอะไร เพื่ออะไร จะใช้เครื่องมืออะไรวัด ในปัจจุบันข้อสอบเลือกตอบเป็นที่นิยมใช้แพร่หลายทั่วโลก ข้อสอบมาตรฐานสมัยใหม่เป็นแบบทดสอบเลือกตอบทั้งนั้น ถ้าจะสรุปข้อดีข้อเสียพอจะสรุปได้ดังนี้ (ล้วนสายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 109)

2.6.4.1 ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา ข้อคำถามของข้อสอบเลือกตอบเป็นการถามสั้นๆ และเจาะจงส่วนใดส่วนหนึ่ง ดังนั้นสามารถถามรายละเอียดได้มากมาย ครอบคลุมเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนมาตลอด
2. วัดได้คลุมพฤติกรรม ข้อสอบแบบเลือกตอบสามารถเขียนเพื่อสอบวัดพฤติกรรมต่างๆ ไปยังพฤติกรรมสูงๆได้ นั่นคือเราสามารถแปลงการสอบวัดพฤติกรรมที่ง่ายหรือที่ซับซ้อนมาวัดโดยข้อสอบแบบเลือกตอบได้อย่างดี แม้ว่าบางอย่างจะวัดโดยตรงไม่ได้ เราสามารถพลิกแพลงให้วัดสิ่งนั้นได้โดยทดแทนกัน ความจำ ความคิด การสร้างสรรค์ ก็สามารถใช้ออกข้อสอบเลือกตอบตรวจสอบได้
3. มีความเป็นปรนัยสูง นั่นคือข้อสอบเลือกตอบสามารถตรวจให้คะแนนตรงกัน ข้อคำถามเข้าใจตรงกัน การแปลคะแนนก็ทำให้ตรงกันได้ง่าย
4. ประหยัดเวลาทำงาน ข้อสอบแบบเลือกตอบสอบเสร็จตรวจให้คะแนนได้ทันที ในสมัยนี้การตรวจได้พัฒนาขึ้นมาเป็นการตรวจด้วยเครื่อง ข้อสอบเลือกตอบใช้ได้ผลดีที่สุดและรวดเร็วมาก ประหยัดเวลา และแรงงาน
5. สามารถวิเคราะห์ได้ ข้อสอบเลือกตอบสอบเสร็จแล้วสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแต่ละข้อ แต่ละตัวเลือกได้ เมื่อไม่ก็สามารถนำมาปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่เชื่อถือได้

6. ควบคุมความยากของแต่ละข้อได้ โดยอาศัยการเขียนตัวเลือกดีๆ หรือเปลี่ยนแปลงตัวเลือกในรูปแบบต่างๆ เช่น ตัวเลือกมากๆ หรือตัวเลือกที่เป็นลักษณะ เอกพจน์ เป็นต้น
7. ตัวเลือกในข้อสอบแบบเลือกตอบใช้ประโยชน์ในการสอบเพื่อวินิจฉัยได้ โดย ใช้ข้อมูลจากการเลือกตอบตัวเลือกจากเด็กมาใช้ พิจารณา นอกจากนั้นยังส่งเสริมความสามารถในการอ่านด้วยอย่างดี
8. ข้อสอบเลือกตอบที่ดีมีโอกาสดาได้น้อย โอกาสของการเดาขึ้นอยู่กับจำนวนตัวเลือกกับจำนวนข้อสอบมากน้อยเท่าใด
9. ข้อสอบเลือกตอบมีโอกาสให้ความยุติธรรมสูง เพราะออกได้ครอบคลุมตัวอย่างของความรู้และพฤติกรรม ตลอดจนความแม่นยำในการตรวจสอบคะแนน
10. เป็นการส่งเสริมปรัชญาของการตัดสินใจ ทั้งนี้เพราะชีวิตคนในโลกนี้เต็มไปด้วยการเลือก เช่น เลือกเรียน เลือกอาหาร เลือกซื้อของ เลือกอาชีพ การสร้างข้อสอบเลือกตอบที่ดีเป็นการฝึกคนให้เลือกเป็น ตัดสินใจเป็น และเสริมสร้างพัฒนาความคิดในการตัดสินใจดีขึ้น

2.6.4.2 ข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. เขียนยาก อันนี้เป็นที่ยอมรับว่าถ้าเขียนข้อสอบเลือกตอบให้จริงจัง เขียนได้ยากมาก ผู้ที่ไม่เคยเรียนวิธีเขียนข้อสอบเลือกตอบที่ดีจะเขียนได้วันละหลายข้อแต่พอเรียนวิธีเขียนข้อสอบเลือกตอบที่ดีแล้ว วันหนึ่งอาจไม่ได้สักข้อก็มี แต่ความชำนาญ ความมีศิลปะ ความเชี่ยวชาญในวิชานั้นมีโอกาเขียนข้อสอบเลือกตอบได้ดีขึ้น
2. วัดความคิดลึกซึ้งไม่ได้ เช่น วัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ลึกๆ ความสามารถในการผสมผสานเรื่องราว ความซาบซึ้ง เป็นต้น
3. ไม่ส่งเสริมการเขียน ทั้งนี้เพราะการสอบโดยใช้ข้อสอบเลือกตอบนั้นเด็กไม่จำเป็นต้องเขียนอะไรมากนัก นอกจากที่ขีดตอบในกระดาษคำตอบเท่านั้นเอง หนักไปในทางส่งเสริมการอ่านมากกว่าการเขียน
4. สิ้นเปลืองมาก หมายถึงจะต้องลงทุน กระดาษหมึกและอุปกรณ์อื่นๆ ในการสร้างและผลิตข้อสอบ
5. ส่งเสริมการเดา ข้อสอบเลือกตอบถ้านักศึกษาไม่มีความรู้ก็สามารถเดาเพื่อให้ได้คะแนนได้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทั้งงานวิจัยภายในประเทศ และงานวิจัยจากต่างประเทศ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ยุพดี เฉลาภักตร์ (2536 : 57) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการจำวิชาจิตตอล1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับ แบบอธิบาย และแบบไม่อธิบายคำตอบกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2536 จำนวน 120 คน ผลการวิจัยพบว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับนี้ไม่ว่าจะมีการอธิบายคำตอบหรือไม่อธิบายคำตอบก็ตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันแต่พบว่าเวลาเฉลี่ยในการทดลองของทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันโดยกลุ่มที่ทดลองจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอธิบายคำตอบใช้เวลาเฉลี่ยในการทดลอง 2 คาบกับ 37 นาที ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มทดลองจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบไม่อธิบายคำตอบที่ใช้เวลาในการทดลองเฉลี่ย 3 คาบ 23 นาที และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มที่อธิบายคำตอบสูงกว่าแบบไม่อธิบายคำตอบ

อาทิตย์ จิรวัดผล (2538 : 36) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ แล้วนำไปใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หลักสูตรพุทธศักราช 2530 แล้วหาประสิทธิภาพของขบวนการร้อยละ 93.91 และประสิทธิภาพของผลลัพท์ร้อยละ 81.46 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80:80 ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย เรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ผลการวิจัยปรากฏว่า เรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส มีประสิทธิภาพ 86.52 : 81.04 และเรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มีประสิทธิภาพ 85.89 : 80.27 ซึ่งทั้งสองเรื่องสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ และผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนทั้งสองอยู่ในระดับดี

มนต์ชัย ตั้งพรโชติช่วง (2540 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอุปกรณ์ไมโครเวฟ ประเภทพาสซีฟ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.33 : 83.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุธีร์ กิจฉวี (2543 : บทคัดย่อ) เพื่อสร้างและพัฒนาพร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรคอมปีเนชัน ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมินบุรี จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 20 คน กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนตามแผนการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนตามแผนการสอนแบบปกติ และเรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอนที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 75.50 : 79.90 เกณฑ์เชิงเกณฑ์มาตรฐาน 80 : 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อมรรตน์ สุภา (2544 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.33 : 86.16 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อนุชา บุญแสนแผน (2544 : บทคัดย่อ) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า เรื่อง แมคเนติกคอนแทคเตอร์ ทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ค่าประสิทธิภาพ 88.50 : 85.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และจากผลการเรียนเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยงยุทธ สุทธิชาติ (2544 : 46) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไดโอด หลักระบบประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง และแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีประสิทธิภาพ 88.67 : 84.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วีระพจน์ ปรีพูล (2545 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรานซิสเตอร์ หลักระบบประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ มีประสิทธิภาพ 83.33 : 81.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชาญชัย แสนจันทร์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไตรแอก สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.38 : 82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถที่จะนำไปช่วยให้การเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ให้มีความก้าวหน้าและเกิดการเรียนรู้ได้จริง

สิทธิพัฒน์ เล็กชะอุ่ม (2545 : บทคัดย่อ) เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำความเย็น ทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำความเย็น มีประสิทธิภาพ

88.83 : 87.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Oden (1982 : 335-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเกรด 9 โดยการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนการสอนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่า นักศึกษาที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่าการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเจคติที่ดีต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Cordell (1989 : 1223-A) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้ และรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิด Tutorial แบบเส้นตรงและแบบสาขา ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้ในทางสถิติ

Mc Cuiston (1990 : 144 - A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบค่าคงที่ และภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย Texas A&M ผลการวิจัยพบว่าความชอบภาพสามมิติแบบภาพเคลื่อนไหวสูงกว่าแบบภาพคงที่ และ 25% ของกลุ่มตัวอย่างชอบภาพเคลื่อนไหวเป็นอย่างมาก

จากเอกสารและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนมีประโยชน์ต่อนักศึกษาและครูผู้สอนอย่างมากมาย ทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจและช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเองที่ละขั้นตอน จนกว่าจะบรรลุจุดประสงค์ของการเรียน อีกทั้งช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่นักศึกษา ทำให้นักศึกษาเกิดการอยากเรียนรู้ และมีประโยชน์ต่อครูในด้านการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยลดเวลาที่ครูต้องสอน ทำให้ภาระในการสอนของครูลดลง และจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาต่างๆกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูง ไม่ว่าจะเป็นในด้านของรูปแบบการให้ผลย้อนกลับหรือเจคติที่ดีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดการดำเนินการวิจัยได้ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 วิธีการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาที่กำลังเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอกจำนวน 80 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้มาจาก การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากจำนวน 60 คน ได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่ 1 ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน กลุ่มควบคุมที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คนเพื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนโดยวิธีการสอนปกติจำนวน 20 คน

กลุ่มที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน

กลุ่มที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 3 ที่เรียนด้วยวิธีสอนตามแผนการสอนแบบปกติ จำนวน 20 คน

กลุ่มที่ 3 เรียนด้วยวิธี สอนตามแผนการสอนแบบปกติ เพื่อนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 อย่างคือ

- 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องซีลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
- 3.2.2 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ
 1. ด้านเนื้อหา
 2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- 3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ซีลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากตำรา ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารต่างๆ ประกอบการเลือกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นนี้ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหาใหม่ เนื้อหาที่ผู้วิจัยนำมาสร้างนั้น เป็นวิชาทฤษฎี ที่ต้องการเน้นให้ความรู้และความเข้าใจกับนักศึกษา

3.2.1.2 ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2528 ในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัส 21041013 มีหน่วยการเรียนรู้ 8 หน่วย ใช้เวลาเรียน 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 คาบ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในหน่วยที่ 1 คือเรื่อง ซีลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ มาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้อย่างครอบคลุมเนื้อหา

3.2.1.4 รวบรวมเนื้อหาที่จัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำมาวิเคราะห์แยกเป็นหน่วยย่อยและจัดทำลำดับออกเป็นข้อ ๆ ดังนี้ คือ

1. โครงสร้างและสัญลักษณ์ของซีลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
2. หลักการทำงานของซีลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
3. การทำให้ซีลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ นำกระแส และหยุดนำกระแส
4. การนำซีลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ไปใช้งาน

แล้วนำเนื้อหาไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ

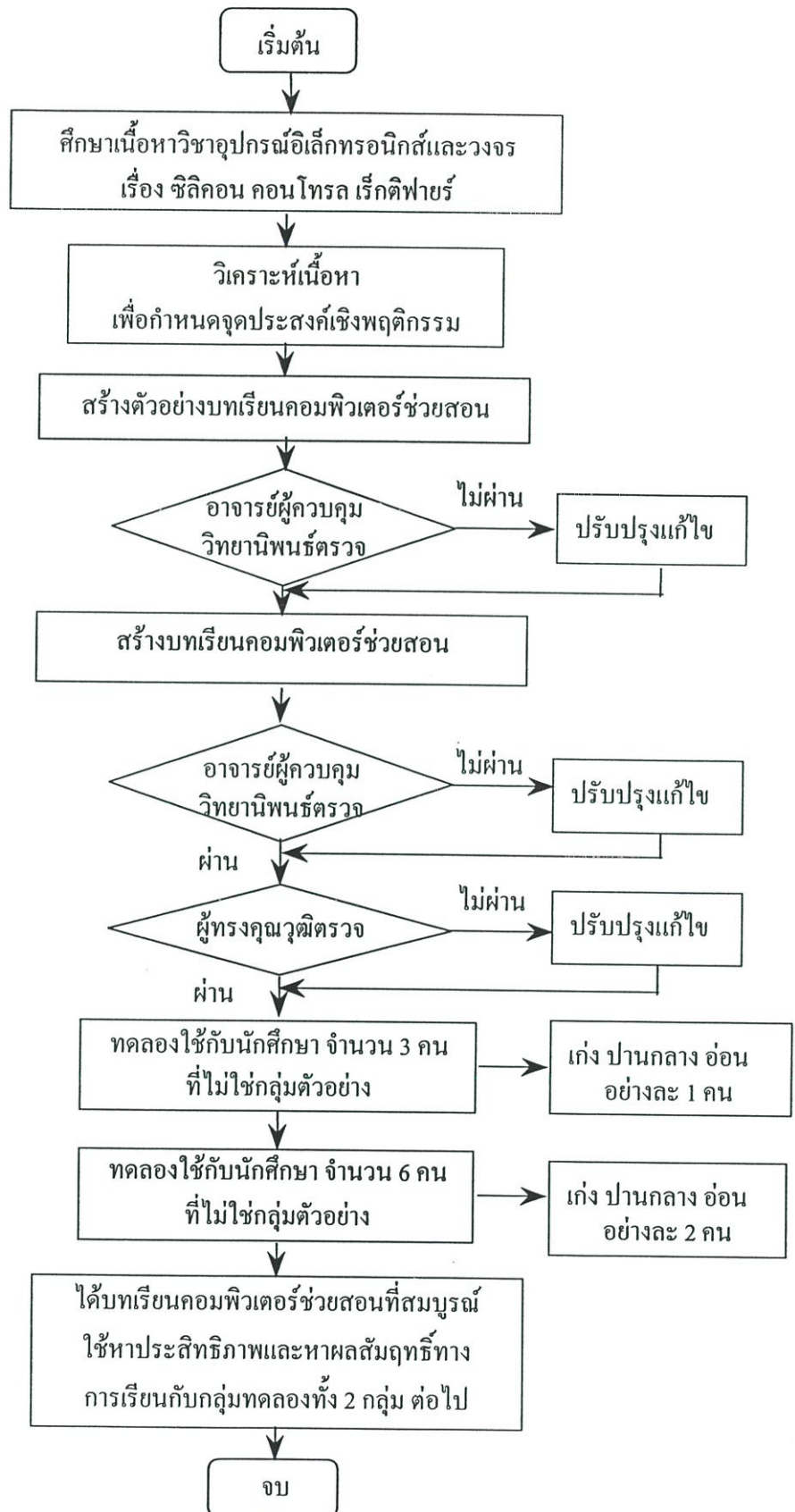
3.2.1.5 สร้าง Storyboard บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1.6 เสนอ Storyboard ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

3.2.1.7 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรม Authoring System และโปรแกรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียน และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุง

3.2.1.8 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ทดลองกับนักศึกษา 3 คน โดยใช้กับเด็กที่เรียนอ่อน ปานกลาง และเรียนเก่ง ครั้งที่ 2 ทดลองกับนักศึกษาเป็นกลุ่ม 6 คน (นักศึกษาที่เรียนอ่อน ปานกลาง และเรียนเก่ง) และให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (หลังจากสิ้นสุดการทดลองแต่ละครั้งแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง เสนออาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ)

3.2.1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงครั้งสุดท้าย ไปทดสอบจริงกับนักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ของวิทยาลัยการอาชีพการงานาภิเษกหนองจอก จำนวน 20 คน



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซีลิกอน คอนโทลเร็กติฟายร์

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ศึกษาได้จากหน้าที่ 119)

3.2.2.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน แล้วสร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ ให้มีความเที่ยงตรงทางเนื้อหาและพฤติกรรม

3.2.2.3 ในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้พิจารณาความสำคัญของเนื้อหาในแต่ละเรื่องเพื่อสร้างข้อสอบให้มีจำนวนครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเป็นผู้ประเมินและแก้ไข ดังตารางที่ 3.1 หรือดูตารางแสดงการวิเคราะห์เนื้อหาการสอบเพื่อสร้างแบบทดสอบ ในตารางที่ 6.5 หน้าที่ 106

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางจำแนกเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ

เรื่องที่	หัวข้อเนื้อหา	พฤติกรรมที่จะวัด					ลำดับความสำคัญ
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	รวม	
		จำนวนข้อสอบ					
1	ความหมายของซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์	4	4	2	2	12	4
2	โครงสร้างลักษณะสัญลักษณ์และวงจรสมมูลของซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์	12	8	6	2	28	2
3	หลักการทำงานของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์	12	10	10	4	36	1
4	การนำซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ไปใช้งาน	8	6	6	4	24	3
	รวม	36	28	24	12	100	
	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4		

จากตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปสู่การสร้างจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสรุปเป็นจำนวนข้อสอบตามลักษณะการวัดผลได้ดังนี้

1. วัดความรู้ความจำ	จำนวน	36	ข้อ
2. วัดความเข้าใจ	จำนวน	28	ข้อ
3. การนำไปใช้	จำนวน	24	ข้อ
4. การวิเคราะห์	จำนวน	12	ข้อ
รวมทั้งหมด	จำนวน	100	ข้อ

จากจำนวนข้อสอบที่แบ่งตามลักษณะพฤติกรรมที่วัดจะเห็นว่ามี 4 พฤติกรรมที่จะวัด คือ วัดความรู้ความจำ 36 ข้อ วัดความเข้าใจ 28 ข้อ วัดการนำไปใช้จำนวน 24 ข้อ วัดการวิเคราะห์ 12 ข้อ ส่วนพฤติกรรมการสังเคราะห์และประเมินค่าไม่มี ดังนั้นข้อสอบจึงเป็นการวัดผลว่านักเรียนนั้นสามารถประยุกต์ใช้ ความรู้ความเข้าใจในทฤษฎี เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ได้หรือไม่ โดยให้ความสำคัญเกี่ยวกับความรู้ความจำเป็นอันดับที่ 1 ความเข้าใจเป็นอันดับที่ 2 การนำไปใช้เป็นอันดับที่ 3 และการวิเคราะห์เป็นอันดับที่ 4

จากแบบทดสอบทั้งหมด 100 ข้อ โดยถ้าจะแบ่งตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว แบ่งข้อทดสอบได้ดังนี้

1. อธิบายความหมาย ความสำคัญของ โครงสร้างและสัญลักษณ์ได้	12	ข้อ
2. อธิบายโครงสร้างและสัญลักษณ์ของซิลิคอน คอนโทรล เร็กคิฟายร์ได้	28	ข้อ
3. อธิบายหลักการทำงานของซิลิคอน คอนโทรล เร็กคิฟายร์ได้	36	ข้อ
4. อธิบายการนำซิลิคอน คอนโทรล เร็กคิฟายร์ไปใช้งานได้	24	ข้อ
รวม	100	ข้อ

3.2.2.4 จากนั้นจึงนำไปสร้างเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนจำนวน 50 ข้อ

3.2.2.5 นำแบบทดสอบไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่านพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ประสงค์ กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่า ความสอดคล้อง (IOC)

3.2.2.6 ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจึงได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง (+0.67 ถึง +1) ซึ่งหมายความว่าข้อสอบทั้ง 50 ข้อ มีค่าความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ตารางที่ 6.1)

3.2.2.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก ที่

ผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง ซิลิคอน คอนโทล ร์เรกติฟาย์ร์ มาก่อนแล้วจำนวน 40 คน จากการสอนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ เสร็จแล้วตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกในข้อเดียวกัน เป็น 0 คะแนน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

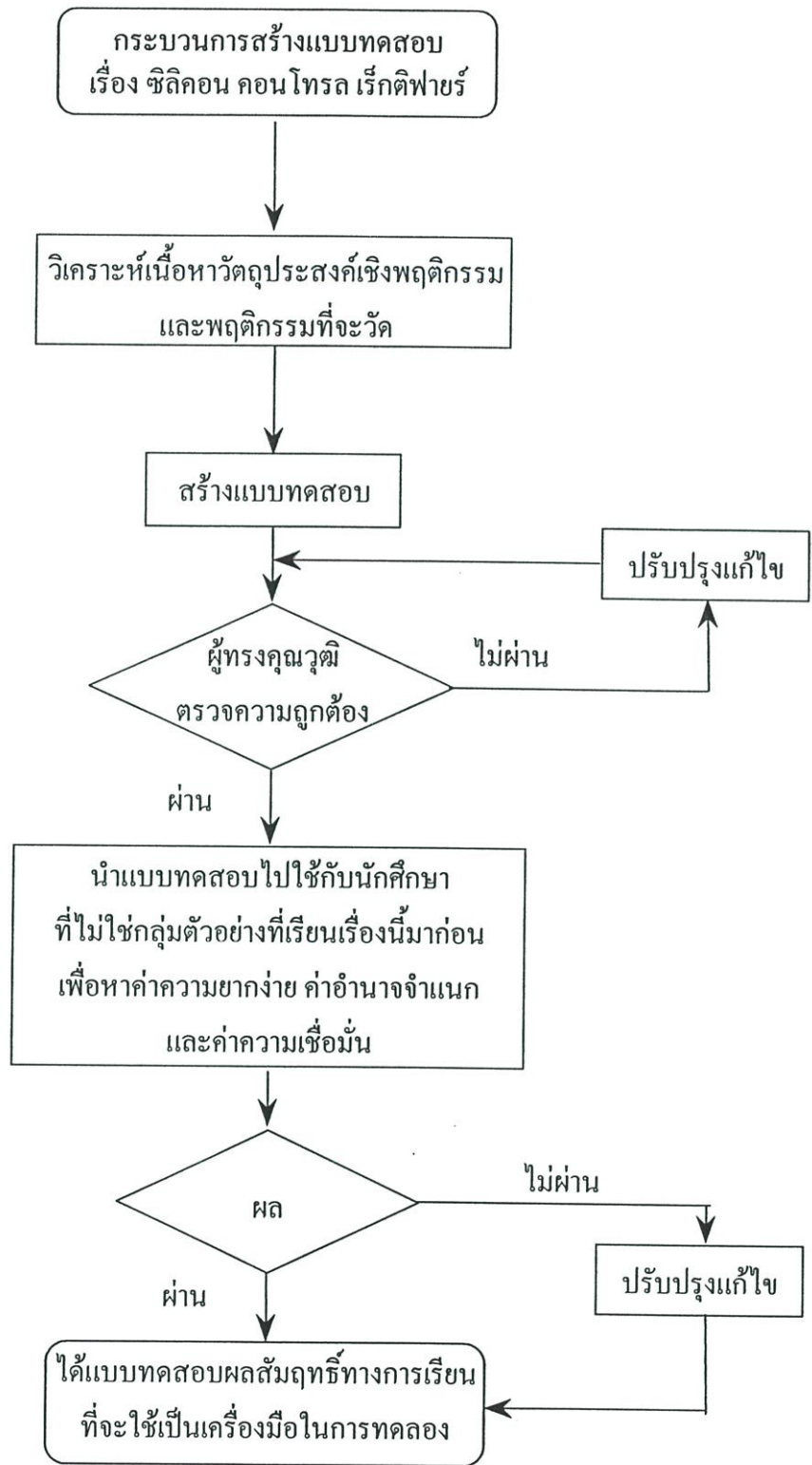
3.2.2.8 นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยแบ่งเป็นกลุ่มสูง (R_U) 50% และกลุ่มต่ำ (R_L) 50% แล้วได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และ ค่าอำนาจจำแนก (D) ที่เป็นบวกไม่น้อยกว่า .20 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) ใช้สูตร KR-20 (ถ้วน สายยศ และอังศณา สายยศ, 2538 : 210211) ถ้าแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ต้องปรับปรุงแก้ไข โดยทำการปรับเปลี่ยนตัวเลือกหรือคำถามใหม่

3.2.2.9 ผลการหาค่าดัชนีความยากง่าย (P) ของข้อสอบแต่ละข้อ ค่าจำนวนได้อยู่ระหว่าง 0.50-0.83 ในแบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบ ที่มีความยากปานกลางลงไปจนถึงข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ดังตารางที่ 6.3 หน้า 101 – 102)

1) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าจำนวนได้อยู่ระหว่าง 0.3-0.75 ซึ่งข้อสอบส่วนใหญ่มีคุณภาพดีพอสมควร(ดังตารางที่ 6.3 หน้า 101 – 102)

2) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) จำนวนได้อยู่ที่ 0.95 หมายความว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง แสดงว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้ (ดังตารางที่ 6.3 หน้า 101 – 102)

3.2.2.10 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไข มาเขียนเป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินสื่อการสอน โดยได้แบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 แบบ คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินสื่อการสอน ทั้ง 2 แบบ ตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.3.1 กำหนดหัวข้อที่จะประเมิน แล้วออกแบบการประเมินสื่อ ทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในส่วนแบบประเมินด้านเนื้อหาได้แบ่งเรื่องที่จะประเมินออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

- 1) ด้านเนื้อหา และการนำเสนอ
- 2) ด้านภาพและตัวอักษร
- 3) ด้านเวลา

แบบประเมินในด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้แบ่งเรื่องที่จะประเมินออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

- 1) ด้านส่วนนำ
- 2) ด้านการนำเสนอ
- 3) ปฏิสัมพันธ์และการให้นักศึกษาย้อนกลับ
- 4) การประเมินผล
- 5) องค์กรประกอบทั่วไป

แบบประเมินในแต่ละด้านจะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิเลือกประเมินเพื่อแสดงความคิดเห็น การประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Scale) คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง โดยระดับความคิดเห็นเป็นบวก มีคะแนนเป็น 5 4 3 2 และ 1 ในแบบประเมินสื่อการสอนนั้น ได้แบ่งระดับความคิดเห็น ออก 5 ระดับคือ

ดีมาก	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	5	คะแนน
ดี	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	4	คะแนน
ปานกลาง	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	3	คะแนน
พอใช้	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	2	คะแนน
ควรปรับปรุง	มีค่าระดับคะแนนเท่ากับ	1	คะแนน

โดยมีเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิตามแบบของ John W. Best. ซึ่งได้นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินสื่อมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

เกณฑ์ (X)	ระดับความคิดเห็น
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	พอใช้
1.00 – 1.49	ควรปรับปรุง

ในการประเมินนั้นเป็นการประเมินแยกกันระหว่างด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และด้านเนื้อหา โดยคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้านต้องมีค่า ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

3.2.4.1 นำแบบประเมิน ให้อาจารย์เพื่อควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.2.4.2 นำแบบประเมินที่ได้ปรับปรุงแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำแบบประเมิน

3.2.5 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟายร์ นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อย่างละ 3 ท่าน ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ ได้ผลของเกณฑ์เป็นการแสดงความคิดเห็น สรุปได้ดังตาราง 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟายร์ ด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	หมายเหตุ
1. เนื้อหาและการนำเสนอ	4.75	0.45	ดีมาก
2. ภาพและตัวอักษร	4.67	0.5	ดีมาก
3. เวลา	4.89	0.33	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.77	0.43	ดีมาก

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	หมายเหตุ
1. ส่วนนำ	4.75	0.45	ดีมาก
2. ส่วนการนำเสนอ	4.92	0.29	ดีมาก
3. ปฏิสัมพันธ์และการให้นักศึกษาย้อนกลับ	4.67	0.49	ดีมาก
4. การประเมินผล	4.61	0.50	ดีมาก
5. องค์กรประกอบทั่วไป	4.83	0.39	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.72	0.36	ดีมาก

จากทุกหัวข้อที่ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน ได้ประเมินให้ระดับความคิดเห็น โดยด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยทุกหัวข้อที่ประเมินเท่ากับ 4.77 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยทุกหัวข้อที่ประเมิน เท่ากับ 4.72 รวมผลการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้เท่ากับ 4.74 กล่าวได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ที่สร้างขึ้นจัดอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

3.3 วิธีการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ที่สร้างขึ้นให้นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ปีที่ 3 ทดลองเรียน เพื่อหาความบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหาประสิทธิภาพของบทเรียน ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.3.1 นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่งให้หัวหน้าสถานศึกษา เพื่อขออนุญาต และประสานงานในการทำวิจัยในวิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก กรุงเทพฯ

3.3.2 หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว จำนวน 50 ข้อ นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์ เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ มาแล้ว จำนวน 20 คน เพื่อนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (KR - 20) ข้อสอบ จำนวน 50 ข้อ

3.3.3 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือกลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน และกลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ จำนวน 20 คน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยดำเนินการดังนี้

3.3.3.1 กลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ จำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียน ในการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ
- 2) ให้นักศึกษาดำเนินกิจกรรมการเรียนตามลำดับขั้นตอนตามวิธีการสอนของครูผู้สอน
- 3) เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2) ให้นักศึกษาดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยความสามารถของตนเองตามลำดับขั้นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียนในแต่ละหน่วยแล้ว นักศึกษาต้องทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (E_1)
- 3) เมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียนทุกหน่วยแล้วนักศึกษาต้องทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)
- 4) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ($E_1; E_2$)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- 3.4.1 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์(IOC)
- 3.4.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (P)
- 3.4.3 วิเคราะห์หาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (D)
- 3.4.4 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณจากสูตร KR-20
- 3.4.5 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 3.4.6 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้สูตร $E_1 : E_2$ ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของขบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์
- 3.4.7 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม

3.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.5.1.1 คำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญ โณอนันตพงษ์. 2538 : 88 - 89)

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

เมื่อ IOC คือ คำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Index of item – objective congruence)

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตของค่า IOC มีความหมายดังนี้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

3.5.2.1 สถิติที่ใช้หาความยากง่าย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210211)

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

เมื่อ P คือความยากง่าย

R คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ขอบเขตของค่า P มีความหมายดังนี้

0.80 – 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60 – 0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.45 – 0.59 เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ดี)

0.20 – 0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00 – 0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือระหว่าง 0.20 – 0.80

3.5.2.2 สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ . 2538 : 210211)

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

เมื่อ	D	คืออำนาจในการจำแนก
	R_U	คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R_L	คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	คือจำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมดทั้งหมดทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนก (D) มีความหมายดังนี้

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

ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ $D = .20$ ขึ้นไป

3.5.2.3 สถิติที่ใช้การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2538 : 210-211)

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

เมื่อ	r_{tt}	คือความเชื่อมั่น
	n	คือจำนวนข้อสอบ
	p	คือสัดส่วนที่คนตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำถูก/จำนวนคนทำทั้งหมด)
	q	คือสัดส่วนของผู้ตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ (1-q)
	S_t^2	คือความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ขอบเขตของค่า r_{tt} มีความหมายดังนี้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่าแบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่น -1.00 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ
ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E_1, E_2
(ชัยขงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136)

$$E_1 = \frac{(\sum x / N)}{A} \times 100 \qquad E_2 = \frac{(\sum F / N)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของขบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการ
ตอบคำถามในทุกรอบ (แบบฝึกหัด) ของบทเรียนได้ถูกต้อง

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลัง
เรียนบทเรียนนั้นได้ถูกต้อง

$\sum X$ = คะแนนรวมของการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum F$ = คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนนักศึกษา

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.5.4 สถิติพื้นฐานหาคุณภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ แตก
ต่างจากกลุ่มที่เรียน โดยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สาย
ยศ. 2538 : 216-217)

3.5.4.1 การหาค่าคะแนนเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} คือค่าเฉลี่ยเลขคณิต

X คือคะแนนหรือค่าข้อมูลที่เก็บมาแต่ละค่า

$\sum X$ คือผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n คือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาค่าเฉลี่ย

คะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง ดีมาก (ใช้ได้)

คะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง ดี (ใช้ได้)

คะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง ปานกลาง (ต้องปรับปรุงบางส่วน)

คะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง พอใช้ (ต้องปรับปรุง)

คะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด (ใช้ไม่ได้)

ในการหาค่าเฉลี่ยของแบบประเมินนี้ กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ต้องได้รับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับได้ว่าสื่อนั้นมีคุณภาพ แต่ถ้าผลของการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้มีคุณภาพสูงขึ้น

3.5.4.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

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

เมื่อ S.D. คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ คือผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาค่าเฉลี่ย

นำแบบประเมินสื่อซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไปมาวิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะกลุ่มความคิดเห็นของผู้ประเมิน ดังนี้

S.D. เท่ากับ 0

หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกัน

S.D. อยู่ระหว่าง 0 กับ 1

หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

S.D. มากกว่า 1

หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นแตกต่างกัน

ดังนั้น เกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินควรอยู่ระหว่าง 3.50 – 5.00

3.5.5 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 กลุ่ม โดยใช้ t – test แบบ

Independent Samples t – test ซึ่งมีเงื่อนไขดังนี้

จากตารางที่ 6.8 หน้า 115 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม SPSS เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ พบว่าค่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรไม่เท่ากัน

$$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

จึงใช้สูตร

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

โดยที่

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

การทดสอบความแปรปรวน

ในการทดสอบค่าที่ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่ามีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ จะตั้งข้อตกลงว่า

$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ หรือ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ จะต้องทดสอบความแปรปรวนก่อนใช้สูตร

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ หรือ } \frac{S_2^2}{S_1^2} \text{ (ใช้ค่ามากเป็นพิเศษ)}$$

$$df_1 = n_1 - 1, \quad df_2 = n_2 - 1$$

นำค่า F ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่า F ที่เปิดจากตาราง

ถ้า F คำนวณ > F ตาราง แสดงว่าค่าความแปรปรวนของทั้ง 2 กลุ่มไม่เท่ากัน จะต้องเลือกใช้สูตร

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

โดยมี

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}}$$

ถ้า F จำนวน < F ตารางแสดงว่าความแปรปรวนของทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน จะต้องเลือกใช้

สูตร

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

โดยมี

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมถึงเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก จำนวน 60 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านขั้นตอนต่างๆ ดังรายละเอียดการนำเสนอผลการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.1.1 ผลการหาค่าประสิทธิภาพจากแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ผลของการแสดงความคิดเห็น สรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการ	\bar{X}	SD	ระดับ
ด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน	4.77	0.43	ดีมาก
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน	4.72	0.45	ดีมาก
รวม	4.74	0.45	ดีมาก

จากทุกหัวข้อที่ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน ได้ประเมินให้ระดับความคิดเห็น โดยด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านได้ค่าเฉลี่ยทุกหัวข้อที่ประเมินเท่ากับ 4.77 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่านได้ค่าเฉลี่ยทุกหัวข้อที่ประเมิน เท่ากับ 4.72 รวมผลการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิต

สื่อได้เท่ากับ 4.74 กล่าวได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ที่สร้างขึ้นจัดอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

4.1.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ($E_1:E_2$)

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ที่ได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก จำนวน 20 คน

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ผ่านการประเมินไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก จำนวน 20 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาเนื้อหาจากกิจกรรมการเรียนการสอนแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลการเรียนรู้

ผลจากการให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์

รายการ	N	คะแนนรวม ($\sum X$)	คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด (30 คะแนน)	20	529	26.45	2.06	88.16
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ(50 คะแนน)	20	836	41.80	2.48	83.60

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนนำไปคำนวณหาค่า $E_1:E_2$ ได้ดังนี้ คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) มีค่าเฉลี่ย 26.45 คิดเป็นร้อยละ 88.16 คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มีค่าเฉลี่ย 41.80 คิดเป็นร้อยละ 83.60 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80 : 80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ พบว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ มีค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนของทั้งสองกลุ่ม และมีค่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มที่ไม่เท่ากัน คือนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 6.17 และนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนตามแผนการสอนแบบปกติมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 13.42 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สูตร t-test แบบ Independent Sample t – test เพื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มนักศึกษาที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

กลุ่มทดลอง	N	\bar{X}	S.D.	S ²	t	P.value
กลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	20	41.8	2.48	6.17	7.376	.000
กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนตามแผนการสอนแบบปกติ	20	34.55	3.66	13.42		

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะพบว่าค่าเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.8 และ 34.55 ตามลำดับ และค่า t ที่คำนวณได้ = 7.376 จากการเปิด ตาราง t ณ df = 34.25 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ได้ค่า t = 1.64 จะพบว่าค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 ที่ว่ากลุ่มนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทลด์ เร็กติไฟเออร์ ในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัส 21041013 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม หมวดวิชาชีพเฉพาะสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทลด์ เร็กติไฟเออร์

5.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทลด์ เร็กติไฟเออร์ ระหว่างกลุ่มนักศึกษาโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอนปกติ

5.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องซิลิคอน คอนโทลด์ เร็กติไฟเออร์ ที่สร้างขึ้นใช้เป็นที่การเรียนการสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่องซิลิคอน คอนโทลด์ เร็กติไฟเออร์ ของกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่ทำการเรียนการสอนตามแผนการสอนปกติ

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษก หนองจอก เขตหนองจอก จำนวน 80 คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอก เขตหนองจอก โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลาก จำนวน 60 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 ใช้สำหรับทดลองหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอนคอนโทรล เร็กติฟาย์ จำนวน 20 คนเพื่อหาค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E_1 : E_2$

กลุ่มที่ 2 ใช้สำหรับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน

กลุ่มที่ 3 ใช้สำหรับการเรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนตามปกติ จำนวน 20 คน

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

5.4.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.5-0.83 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.3-0.75 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (R_{tt}) เท่ากับ 0.95 ใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนตามปกติ แล้วนำผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบทั้ง 2 ครั้งมาวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.4.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นแบบ Tutorial และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ $E_1 : E_2$ เท่ากับ 88.16 : 83.60

5.4.3 แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ การสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ใช้สำหรับแสดงความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิหลังจากสร้างแบบทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอนคอนโทรล เร็กติฟาย์ ได้แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ควรปรับปรุง ผลการวิจัยสื่อที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ที่แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ

1) แบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา ความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77

2) แบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72

ผลของการประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสองด้านอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

5.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

5.5.1 ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการสถานศึกษา เพื่อขออนุญาต และประสานงานในการวิจัย

5.5.2. ทดลองเพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน และทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

5.5.2.1 การทดลองหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) โดยทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 โดยให้เรียนด้วยตนเองกับ เครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งคนต่อหนึ่งเครื่อง หลังจากเรียนจบในแต่ละหน่วยแล้ว นักศึกษาจะทำแบบฝึกหัด ในแต่ละหน่วยเรียนเพื่อหาค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างหน่วยเรียน (E_1)

2) เมื่อนักศึกษาเรียนจบหน่วยแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบนักศึกษาโดยใช้แบบทดสอบท้ายบทเรียน เพื่อหาค่าคะแนนเฉลี่ยท้ายบทเรียน (E_2)

5.5.2.2 การดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน โดยผู้วิจัยให้เรียนดำเนินการเรียนการสอนด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียนให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ที่เรียนโดยการสอนตามแผนการสอนปกติ จำนวน 20 คน ดำเนินกิจกรรมการเรียนตามกระบวนการเรียนโดยการสอนแบบปกติ เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนให้นักศึกษาทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบ t-test independent sample

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

5.6.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.6.1.1 การประเมินคุณภาพสื่อการสอน ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 รวมผลการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้เท่ากับ 4.74 ซึ่งสูงกว่าค่า

เฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนที่ได้รับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับได้ว่าสื่อนั้นมีคุณภาพ

5.6.1.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียน ใช้คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ ผลจากการวิเคราะห์ได้ว่า (E_1) และ (E_2) มีค่าเป็น 88.16 และ 83.60 ตามลำดับ

5.6.2 วิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์จากใช้คะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ การวิเคราะห์ได้ใช้ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน ตามสูตร t - test ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า t ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 7.376 มากกว่า t ที่ได้จากการเปิดตารางเท่ากับ 1.64 จากค่าวิกฤต t แสดงว่า หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วนักศึกษาได้มีความรู้มากกว่าการเรียนด้วยวิธีสอนตามแผนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.7 สรุปผลการวิจัย

5.7.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟายร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ($E_1:E_2$) เท่ากับ 88.16 : 83.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ มาตรฐาน 80 : 80

5.7.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.8 การอภิปรายผล

5.8.1 ด้านการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการวิจัย พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟายร์ ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 รวมผลการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้เท่ากับ 4.74 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนที่ได้รับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับได้ว่าสื่อนี้มีคุณภาพ และประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าเท่ากับ 88.16 : 83.60 ได้ตามเกณฑ์ มาตรฐาน 80 : 80 ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 6 ท่าน ที่

ให้คำแนะนำเพื่อการปรับปรุงแก้ไข และประเมินคุณภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกทั้งยังได้นำไปทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน และ 6 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งประสิทธิภาพกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136) เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมุ่งเน้นกระบวนการนำเสนอเนื้อหาที่ชัดเจนเข้าใจได้ง่าย นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเองและสามารถทบทวนเนื้อหาที่เรียนที่ไม่เข้าใจได้ การสร้างความสนใจต่อนักศึกษา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการใช้ภาพ แสง สี เสียง และภาพเคลื่อนไหว ประกอบเข้าด้วยกัน การให้นักศึกษาได้ฝึกฝนทำแบบฝึกหัดทบทวน จะช่วยย้ำให้เข้าใจต่อสิ่งที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น และนักศึกษาได้มีโอกาสรับทราบว่าตนเองมีผลการเรียนเป็นอย่างไร หลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละบท (Skinner อ้างใน ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2521 147 - 148) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วีระพจน์ ปริพูล พบว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ร้อยละ 83.33 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ร้อยละ 81.00 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพในการนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอนได้ ที่ได้จากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง ทรานซิสเตอร์ สำหรับ นักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ อำเภอ บึงกาฬ จังหวัดหนองคาย เพราะทำให้นักศึกษาได้มีความรู้เพิ่มขึ้น

5.8.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการวิจัยครั้งนี้ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มนักศึกษาที่เรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์ กับกลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ ปรากฏว่า กลุ่มนักศึกษาที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 วิธี จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลที่เกิดจากการวิจัย เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ถูกจัดสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่ดี มีภาพประกอบที่สวยงาม คำอธิบายที่ชัดเจน กราฟิก และเสียงบรรยาย เมื่อนำไปให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากเนื้อหาบทเรียน จะทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจและเกิดความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น โดยที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้น ได้ยึดหลักขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการสอนของ Robert Gagne' ซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นตอน อำนวย เฉชชัยศรี (2542:116 - 117) มาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้วิจัยขอสรุปขั้นตอนที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบางข้อดังนี้

ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์ ได้จัดการนำเสนอเนื้อหา เรื่องของบทเรียน จึงทำให้เกิดการเร้าความสนใจขึ้น โดยการใช้ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงเข้ามามีส่วน ร่วมในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักศึกษามีความสนใจอยากเรียนมากขึ้น และในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์ ได้บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ก่อนที่จะ เข้าบทเรียน เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบล่วงหน้าว่านักศึกษาต้องเรียนรู้อะไรบ้างและให้ทราบถึงขอบเขต ของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาโดยนักศึกษาจะสามารถผสมผสานแนวคิดใน ส่วนของเนื้อหาให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ และเป็นการชี้แนวทางในการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์ ได้ใช้เทคนิคการให้ตัวอย่าง เพื่อช่วยให้นักศึกษาแยกแยะความ แตกต่างและเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเพื่อให้นักศึกษาได้ร่วมทำกิจกรรมต่างๆ ในบท เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์ ผู้วิจัยได้จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนแบบให้นักศึกษาสามารถเลือกเรียนได้ตามความสามารถและตามความต้องการของตนเอง และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) ซึ่งเป็นการเร้าความสนใจแก่นักศึกษา ในส่วนของแบบ ทดสอบระหว่างเรียน คือถ้านักศึกษาตอบคำถามผิดจะมีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้กับนักศึกษา และ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีการประเมินการเรียนของนักศึกษา โดยการใช้แบบทดสอบ ระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อให้นักศึกษาได้ทดสอบความรู้ของตนเอง และยังเป็น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

นอกจากนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์ ยังสามารถ ให้นักศึกษาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนซ่อมเสริม เพื่อเพิ่มทักษะและความเข้าใจในการเรียนรู้ในด้ำน การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ในรูปแบบต่างๆ นอกเหนือจากที่นักศึกษาได้เรียนในชั้นเรียน และช่วยลด การเกิดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นแก่ตัวนักศึกษาในการต่อวงจรไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าดูด ไฟฟ้าช็อต หรือตัว อุปกรณ์เกิดการการระเบิด ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ตัวนักศึกษา และตัวอุปกรณ์ ได้ นอกจากนี้ นั้นยังเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์ ในด้านการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และยังช่วยลดเวลาในการสอนของ ครูผู้สอนลงได้ จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1) การเลือกใช้สื่อแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องคำนึงถึงความพร้อมของสถานที่เรียน และผู้ใช้ เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเลือกใช้สื่อที่ได้จัดทำขึ้นได้อย่างคุ้มค่า

2) เนื้อหาในการผลิต ควรพิจารณาแบ่งเป็นตอน ๆ เพื่อสะดวกในการวัดและประเมินผล เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีความสามารถสูงจึงไม่มีปัญหา การออกแบบบทเรียนที่จัดทำเป็นขั้นตอนสั้นๆ จะนำมาต่อกันจนเป็นบทเรียนที่สมบูรณ์ได้ ทำให้สะดวกในการพัฒนาและปรับแก้ไขในส่วนที่ต้องการได้ง่าย

3) ควรส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถที่จะเรียนรู้เนื้อหาวิชาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง และมีอิสระในการเรียนมากขึ้น โดยที่สถานศึกษาต่างๆ ควรจัดให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มากขึ้น โดยอาจจะจัดอยู่ภายในห้องสมุด เพื่อให้ นักศึกษาสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้ได้สะดวกและสามารถเรียนได้ตามความสามารถของนักศึกษาซึ่งจะส่งผลให้นักศึกษามีการเรียนดีขึ้น

4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเสียงประกอบบทเรียน ควรจัดเตรียมเครื่องมือที่มีหูฟัง เพื่อไม่ให้เสียงไปรบกวนสมาธินักศึกษาคนอื่น

5.9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหนึ่งเรื่อง ผู้สร้างควรนำเทคนิคกราฟิก ภาพและเสียง เข้ามาประกอบเพื่อถ่ายทอดให้นักศึกษาเข้าใจได้ง่ายขึ้นที่สุด และมากที่สุด โดยที่ผู้สร้างบทเรียนควรที่จะต้องศึกษาโปรแกรมที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุน ตลอดจนการศึกษาเทคโนโลยีใหม่ๆ อยู่สม่ำเสมอ

2) ก่อนการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรมีการแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และให้นักศึกษาได้ทำความคุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์ก่อน เพื่อช่วยให้นักศึกษาที่ไม่คุ้นเคยกับเครื่องจะได้ไม่รู้สึกยุ่งยากหรือรู้สึกกลัวต่อการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

3) ไม่ควรจำกัดเวลาในการเรียนเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนตามความสามารถของตนเองในแต่ละคน

4) การสร้างกรอบ (Frame) แต่ละกรอบควรมีภาพตัวอักษร ที่มีขนาดใหญ่ อ่านได้ชัดเจน และไม่ควรรบรจข้อความในแต่ละกรอบมากเกินไป

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. 2543 เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์
กรมอาชีวศึกษา. 2538. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.).** ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม.
กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2538. “แนวคิดการหาประสิทธิภาพบทเรียน CAI.” วารสารวิชาการ
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 5(3) : 11.
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. **เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กมล เว็สุวรรณ และนิตยา เว็สุวรรณ. 2540. **แนวคิดการพัฒนาสื่อการเรียน การสอนและแนวทาง
ในการจัดตั้งศูนย์วิทยบริการด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาสำหรับสายงานด้าน
มัธยมศึกษา.** กรุงเทพฯ : คอมแพคท์พริ้นท์.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2537. **ปรัชญาการศึกษาไอที.** สารเนคเทค. (7) : 7 – 8
- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2531. **อนาคตของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ไมโครคอมพิวเตอร์
36(กุมภาพันธ์ 2531) : 122 - 147**
- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2529. **การประชุมเรื่องคอมพิวเตอร์กับการศึกษาที่โตเกียว. คอมพิวเตอร์รีวิว.
3 (34) : 34 : 35.**
- ฉลอง ทับศรี. 2535. “ซีเอไอเป็นไปได้ไหมกับเมืองไทย” วารสารรามคำแหง. 15(3) : 50 - 56
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. 2521. **ระบบสื่อการสอน (CAI).** คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนกุล. 2520. **ระบบสื่อการสอน.
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.**
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2526 **เทคโนโลยีทางการศึกษา. หลักการและแนวปฏิบัติ.** กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- ชาญชัย แสนจันทร์. 2545. **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไตรแอด. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีวและเทคนิค
ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.**
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- นงนุช วรรณหะ. 2535. **ระบบโปรแกรมสร้างบทเรียนภาษาไทย. คอมพิวเตอร์. 19(97) : 74 – 77.**
- นิพนธ์ สุขปรดี. 2531. **วิจัยเพื่อพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนวิทยา
ศาสตร์และคณิตศาสตร์. ศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา.**

- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2530. นวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย
ธรรมาธิราช.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2521. เทคโนโลยีการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2528. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- พิทักษ์ ศิลรัตน์. 2531. ตามไปดูเขาทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างไร. สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 16(กรกฎาคม – กันยายน 2531) : 37 – 41.
- พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2527. แนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรมทางการศึกษาในประเทศไทย. วารสารศึกษาศาสตร์
8 (1) : 1 – 6 .
- ไพโรจน์ ตรีธนากุล. 2529. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร :
ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- ภัทรา นิคมานนท์. 2540. การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพมหานคร : บริษัทอักษรภาพิพัฒน์ จำกัด.
- บุษศักดิ์ จันทร์รงค์. 2534. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานกับอัตราการเสริมแรง ในบทเรียน
คอมพิวเตอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอังกฤษของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยีน ภู่วรรณ. 2531. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. ไมโครคอมพิวเตอร์.
36(กุมภาพันธ์) : 120-129.
- ยีน ภู่วรรณ. 2521. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- บุษดี เฉลาภักตร์. 2536. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชา
ดิจิทัล1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจบจากบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ และไม่อธิบายคำตอบ.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิต
วิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ยงยุทธ สุทธิชาติ. 2545. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไดโอด. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีพและเทคนิคศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วีระพงษ์ ปรีพูล. 2545. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทรานซิสเตอร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์

อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มงคล เดชนครินทร์, ชาตรี ศรีไพพรรณ. อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

มนต์ชัย ตั้งพรโชติช่วง. 2540. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ไมโครเวฟ
ประเภทพาสซีฟ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ.

วชิราพร อัจฉริยโกศล. 2527. การศึกษาเอกเทศกับการศึกษารายบุคคล. สารพัฒนาหลักสูตร.
28 (เมษายน - พฤษภาคม) : 71 – 74.

วสันต์ อดิศัพท์. 2530. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสารศึกษาศาสตร์. 3(9) : 75 – 90.

วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531. สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย.
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ. 2530. การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับสอน
ซ่อมเสริมในรายวิชาคณิตศาสตร์ (ค.204) เรื่อง สมการ. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภสมบุรณ์ อิงรัตนากร. 2531. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการใช้เมตริกซ์แก้
สมการเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร :
อักษราพัฒนา จำกัด.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสารรามคำแหง.
3(15) : 40 – 49.

สุโขทัยธรรมาราช. 2527. สาขาศึกษาศาสตร์. 2527. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับ
ประถมศึกษาหน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สมมิตร.

เสาวณีย์ ลีขาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ :
ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สุพรรณ แก้วฝัน. 2539. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการเรียนเรื่อง สไลด์เรล
เกจอินตักซ์มอเตอร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี.

สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์. 2540. การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ

มัลติมีเดีย เรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.
 วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร
 เหนือ.

ลัทธิตพัฒน์ เล็กช่อม. 2545 “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำความเย็น”
 วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิค
 ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุธีร์ กิจฉวี. 2543 “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรคอมพิเนชั่น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
 มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อนุชา บุญแสนแผน. 2544. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องแมคนตีกอนแทกเตอร์.
 วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิค
 ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อมรรัตน์ สุภา. 2544. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแส
 ตรง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและ
 เทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2528. ใช้คอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม. คอมพิวเตอร์ 2(4) : 118 – 123.

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2528. พื้นฐานทางเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สถาน
 สงเคราะห์หญิงปากเกร็ด.

อำพล สงวนศิริธรรม. 2528. ใช้คอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม. คอมพิวเตอร์. 2(4) : 118-123.

อาทิตย์ จิรวัดนผล. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์.
 การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิต
 วิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Boen, L.L. 1983. “Teaching with an Interactive Video – Computer System.” **Educational
 Technology**. 23(03) : 42 – 43.

Cordell, B.J 1989. “The Effect of Different Learning Styles on Outcome of Education
 Using Two Computer – Assisted Instructional Design.” **Dissertation Abstract
 International**. 50.

Cronbach, L.J. 1963. **Educational Psychology**. 2nd ed. New York : Harcourt Brace.

Friedman, Lucillet. 1974. “Programmed Lesson in RPG Computer Programming for New
 York City High School Senior.” **Principles Abstract International**. 29.

Gagne', Robert M. and Briggs.L.J. 1979. **Principle of Instruction Design**. 2nd ed. New York :

Holt, Rinehart and Winston. Inc.

Gagne', Robert M., W. Wager, and A. Rojas. 1981. "Planning and Authoring Computer – Assisted Instruction Lessons." **Educational Technology**. 70(9) : 17 – 21 ; September.

Lee, James Lawrence. 1975. "The Effectiveness of Computer - Assisted Program Designed to Teach Verbal." **Dissertation Abstracts International**. 36 : 1363-A-1364-A.

Mc Cuiston, Patrich Jay. 1990. "Static VA. Dynamic Visuals in Computer-Assisted Instruction." **Dissertation Abstracts International**. 51.

Oden, Robin Earl. 1982. "An Assessment of the Effectiveness of Computer - Assisted Instruction for Teaching Visual Discrimination Task to Learning Disable Student." **Dissertation Abstracts International**. 43 : 355-A

Sickler. Nancy Gibbs. 1988. "The Effects of Different Modes of Instruction and Feedback on the Achievement of Students with Differing Levels of Locus of Control." **Dissertation Abstracts International**. 48(June) : 3045-A

Whattananarong, Krisaman. 1991. "A Cross-culture Study of Color Preferences on a Computer Screen between Thai and American Student." **Dissertation Abstracts International**. 52.

Woerner, L.N. 1980. "Computer-based diagnosis and remediation of Computation Errors with Fractions." **Dissertation Abstracts International**. 41.

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือราชการต่างๆ
- ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
- ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ภาคผนวก ง การคำนวณค่าสถิติ
- ภาคผนวก จ เนื้อหาบทเรียน
- ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก ช ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการต่างๆ

- ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลทำการวิจัย



คำสั่งคณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ 2๕๕ /2545

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของ นางสาววรรณรจ ภูมิทัศน์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นางสาววรรณรจ ภูมิทัศน์ เป็นไปด้วยความ
เรียบร้อยและมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครง
วิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ดร.ศิริรัตน์	เพชรแสงศรี	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

ผศ.อรรถพร	ฤทธิเกิด	ประธานกรรมการ
รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	กรรมการ
ดร.ศิริรัตน์	เพชรแสงศรี	กรรมการ
ดร.ฉันทนา	โหมคณดี	กรรมการ
ผศ.อัจฉรา	สืบสินธุ์สกุลไชย	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

ตั้ง ณ วันที่ 2๑ สิงหาคม พ.ศ. 2545

(รองศาสตราจารย์ ธีรวิวัฒน์ ชินะตระกูล)

กณบดี



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติให้ ดำเนินการดังนี้

นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ รหัสนประจำตัว 44064518 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์ (COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON SILICON CONTROLLED RECTIFIER)" โดยมี รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2545

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้ เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ ธันวาคม พ.ศ. 2545

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก วีระเชษฐ ชันเงิน)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1504/ 0182

คณะกรรมการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายเกรียงไกร กังฉิน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
ซิลิคอน คอนโทรล เร็คคิฟายร์”

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม
ข้อมูลของ นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325



ที่ ศธ 0524.04/ 0308

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ สิงหาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายวิชัย แสงนาค

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง
ซิลิคอน คอนโทรล เร็กคิฟายร์”

คณะกรรมการอุดมศึกษาพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม
ข้อมูลของ นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325



ที่ ศธ 0524.04/ 0308

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๙ สิงหาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายบุญชัย เจนอักษรกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง
ซิลิคอน คอนโทรล เร็กดิฟาย์”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม
ข้อมูลของ นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 0182

วันที่ 22 มกราคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายโสภณ จันทร์โชติ

ด้วย นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
ซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม
ข้อมูลของ นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบททดสอบ
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 0182

วันที่ 22 มกราคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายวัชรินทร์ คงพิบูลย์

ด้วย นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้
ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม
ข้อมูลของ นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบททดสอบ
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ทม 1504/ 0182

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๒ มกราคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บุรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาววรรณรจ ภูมิทัศน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
และการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
อิเล็กทรอนิกส์ คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม
ข้อมูลของ นางสาววรรณรจ ภูมิทัศน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325



ที่ ศธ 0524.04 / 0476

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕๗ สิงหาคม 2546

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพกาญจนภิเษกหนองจอก

ด้วย นางสาววรรณรจ ภูมิทัศน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขา
วิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์” คณะวิศวกรรมศาสตร์จึงขอกความอนุเคราะห์ท่าน
ได้โปรดอนุญาตให้ นางสาววรรณรจ ภูมิทัศน์ ทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 7373000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

อ.เอกวิทย์ ธรรมใจ

๕.๑๔.๔๖

ภาคผนวก ข
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการสอน วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร1 เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินสื่อการสอน แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังมีรายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. นางสาวนงเยาว์ พิมพ์บุรณ์

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์ อาจารย์ 1 ระดับ 5 วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

2. นายเกรียงไกร กิ่งฉิน

ตำแหน่ง วิศวกรฝ่ายผลิต บริษัท ไฟโอเนียร์ แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด

3. นายวิชัย แสงนาค

ตำแหน่ง ผู้ช่วยนักวิจัยโครงการ 3G (การสื่อสารไร้สายในยุคที่ 3: การส่งผ่านข้อมูลดิจิทัลทั่วไป, เสียง และ ภาพ) เนคเทค (Nectec)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. นายวัชรินทร์ คงพิบูลย์

ตำแหน่ง นักวิชาการโสตทัศนศึกษา ระดับ 6 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. นายโสพล จันทโรชิต

ตำแหน่ง นักวิชาการโสตทัศนศึกษา ระดับ 6 หอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. นายบุญชัย เจนอักษรกุล

ตำแหน่ง วิศวกรควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ บริษัท ฮอนดา ออร์โตโมทีฟ (ประเทศไทย) จำกัด นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

แบบประเมินสื่อการสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัส 21041013 จากหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม เป็นสื่อการสอนที่ ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเป็นเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสาระเนื้อหาที่ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมากที่สุด จึงขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิอ่าน และพิจารณาเนื้อหาของสื่อการสอนที่สร้างขึ้น โดยละเอียด แล้วแสดงความคิดเห็นของท่านในแบบประเมินที่แนบมาพร้อมนี้

วิจาณญาณที่ละเอียด สุขุม และการแสดงความคิดเห็นอย่างตรงไปตรงมาของท่าน จะมีคุณค่าอย่างยิ่งในการปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายของการทำวิจัยในครั้งนี้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

รายวิชา : อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์ เวลาที่เรียน 1 คาบ

ผู้ออกแบบบทเรียน : นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ

ผู้ประเมิน (นาย, นาง, นางสาว)

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

เกณฑ์ระดับการประเมิน : ดีมาก = 5, ดี = 4, ปานกลาง = 3, พอใช้ = 2, ควรปรับปรุง = 1

เรื่องที่ประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการนำเสนอ					
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
- ความถูกต้องของเนื้อหา					
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
2. ภาพและตัวอักษร					
- ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย					
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
- ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา					
3. เวลา					
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา					
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย					
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด					

ความคิดเห็นอื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(.....)

..... / /

แบบประเมินสื่อการสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กดิฟายร์ วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัส 21041013 จากหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม เป็นสื่อการสอนที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเป็นเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาสาระ ที่ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมากที่สุด จึงขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิอ่าน และพิจารณาเทคนิคการนำเสนอ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของสื่อการสอนที่สร้างขึ้นโดยละเอียด แล้วแสดงความคิดเห็นของท่านในแบบประเมินที่แนบมาพร้อมนี้

พิจารณาณที่ละเอียดถี่ถ้วน และการแสดงความคิดเห็นอย่างตรงไปตรงมาของท่าน จะมีคุณค่าอย่างยิ่งในการปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายของการทำวิจัยในครั้งนี้

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พัฒนาจากแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ ศศ.ดร.สุกรี รอดโพธิ์ทอง

รายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ เวลาที่เรียน 1 คาบ

ผู้ออกแบบบทเรียน นางสาววรรณรจ ปฏิบัติ

ผู้ประเมิน (นาย, นาง, นางสาว).....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

เกณฑ์ระดับการประเมิน : ดีมาก= 5, ดี = 4, ปานกลาง =3, พอใช้ = 2, ควรปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ส่วนนำ						
1. ได้รับความสนใจในรูปแบบที่เหมาะสม						
2. วิธีบอกวัตถุประสงค์น่าสนใจ						
3. ให้ข้อมูลและคำแนะนำในการใช้บทเรียน						
4. ความง่ายและน่าสนใจในการใช้บทเรียน						
ส่วนการนำเสนอ						
1. เนื้อหา						
1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา/หลักเกณฑ์						
1.2 ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน						
1.3 สอดคล้องของหลักสูตร โดยตรง/โดยภาพรวม						
1.4 ความยาวของเนื้อหาและบทเรียนเหมาะสมกับระดับผู้เรียน						
2. รูปแบบการนำเสนอ						
2.1 ความเหมาะสมในการใช้ภาพเสียงและ/หรือกราฟิกประกอบ						
2.2 ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร						
2.3 ความเหมาะสมของการใช้สีในการออกแบบจอภาพ						
2.4 คุณภาพของภาพกราฟิก เสียง และ/หรือภาพเคลื่อนไหวประกอบบทเรียน						
2.5 การออกแบบหน้าจอโดยรวม						
2.6 เทคนิคการนำเสนอทำให้เห็นความต่อเนื่องของเนื้อหา						
2.7 การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมทิศทางและความช้าเร็วในการเรียน						

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
2.8 ใช้ภาษาที่สั้น กระชับ ถูกต้องและเหมาะสมกับระดับผู้เรียน						
2.9 ให้ตัวอย่างในปริมาณและโอกาสที่เหมาะสม						
2.10 ปริมาณของข้อมูลนำเสนอของแต่ละหน้าจอดีภาพรวม						
2.11 การนำเสนอสอดคล้องกับกระบวนการการเรียนรู้ของหลักสูตร						
ปฏิสัมพันธ์และการให้ผู้เรียนย้อนกลับ						
1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียนรู้						
2. ความหลากหลายและความเหมาะสมของรูปแบบของการปฏิสัมพันธ์						
3. ความเหมาะสมและความถูกต้องตามหลักการให้ผลย้อนกลับ						
4. การถามคำถามที่กระตือรือร้นชัดเจน						
5. ความชัดเจนของคำสั่งหรือคำแนะนำในการตอบคำถาม						
6. คำถามสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย						
การประเมินผล						
1. มีการประเมินแบบฝึกหัดเป็นระยะๆ เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียน พร้อมทั้งให้คำชี้แนะที่เหมาะสม						
2. มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์						
3. ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง						
4. มีเทคนิคการออกข้อสอบหรือแบบฝึกหัดที่ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล						
5. มีการประยุกต์หลักการและทฤษฎีต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะทดสอบความสามารถ						
6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบก่อนหรือหลังเรียนเพื่อวัดระดับความรู้						
องค์ประกอบทั่วไป						
1. ความง่ายในการติดตั้งโปรแกรม หรือการใช้งาน						
2. อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้งาน						
3. ความเหมาะสมของโปรแกรมกับ Hard Ware ที่มีอยู่ในปัจจุบัน						
4. คู่มือให้ข้อมูลเป็นประโยชน์ Package โดยรวม						

ความคิดเห็นอื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ภาคผนวก ง

การคำนวณค่าสถิติที่เกี่ยวข้อง

- แสดงค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ
- แสดงคะแนนจากการทดลองใช้ (Try out) เพื่อทดลองหาคุณภาพของแบบทดสอบ เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
- แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
- แสดงคะแนนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
- แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน

ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา			รวม (ΣX)	ค่าเฉลี่ยความคิด เห็นของผู้ทรงคุณ วุฒิ (IOC)	ความ หมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
11	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1	ใช้ได้
13	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1	ใช้ได้
16	1	1	1	3	1	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1	ใช้ได้
19	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1	ใช้ได้
22	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
23	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1	ใช้ได้
25	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน

ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา			รวม(ΣX)	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC)	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
26	1	1	1	3	1	ใช้ได้
27	1	1	1	3	0.67	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1	ใช้ได้
30	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
31	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
32	1	1	1	3	1	ใช้ได้
33	1	1	1	3	1	ใช้ได้
34	1	1	1	3	1	ใช้ได้
35	1	1	1	3	1	ใช้ได้
36	1	1	1	3	1	ใช้ได้
37	1	1	1	3	1	ใช้ได้
38	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
39	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
40	1	1	1	3	1	ใช้ได้
41	1	1	1	3	1	ใช้ได้
42	1	1	1	3	1	ใช้ได้
43	1	1	1	3	1	ใช้ได้
44	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
45	1	1	1	3	1	ใช้ได้
46	1	1	1	3	1	ใช้ได้
47	1	1	1	3	1	ใช้ได้
48	1	1	1	3	1	ใช้ได้
49	1	1	1	3	1	ใช้ได้
50	1	1	1	3	1	ใช้ได้

แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน โดยใช้เทคนิค IOC (Index Of Congruence)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ
 ขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

ตารางที่ ง.2 แสดงคะแนนที่ใช้ในการกำหนดค่าความแปรปรวน ของแบบทดสอบในบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เรีกดิฟายร์ (50 คะแนน)

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	42	1,764	21	18	324
2	36	1,296	22	26	676
3	49	2,401	23	15	225
4	47	2,209	24	23	529
5	49	2,401	25	18	324
6	38	1,444	26	20	400
7	48	2,304	27	15	225
8	48	2,304	28	18	324
9	45	2,025	29	22	484
10	47	2,209	30	18	324
11	49	2,401	31	22	484
12	41	1,681	32	16	256
13	43	1,849	33	19	361
14	46	2,116	34	25	625
15	48	2,304	35	27	729
16	43	1,849	36	34	1,156
17	44	1,936	37	23	529
18	47	2,209	38	20	400
19	36	1,296	39	17	289
20	49	2,401	40	19	361
			รวม	1,310	49,424

การหาค่าความแปรปรวน

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

$$S_t^2 = \frac{40(49,424) - 1,310^2}{40(40-1)} = 167.21$$

ดังนั้นได้ค่าความแปรปรวนเท่ากับ 167.21

ตาราง ง.3 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบข้อสอบ

ข้อที่	ตอบถูกในกลุ่มเก่ง R_U (20 คน)	ตอบถูกในกลุ่มอ่อน R_L (20 คน)	รวมคนตอบถูก R (40 คน)	$P = \frac{R}{N}$	ความ หมาย	$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$	ความ หมาย
1	15	8	23	0.58	พอดี	0.35	ดี
2	20	12	32	0.80	ง่าย	0.4	ดีมาก
3	16	8	24	0.60	พอดี	0.4	ดีมาก
4	20	9	29	0.73	พอใช้	0.55	ดีมาก
5	20	7	27	0.68	พอใช้	0.65	ดีมาก
6	19	10	29	0.73	พอใช้	0.45	ดีมาก
7	20	13	23	0.83	ง่าย	0.35	ดี
8	20	9	29	0.73	พอใช้	0.55	ดีมาก
9	19	8	27	0.68	พอใช้	0.55	ดีมาก
10	14	8	22	0.55	พอดี	0.3	ดี
11	19	9	28	0.70	พอใช้	0.5	ดีมาก
12	15	5	20	0.50	พอดี	0.5	ดีมาก
13	20	12	32	0.80	ง่าย	0.4	ดีมาก
14	19	7	26	0.65	พอใช้	0.6	ดีมาก
15	18	3	21	0.53	พอดี	0.75	ดีมาก
16	18	3	21	0.53	พอดี	0.75	ดีมาก
17	18	8	26	0.65	พอใช้	0.5	ดีมาก
18	19	7	26	0.65	พอใช้	0.6	ดีมาก
19	18	4	22	0.55	พอดี	0.7	ดีมาก
20	17	8	25	0.63	พอใช้	0.45	ดีมาก
21	18	7	25	0.63	พอใช้	0.55	ดีมาก
22	19	8	27	0.68	พอใช้	0.55	ดีมาก
23	17	6	23	0.58	พอดี	0.55	ดีมาก
24	15	7	22	0.55	พอดี	0.4	ดีมาก
25	20	12	32	0.80	ง่าย	0.4	ดีมาก

ตาราง ง.3 (ต่อ) แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ข้อสอบ

ข้อที่	ตอบถูกในกลุ่มเก่ง R_U (20 คน)	ตอบถูกในกลุ่มอ่อน R_L (20 คน)	รวมคนตอบถูก R (40 คน)	$P = \frac{R}{N}$	ความ หมาย	$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$	ความ หมาย
26	19	10	29	0.73	พอใช้	0.45	ดีมาก
27	17	6	23	0.58	พอดี	0.55	ดีมาก
28	15	7	22	0.55	พอดี	0.4	ดีมาก
29	17	11	28	0.70	พอใช้	0.3	ดี
30	15	6	21	0.53	พอดี	0.45	ดีมาก
31	17	10	27	0.68	พอใช้	0.35	ดี
32	20	13	33	0.83	ง่าย	0.35	ดี
33	20	12	32	0.80	ง่าย	0.4	ดีมาก
34	20	10	30	0.75	พอใช้	0.5	ดีมาก
35	20	10	30	0.75	พอใช้	0.5	ดีมาก
36	20	8	28	0.70	พอใช้	0.6	ดีมาก
37	17	8	25	0.63	พอใช้	0.45	ดีมาก
38	17	9	26	0.65	พอใช้	0.4	ดีมาก
39	15	8	23	0.58	พอดี	0.35	ดี
40	17	8	25	0.63	พอใช้	0.45	ดีมาก
41	18	11	29	0.73	พอใช้	0.35	ดี
42	18	10	28	0.70	พอใช้	0.4	ดีมาก
43	18	7	25	0.63	พอใช้	0.55	ดีมาก
44	19	10	29	0.73	พอใช้	0.45	ดีมาก
45	18	7	25	0.63	พอใช้	0.55	ดีมาก
46	20	9	29	0.73	พอใช้	0.55	ดีมาก
47	16	6	22	0.55	พอดี	0.5	ดีมาก
48	16	8	24	0.60	พอใช้	0.4	ดีมาก
49	15	6	21	0.53	พอดี	0.45	ดีมาก
50	18	7	25	0.63	พอใช้	0.55	ดีมาก

ตาราง ง.4 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	p=สัดส่วนของผู้ตอบถูก	q=สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p·q
1	0.58	0.42	0.24
2	0.80	0.20	0.16
3	0.60	0.40	0.24
4	0.73	0.28	0.20
5	0.68	0.33	0.22
6	0.73	0.28	0.20
7	0.83	0.18	0.14
8	0.73	0.28	0.20
9	0.68	0.33	0.22
10	0.55	0.45	0.25
11	0.70	0.30	0.21
12	0.50	0.50	0.25
13	0.80	0.20	0.16
14	0.65	0.35	0.23
15	0.53	0.48	0.25
16	0.53	0.48	0.25
17	0.65	0.35	0.23
18	0.65	0.35	0.23
19	0.55	0.45	0.25
20	0.63	0.38	0.23
21	0.63	0.38	0.23
22	0.68	0.33	0.22
23	0.58	0.43	0.24
24	0.55	0.45	0.25
25	0.80	0.20	0.16

ตาราง ง.4 (ต่อ) แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	p=สัดส่วนของผู้ตอบถูก	q=สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p.q
26	0.73	0.28	0.20
27	0.58	0.43	0.24
28	0.55	0.45	0.25
29	0.70	0.30	0.21
30	0.53	0.48	0.25
31	0.68	0.33	0.22
32	0.83	0.18	0.14
33	0.80	0.20	0.16
34	0.75	0.25	0.19
35	0.75	0.25	0.19
36	0.70	0.30	0.21
37	0.63	0.38	0.23
38	0.65	0.35	0.23
39	0.58	0.43	0.24
40	0.63	0.38	0.23
41	0.73	0.28	0.20
42	0.70	0.30	0.21
43	0.63	0.38	0.23
44	0.73	0.28	0.20
45	0.63	0.38	0.23
46	0.73	0.28	0.20
47	0.55	0.45	0.25
48	0.60	0.40	0.24
49	0.53	0.48	0.25
50	0.63	0.38	0.23
รวม			10.91

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

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

$$r_{tt} = \frac{50}{50-1} \left\{ 1 - \frac{\sum 10.91}{167.21} \right\} = 0.95$$

ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.95

ตาราง ง.5 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาการสอนเพื่อสร้างแบบทดสอบ

ลำดับที่	เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม						จำนวนข้อสอบ	ลำดับความสำคัญ
		ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า		
		10	10	10	10	10	10		
1	โครงสร้างและสัญลักษณ์	8	6	5	2	-	-	21	2
2	วงจรสมมูลของเอส.ซี.อาร์	8	5	4	3	-	-	20	3
3	หลักการทำงานของ เอส.ซี.อาร์								1
	- การทำให้ เอส.ซี.อาร์ นำกระแส	6	6	5	2	-	-	19	
	- การให้เอส.ซี.อาร์ หยุดนำกระแส	7	5	4	2	-	-	18	
4	การนำเอส.ซี.อาร์ไปใช้งาน								4
	- วงจร On – Off Control	5	5	4	2	-	-	16	
	- วงจร Power Control	5	2	2	2	-	-	11	
	รวม	39	29	24	13	-	-	105	
	พิจารณาจากคะแนนเต็มทั้งหมด							240	
	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4				

ตาราง ง.5 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาการสอนเพื่อสร้างแบบทดสอบ

ลำดับที่	เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม						จำนวนข้อสอบ	ลำดับความสำคัญ
		ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า		
		10	10	10	10	10	10		
1	โครงสร้างและสัญลักษณ์	3.5	2.62	2.18	0.87	-	-	9.17	2
2	วงจรสมมูลของเอส.ซี.อาร์	3.5	2.18	1.75	1.31	-	-	8.74	3
3	หลักการทำงานของ เอส.ซี.อาร์								1
	- การทำให้ เอส.ซี.อาร์ นำกระแส	2.62	2.62	2.18	0.87	-	-	8.29	
	- การให้เอส.ซี.อาร์ หยุดนำกระแส	3.06	2.18	1.75	0.87	-	-	7.86	
4	การนำเอส.ซี.อาร์ไปใช้งาน								4
	- วงจร On – Off Control	2.18	2.18	1.75	0.87	-	-	6.98	
	- วงจร Power Control	2.18	0.87	0.87	0.87	-	-	4.79	
	รวม	17.04	12.65	10.48	5.66	-	-	45.8	
	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4				

ตาราง ง.5 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาการสอนเพื่อสร้างแบบทดสอบ

ลำดับที่	เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม						จำนวนข้อสอบ	ลำดับความสำคัญ
		ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า		
		10	10	10	10	10	10		
1	โครงสร้างและสัญลักษณ์	4	3	3	1	-	-	11	2
2	วงจรสมมูลของเอส.ซี.อาร์	4	3	2	2	-	-	11	3
3	หลักการทำงานของ เอส.ซี.อาร์								1
	- การทำให้ เอส.ซี.อาร์ นำกระแส	3	3	3	1	-	-	10	
	- การให้เอส.ซี.อาร์ หยุดนำกระแส	4	3	2	1	-	-	10	
4	การนำเอส.ซี.อาร์ไปใช้งาน								4
	- วงจร On – Off Control	3	3	2	1	-	-	9	
	- วงจร Power Control	3	1	1	1	-	-	6	
	รวม	21	16	13	7	-	-	57	
	ลำดับความสำคัญ	1	2	3	4				

ตาราง ง.6 แสดงคะแนนในการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด			แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 50
	บทที่ 1 คะแนนเต็ม 10	บทที่ 2 คะแนนเต็ม 10	บทที่ 3 คะแนนเต็ม 10	
1	9	9	10	44
2	10	8	8	45
3	10	9	9	40
4	9	9	8	38
5	9	9	9	39
6	10	10	9	42
7	9	9	10	44
8	10	9	9	42
9	10	8	9	41
10	8	8	6	43
11	9	10	9	40
12	8	6	8	45
13	10	9	8	44
14	9	8	10	43
15	9	7	9	42
16	9	8	8	37
17	10	10	8	38
18	9	8	6	41
19	9	9	10	45
20	10	8	9	43
รวม			529	836
\bar{X}			26.45	41.80

$$E_1 = \frac{[(\sum X)/N] * 100}{A} = \frac{(529/20) * 100}{30} = 88.16$$

$$E_2 = \frac{[(\sum F)/N] * 100}{B} = \frac{(836/20) * 100}{50} = 83.60$$

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน = $E_1:E_2 = 88.16 : 83.60$

จากผลการคำนวณหาค่า $E_1:E_2$ ดังกล่าว ได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80 : 80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ มีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

ตาราง ง.7 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนตามแผนการสอนแบบปกติ เรื่อง ซิลิคอนคอนโทรล เร็กติไฟเออร์

คนที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	เรียนโดยการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ
	คะแนนเต็ม 50 คะแนน	คะแนนเต็ม 50 คะแนน
1	44	33
2	45	39
3	40	35
4	38	30
5	39	39
6	42	32
7	44	40
8	42	31
9	41	37
10	43	40
11	40	36
12	45	32
13	44	31
14	43	40
15	42	34
16	37	31
17	38	30
18	41	30
19	45	35
20	43	36
ΣX	836	691
\bar{X}	41.8	34.5
SD.	2.48	3.66
S^2	6.17	13.42
N	20	20

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

จากการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิติคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ กับนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธี Independent Samples t – test นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติทั้งสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน จัดรูปแบบทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดังนี้

สมมุติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

ตั้งสมมุติฐานทางสถิติ H_0 และ H_1

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

โดยที่

μ_1 คือ นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

μ_2 คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

H_0 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

H_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ

ระดับนัยสำคัญ (α) = .05 หมายความว่า การทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่

$(1-\alpha)$, $(1-.05) = 95\%$

คำนวณหาค่า t (Independent Sample t - test)

ผู้วิจัยพิจารณากลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($N \leq 30$) ไม่แน่ใจว่าความแปรปรวนของนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติมีค่าเท่ากันหรือไม่ ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ หรือ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) จึงทดสอบความแปรปรวนดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สมมติฐาน} \quad H_0 : \sigma_1^2 &= \sigma_2^2 \\ H_1 : \sigma_1^2 &\neq \sigma_2^2 \end{aligned}$$

ผลปรากฏว่าค่าความแปรปรวนไม่เท่ากันจึงเลือกใช้สูตร t - test คือ

$$\begin{aligned} t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \\ &= \frac{41.8 - 34.5}{\sqrt{\frac{6.17}{20} + \frac{13.42}{20}}} \\ &= \frac{7.3}{\sqrt{\frac{19.59}{20}}} \\ &= \frac{7.3}{\sqrt{0.9795}} = \frac{7.3}{0.9896} \end{aligned}$$

$$t = 7.376$$

หาค่า t จากตารางดังนี้

โดยที่ $\alpha = 0.05$

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1}{n_1} \right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2}{n_2} \right)^2}{n_2 - 1}} = 34.25$$

$$t = 1.64$$

จากการเปิดตารางแจกแจงความถี่ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ได้ค่า $t = 1.64$ (เมื่อ $df = 34.25$)

ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้ เท่ากับ 7.376 ซึ่งมากกว่า t ที่เปิดจากตาราง 1.64 จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 ที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง ๖.8 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม SPSS

การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

t-test

Group Statistics

	GROUP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SCORE	com	20	41.8	2.48	.56
	plan	20	34.5	3.66	.82

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances					t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig	Sig.	Lower	Upper							
SCORE	5.175	.029	.029	7.326	38	.000	7.25	.99	5.25	9.25		
				7.326	33.421	.000	7.25	.99	5.24	9.26		
				7.326	33.421	.000	7.25	.99	5.24	9.26		

จากตารางที่ 6.8 เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม SPSS ในการคำนวณเปรียบเทียบคะแนนข้อมูลที่สามารถได้ในข้างต้น มี 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นผลของการคำนวณสถิติทั่วไป (Group Statistics) และส่วนที่เป็นผลของการคำนวณในการหาค่า t ในส่วนของ Independent Sample t – test สามารถแสดงผลลัพธ์ต่างๆในตารางได้ดังนี้

ค่าสถิติทั่วไป (Group Statistics)

N หมายถึง จำนวนข้อมูล นักศึกษาที่เรียน โดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน และนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติจำนวน 20 คน

Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยคะแนน ของนักศึกษาที่เรียน โดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน = 41.8 และค่าเฉลี่ยคะแนน ของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ = 34.5

Std.Deviation หมายถึง คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาที่เรียน โดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน = 2.48 และคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ = 3.66

Std.Error Mean หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของนักศึกษาที่เรียน โดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน = .56 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ = .82

การแปลความหมายผลลัพธ์

การทดสอบความแปรปรวน

ในส่วนของ Independent Sample t – test เป็นการทดสอบความไม่เท่ากันของความแปรปรวนทั้งสองกลุ่ม จะเห็นว่า $F = 5.175$ ค่า Sig = .029 เห็นได้ว่าค่า Sig น้อยกว่าระดับความมีนัยสำคัญ .05 ($\alpha = .05$) แสดงว่าปฏิเสธ H_0 (จากการเปิดตารางแจกแจงค่า F-Test ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ได้ค่า $F_{.05(19,19)} = 2.21$ ดังนั้น F ที่คำนวณได้เท่ากับ 5.175 มากกว่า 2.21 จึงปฏิเสธ H_0) นั่นคือความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน

การคำนวณหาค่า t

สำหรับการคำนวณหาค่า t ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS 10.0 เป็นโปรแกรมที่นักวิจัยใช้คำนวณหาค่าทางสถิติ โดยทดสอบความแปรปรวนก่อนที่จะเลือกใช้สูตรใดในการคำนวณหาค่า t ผลการคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากนักศึกษาที่เรียน โดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติแสดงในตารางที่ 6.8

ผลจากโปรแกรม SPSS ในการสรุปผล จะเห็นว่า $t = 7.326$ ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่า t จากตาราง 1.64 ณ. $df = 33.421$ ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ($\alpha = .05$) โดยค่า t ที่คำนวณจากโปรแกรม SPSS ตกอยู่ในเขตวิกฤต (เขตปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1) คือ $\mu_1 > \mu_2$

ดังนั้นจึงหมายความว่าผลลัพธ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยวิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผลลัพธ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ

จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลองวิจัยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ภาคผนวก จ
เนื้อหาบทเรียน

- แผนการสอนรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์
- เนื้อหารายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติไฟเยอร์

แผนการสอนรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

แผนการสอน

เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์	จำนวน 1 คาบ
วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	ชั้น ปวช. 2

หัวข้อเรื่อง

1. ความหมาย ความสำคัญของโครงสร้างและสัญลักษณ์
2. หลักการทำงานของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์
3. การนำ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ไปใช้งาน

สาระสำคัญ

เอส.ซี.อาร์. (The Silicon Controlled Rectifier, SCR) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มี 3 รอยต่อ มีขั้ว 3 ขั้วคือ แอนโอด (A) แคโทด (K) และ เกต (G) เอส.ซี.อาร์. มีโครงสร้างที่คล้ายกับชอคเลย์ไดโอด แต่เอส.ซี.อาร์. นั้นจะนำกระแสได้เมื่อมีการกระตุ้นกระแสที่เกต (I_G) โดยจ่ายแรงดันบวกที่เกตให้มีกระแสไหลเข้าสู่ขาเกตของ เอส.ซี.อาร์. จะทำให้ เอส.ซี.อาร์. นำกระแสได้จะเกิดกระแสไหลผ่านระหว่างขั้วแอนโอดขั้วแคโทดของ เอส.ซี.อาร์.

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจ

1. โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์
2. ความหมายของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์
3. หลักการทำงานของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์
4. หลักการนำ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ไปใช้งานได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ นักศึกษาสามารถ

1. อ่านและเขียน โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ได้
2. อธิบายความหมายของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ได้
3. อธิบายหลักการ เทคนิค และวิธีการทำงาน ของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ได้
4. ทดสอบ ติดตั้ง ใช้งาน และบำรุงรักษา ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ได้

เนื้อหาสาระ

1. ลักษณะโครงสร้าง ของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
2. ลักษณะสัญลักษณ์ ของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์
3. การทำให้ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ นำกระแส
4. การทำให้ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ หยุดนำกระแส
5. การนำ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติฟาย์ ไปใช้งาน

กิจกรรมการเรียนการสอน (กระบวนการปฏิบัติ)

1. ให้นักศึกษา ศึกษาเนื้อหาในแต่ละตอนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เมื่อนักศึกษา ศึกษาเนื้อหาในแต่ละตอนแล้ว ให้ทำแบบฝึกหัดในแต่ละตอนนั้นๆ
3. เมื่อนักศึกษา ศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดในแต่ละตอนแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลการเรียนรู้อีกครั้ง

กิจกรรมเสนอแนะ

มอบหมายให้นักศึกษาค้นคว้าสาระและรูปแบบของตัวอุปกรณ์ในแบบต่างๆจากตำราหรือสถานประกอบการ

สื่อการเรียนการสอน

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เอกสารประกอบบทเรียน

การวัดผลประเมินผล

1. วิธีวัด
 - ทดสอบ
2. เกณฑ์การประเมิน
 - ผ่านเกณฑ์ประเมินต้องได้ ร้อยละ 80
3. เครื่องมือวัด
 - แบบทดสอบ

เนื้อหาบทเรียนเรื่องซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์

การเรียนในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร รหัส 21041013 ตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ได้กำหนดจุดประสงค์รายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร คือ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ โครงสร้าง หลักการทำงานของอุปกรณ์ และการนำมาใช้เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงได้แบ่งหัวข้อสำคัญออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

1. ความหมายของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์
2. ลักษณะสัญลักษณ์และโครงสร้าง ของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์
3. หลักการทำงานของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์
4. การนำ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ ไปใช้งาน

ตอนที่ 1. ความหมายของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์

จุดประสงค์

อธิบายความหมายของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ได้

ความหมายซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์

ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ (Silicon Controlled Rectifier) หรือ เอส. ซี. อาร์ (SCR) หมายถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N จำนวน 4 ชั้นมาต่อรวมกัน คือ รอยต่อ พี – เอ็น – พี – เอ็น และมีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขา คือ ขาแอนโนด (Anode), แคโทด (Cathode) และ เกต (Gate) (นภัทร วัจนเทพินทร์. 2542)

ตอนที่ 2. ลักษณะสัญลักษณ์และโครงสร้าง ของ ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์

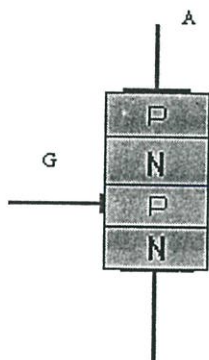
จุดประสงค์

อธิบายโครงสร้างและสัญลักษณ์ของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ได้

โครงสร้างและสัญลักษณ์ของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์

ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์มีโครงสร้างที่คล้ายกับชอคเลย์ไดโอด แต่ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ จะนำกระแสได้เมื่อมีการกระตุ้นกระแสที่ขาเกต (I_G) โดยจ่ายแรงดันบวกที่ขาเกตให้มีกระแสไหลเข้าสู่ขาเกตของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์. จะทำให้ซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์นำกระแสได้ จะเกิดกระแสไหลผ่านระหว่างขั้วแอนโนด (Anode) ขั้วแคโทด (Cathode) ของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ โครงสร้างภายในของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์แสดงในภาพที่ 1 (a) สัญลักษณ์ของซิลิคอน คอนโทรล เร็คติฟาย์ แสดงในภาพที่ 1 (b) วงจรสมมูลของ ซิลิคอน

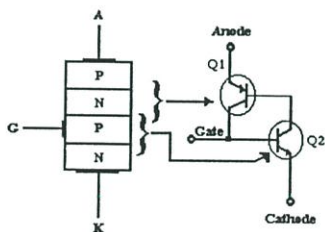
คอนโทล เร็คติไฟเยร์ แสดงในภาพที่ 1 (c) และลักษณะภายนอกของซิติคอน คอนโทล เร็คติไฟเยร์ แสดงในภาพที่ 1 (d)



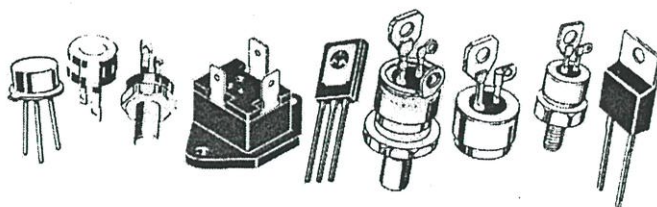
ภาพที่ 1 (a) แสดงโครงสร้างภายในของ เอส.ซี.อาร์.



ภาพที่ 1 (b) แสดง สัญลักษณ์ของซิติคอน คอนโทล เร็คติไฟเยร์



ในภาพที่ 1 (c) แสดงวงจรสมมูลของ ซิติคอน คอนโทล เร็คติไฟเยร์



ในภาพที่ 1 (d) แสดงลักษณะภายนอกของซิติคอน คอนโทล เร็คติไฟเยร์

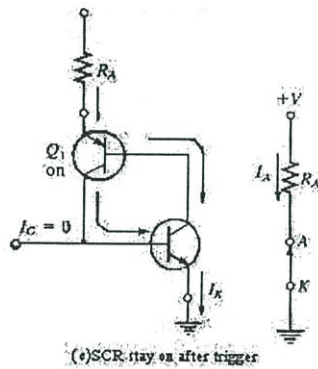
ตอนที่ 3. หลักการทำงานของซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์

จุดประสงค์

อธิบายหลักการทำงานของซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์ได้

หลักการทำงานของซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์

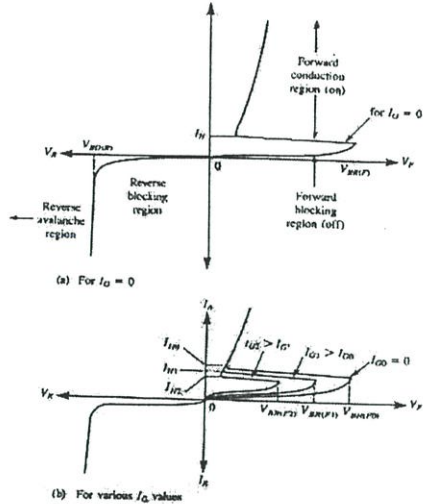
การทำให้ ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์นำกระแส (Turning The SCR On) พิจารณาจากภาพที่ 2 (a) เมื่อกำหนดให้กระแสเกต (I_G) เป็นศูนย์ ($I_G = 0$) และที่ขั้วแอนโอด (A) และแคโทด (K) ได้รับไบแอสด้วยแรงดันที่ถูกต้อง คือ ได้รับไบแอสตรงที่แอนโอดได้รับแรงดันบวก (+ V) และที่แคโทดได้รับแรงดันลบ (GND) สภาวะของเอส.ซี.อาร์. ในขณะที่กระแสเกตเป็นศูนย์นั้นคือ สภาวะไม่นำกระแสภายในโครงสร้างของ เอส.ซี.อาร์. จะพบว่าเมื่อ $I_G = 0$ ทรานซิสเตอร์ Q_2 จะ Off เป็นผลให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 Off ไปด้วยจะไม่มีกระแส I_A ไหลผ่านจากขั้วแอนโอดไปยังแคโทดเมื่อเปรียบกับสวิตช์ นั่นคือเหมือนสภาวะที่สวิตช์เปิดวงจร (Open Circuit)



ภาพที่ 2 (a,b,c) แสดงกระบวนการจุดชนวนให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแส

เมื่อต้องการบังคับให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแสโดยการป้อนกระแสเกต (I_G) เข้าที่ขาเกตของ เอส.ซี.อาร์. ดังแสดงในภาพที่ 2 (b) ทำให้เกิด I_{B2} ไหลเข้าเบสของทรานซิสเตอร์ Q_2 ทำให้ Q_2 อยู่ในสภาวะนำกระแส (On) จะเกิดกระแสคอลเลกเตอร์ไหลผ่าน Q_2 ซึ่งก็คือกระแส I_{B1} ของทรานซิสเตอร์ Q_1 นั่นเอง ดังนั้น Q_1 จึงนำกระแสด้วย ผลคือเกิดกระแสแอนโอด (I_A) ไหลผ่านอิมิตเตอร์ของ Q_1 ไปออกที่อิมิตเตอร์ของ Q_2 สภาวะการทำงานของเอส.ซี.อาร์. ในขณะนี้อยู่ได้เหมือนกับสวิตช์ปิดวงจร (Close Circuit)

การป้อนกระแสเกต (I_G) ให้กับ เอส.ซี.อาร์. นั้นเรียกว่าการจุดชนวน (Triggered) เมื่อจุดชนวนให้เอส.ซี.อาร์. นำกระแสได้แล้วนั้นไม่จำเป็นต้องคงค่ากระแสเกต (I_G) ไว้ตลอดไป สามารถลดค่ากระแสเกตให้เป็นศูนย์ได้ ($I_G = 0$) โดยที่ เอส.ซี.อาร์. ยังคงนำกระแสได้ต่อไป เพราะ I_{B2} ที่ไหลเข้าเบสของ Q_2 จะไหลมาจากคอลเลกเตอร์ของ Q_1 เมื่อ Q_1 นำกระแสแล้ว ดังนั้นถึงแม้จะนำกระแสเกตออกเอส.ซี.อาร์. ก็ยังคงนำกระแสอยู่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2 (c)



ภาพที่ 3 แสดงกราฟลักษณะสมบัติของเอส.ซี.อาร์.

เมื่อพิจารณากราฟแสดงลักษณะสมบัติของเอส.ซี.อาร์. ในภาพที่ 3 (a) เมื่อเอส.ซี.อาร์. ได้รับไบแอสตรง เอส.ซี.อาร์. สามารถนำกระแสได้โดยไม่ต้องมีกระแสเกตมากระตุ้น ($I_G = 0$) แต่ต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้กับเอส.ซี.อาร์. จนกระทั่งถึงจุดแรงดันพังทลาย (Forward Blocking Region (Off)) หรือจุด ($V_{BR(F)}$) จากกราฟ และเมื่อกระแสแอโนดไหลผ่านเอส.ซี.อาร์. ได้ โดยกระแสแอโนดมีค่าสูงกว่ากระแสยึด ($I_A > I_H$) เอส.ซี.อาร์. จะนำกระแสได้ในย่านนำกระแส (Forward Conduction Region (On)) แต่เมื่อให้ไบแอสกลับกับเอส.ซี.อาร์. ถ้าป้อนแรงดันไบแอสกลับให้มีค่ามากกว่าแรงดันพังทลาย (Reverse Blocking Voltage, $V_{BR(R)}$) เอส.ซี.อาร์. จะนำกระแสได้เมื่อได้รับไบแอสกลับ บริเวณรอยต่อภายในตัวเอส.ซี.อาร์. จะทะลุและทำให้เอส.ซี.อาร์. เสียหายได้

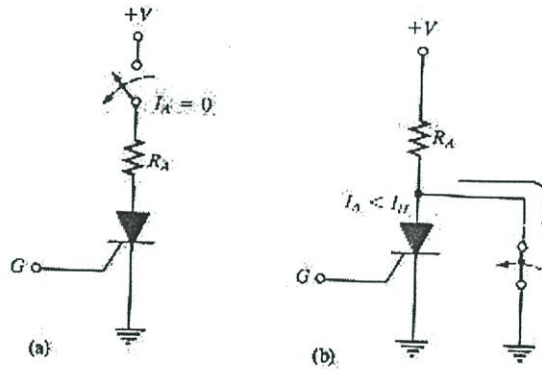
สำหรับกราฟในภาพที่ 3 (b) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างปริมาณของกระแสเกตที่จ่ายกระตุ้นให้กับเอส.ซี.อาร์. จะเห็นว่าเมื่อจ่ายกระแสเกตปริมาณน้อย แรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้กับเอส.ซี.อาร์. จะมีค่าต่ำกว่าแรงดันไบแอสตรงพังทลาย ($V_{BR(F)}$) แต่ถ้าจ่ายกระแสเกตมากขึ้นแรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้กับ เอส.ซี.อาร์. เพื่อให้เอส.ซี.อาร์. ทำงานได้ลดลง

การทำให้เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแส (Turning The SCR Off) วิธีบังคับให้เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแสได้ มี 2 วิธีคือ

1. Anode Current Interruption
2. Forced Commutation

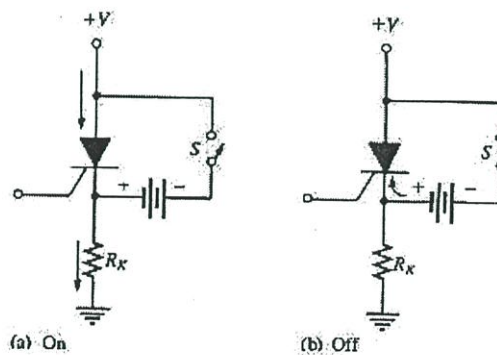
ทั้งสองวิธีมีหลักการเดียวกัน คือ ต้องหาเทคนิควิธีที่ทำให้กระแสแอโนด (I_A) ลดลงจนกระทั่งต่ำกว่ากระแสยึด (I_H) หรือ $I_A < I_H$ จะทำให้ เอส.ซี.อาร์. หยุดนำกระแสได้ ดังแสดงในภาพที่ 4 คือการใช้วิธี Anode Current Interruption โดยการตัดกระแส I_A ไม่ให้ไหลผ่านกระแสแอโนดของเอส.ซี.อาร์.

วิธีง่าย ๆ ดังภาพที่ 4 (a) โดยมีสวิตช์ต่ออนุกรมกับแอนโอดของเอส.ซี.อาร์. และเปิดสวิตช์เมื่อต้องการทำให้เอส.ซี.อาร์. หยุดทำงาน (Turn - Off) หรือวิธีในภาพที่ 4 (b) โดยการต่อสวิตช์ระหว่างขั้วแอนโอดและแคโทดของเอส.ซี.อาร์. เพื่อเปลี่ยนทางเดินกระแสแอนโอดไม่ให้ไหลผ่านเอส.ซี.อาร์. จะสามารถ Turn - Off ได้เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 4 แสดงการบังคับให้เอส.ซี.อาร์.หยุดนำกระแสโดยวิธี Anode Current Interruption

สำหรับวิธี Forced Commutation ทำได้โดยบังคับให้ เอส.ซี.อาร์. ได้รับไบแอสกลับโดยใช้แหล่งจ่ายภายนอกต่อขนานกับเอส.ซี.อาร์. และมีสวิตช์ (S) เป็นตัวควบคุมการหยุดนำกระแสของเอส.ซี.อาร์. ดังแสดงในภาพที่ 5 ในสถานะที่เอส.ซี.อาร์.นำกระแสอยู่ดังภาพที่ 5 (a) สวิตช์จะเปิดวงจร แต่เมื่อต้องการบังคับให้เอส.ซี.อาร์.หยุดนำกระแสทำได้โดยการปิดสวิตช์จะทำให้เอส.ซี.อาร์.ได้รับไบแอสกลับตลอดเวลาที่สวิตช์ยังคงอยู่ โดยปกติระยะเวลาในการบังคับ (Forced) ให้เอส.ซี.อาร์.หยุดนำกระแสโดยให้ไบแอสกลับนี้ จะต้องให้นานกว่าระยะเวลา Turn Off Time โดยทั่วไประยะเวลา Turn Off Time จะมีค่าน้อยมากประมาณ (μs) ไมโครวินาที



ภาพที่ 5 การบังคับให้ เอส.ซี.อาร์.หยุดนำกระแสโดยวิธี Forced Commutation

ค่าคุณลักษณะและค่าพิกัดของ เอส.ซี.อาร์. (SCR Characteristic and Ratings) ค่าพิกัดและค่าคุณลักษณะของเอส.ซี.อาร์.ที่สำคัญและควรรู้ไว้

Forward - breakover Voltage, ($V_{BR(F)}$) คือแรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้เอส.ซี.อาร์. และสามารถทำให้เอส.ซี.อาร์. นำกระแสได้ โดยไม่มีสัญญาณกระตุ้นเกต ($I_G = 0$)

Holding Current, I_H เมื่อเอส.ซี.อาร์.นำกระแสอยู่ (On) มีกระแสแอนโอดไหลผ่านชั่วแอนโอดและแคโทด ถ้าปริมาณกระแสแอนโอดต่ำกว่าค่ากระแส I_H จะทำให้เอส.ซี.อาร์.หยุดนำกระแส (Off)

Gate trigger Current, I_{GT} คือปริมาณกระแสเกตที่จ่ายให้กับเอส.ซี.อาร์. และทำให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแสได้เมื่อได้รับไบแอสตรงโดยเอส.ซี.อาร์.ไม่พัง

Average Forward Current, $I_{F(AVG)}$ คือปริมาณกระแสแอนโอดเฉลี่ย (DC Current) ที่ไหลผ่านเอส.ซี.อาร์. ตามปกติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และไม่ทำให้เอส.ซี.อาร์.เสียหาย

Reverse – breakdown Voltage, $V_{BD(R)}$ คือค่าแรงดันไบแอสกลับที่ป้อนให้กับแอนโอดและแคโทดของเอส.ซี.อาร์. และทำให้เอส.ซี.อาร์.นำกระแสได้โดยไม่ต้องมีสัญญาณมากระตุ้นเกต

ตอนที่ 4. การนำซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์ ไปใช้งาน

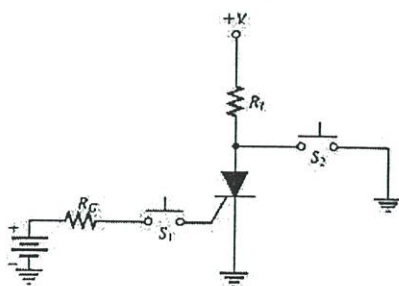
จุดประสงค์

อธิบายวิธีการนำซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์ ไปใช้งานได้

การนำซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์ ไปใช้งาน

การนำ เอส.ซี.อาร์. ไปใช้งาน (SCR Applications) โดยทั่วไปนิยมนำไปใช้งานด้านการควบคุมกำลังไฟฟ้า (Power Control) และการทำงานเป็นสวิตช์ (Switching) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

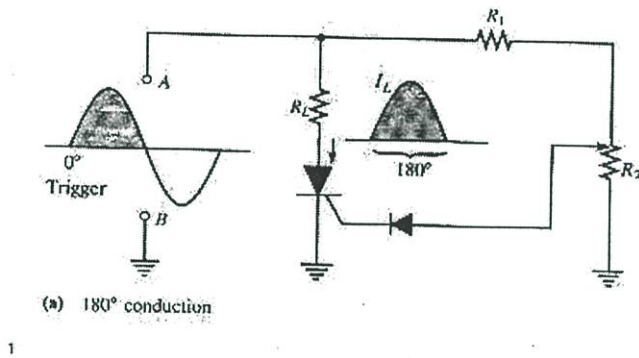
วงจร On – Off Control คือการนำเอส.ซี.อาร์.ไปทำหน้าที่แทนสวิตช์ หรือแทนแมกเนติก คอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) หรือนำไปทำงานแทนรีเลย์ (Relays) เพราะว่าเอส.ซี.อาร์.เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ดังนั้นการทำงานในลักษณะของสวิตช์จึงมีข้อได้เปรียบกว่าสวิตช์ทางกล เพราะมีขนาดเล็กไม่มีการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัส (Contact) ไม่ทำให้เกิดประกายไฟในขณะที่เอส.ซี.อาร์.ทำงาน ไม่ต้องบำรุงรักษาเหมือนสวิตช์ทางกล ฯลฯ จึงนิยมนำเอส.ซี.อาร์.ไปทำงานแทนสวิตช์ทางกล ในวงจรที่ทำงานแบบ เปิด – ปิด (On – Off Control) ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงวงจร On – Off Control ที่ใช้เอส.ซี.อาร์.

การทำงานของวงจร On – Off Control ในภาพที่ 6 เมื่อกดสวิตช์ S_1 เอส.ซี.อาร์. จะทำงาน เพราะมีกระแส I_G ไหลผ่านเกต จะทำให้มีกระแสแอนอด (I_A) ไหลผ่านภาระไฟฟ้า (R_L) และเมื่อต้องการหยุดการทำงานโดยกดสวิตช์ S_2 เอส.ซี.อาร์. จะหยุดทำงานด้วยหลักการ Forced Commutation

วงจร **Power Control** คือการนำเอา เอส.ซี.อาร์. ไปใช้ในการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้า เช่น หลอดไฟฟ้าหรือลดความร้อน ตัวอย่างวงจรในภาพที่ 7 ภาระไฟฟ้า คือ R_L โดยมีแหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสสลับ $120 V_{ac}$ จ่ายให้กับ R_L ทำได้โดยการปรับค่าความต้านทาน R_2 เพื่อปรับมุมจุดชนวนของ เอส.ซี.อาร์.

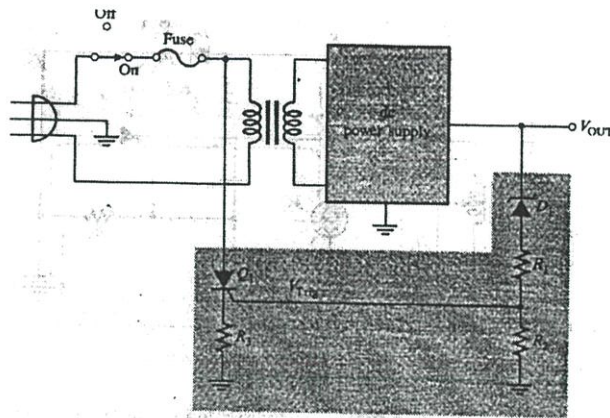


ภาพที่ 7 แสดงวงจร Power Control ที่ใช้ เอส.ซี.อาร์.

ลักษณะการทำงานของวงจร Power Control ที่แสดงในภาพที่ 7 ใช้หลักการควบคุมกำลังไฟฟ้าแบบการควบคุมเฟส (Phase Control) โดยการปรับมุมจุดชนวน เอส.ซี.อาร์. ดังแสดงในภาพที่ 8 (a) ถ้าปรับค่า R_2 ให้มุมจุดชนวนเอส.ซี.อาร์. เริ่มทำงานที่มุม 0 องศา กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R_L จะเกิดคลื่นไซน์ โดยมีจำนวนการเกิดกระแสไฟฟ้า I_L เท่ากับ 180 องศา ทางไฟฟ้า ดังภาพที่ 8 (a)

วงจร **Automatic Back – up Lighting** คือวงจรควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ เมื่อไฟดับสามารถนำกำลังไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาจ่ายให้แสงสว่างแก่หลอดไฟฟ้าแทน กำลังไฟฟ้าที่ได้รับมาจากระบบไฟฟ้ากระแสสลับมีลักษณะของวงจร ดังภาพที่ 9 และหลักการการทำงานของวงรดังต่อไปนี้

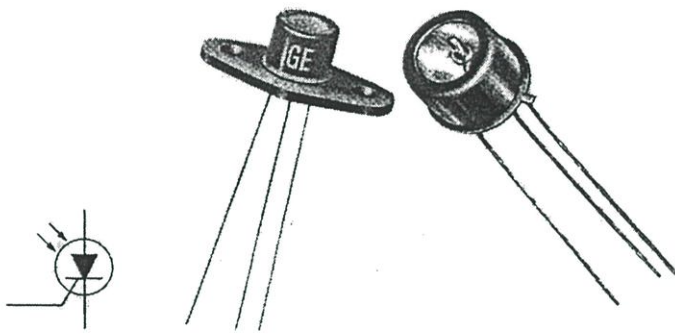
วงจร Over – Voltage Protection คือวงจรป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน เป็นวงจรที่ประยุกต์นำเอส.ซี.อาร์. ไปใช้ในการลัดวงจรเพื่อให้กระแสผ่านฟิวส์จำนวนมากชั่วขณะ และทำให้ฟิวส์ทำงานอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันความเสียหายของวงจร หลักการนี้เรียกว่าการป้องกันแบบโครบาร์ (Crowbar Protection) ตัวอย่างเช่น วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply) ที่แสดงในภาพที่ 10 วงจรนี้รับแรงดันไฟสลับจากขดทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยทางด้านปฐมภูมิเป็นแรงดันไฟสูงจากสายไฟฟ้าที่มีการต่อฟิวส์ (Fuse) ป้องกัน วงจรป้องกันแบบโครบาร์ ที่ใช้ เอส.ซี.อาร์. ประกอบด้วย เอส.ซี.อาร์. (Q_1) และวงจรแบ่งแรงดัน R_1 อนุกรม R_2 ซึ่งต่อกับซีเนอร์ไดโอด D_1 ซึ่งค่าแรงดันของซีเนอร์ไดโอด D_1 ต้องมากกว่าค่าแรงดันที่ DC Power Supply จ่ายออกมา



ภาพที่ 10 แสดงวงจร SCR - Over – Voltage Protection

เช่น DC Power Supply ขนาด $+12V_{dc}$ อาจเลือกใช้ซีเนอร์ไดโอด D_1 ขนาด $+15V_{dc}$ เพื่อตรวจจับแรงดันที่ DC Power Supply จ่ายออกมามากกว่า $+12V_{dc}$ หรือไม่ ถ้าเกินกว่า $+12V_{dc}$ จนถึง $+15V_{dc}$ ไดโอด D_1 จะทำงานทำให้เกิดกระแสไหลผ่าน R_1, R_2 เกิดแรงดันตกคร่อม R_2 และมีกระแส I_G จำนวนหนึ่งไหลเข้ากระตุ้น (V_{Trig}) เกตของเอส.ซี.อาร์. ทำให้เอส.ซี.อาร์. ทำงาน กระแสที่ไหลผ่านฟิวส์จะไหลผ่าน เอส.ซี.อาร์. จำนวนมากทำให้ฟิวส์ทำงาน (ขาด) และทำให้ DC Power Supply หยุดทำงานเป็นการป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ที่รับไฟฟ้าจาก DC Power Supply เป็นอันตรายจากแรงดันเกิน (Over Voltage)

เอส.ซี.อาร์ ทำงานด้วยแสง (The Light – Activated SCR, LASCR) หรือ LASCR คือ เอส.ซี.อาร์.ที่ใช้แสงเพื่อจุดชนวนแทนกระแสเกต เหมือน เอส.ซี.อาร์. ทั่วไป นิยมใช้ LASCR เป็น สวิตช์แสงคล้ายกับโฟโตทรานซิสเตอร์ แต่ LASCR นั้นมีคุณสมบัติการหยุดนำกระแสเหมือน เอส.ซี. อาร์. ทั่วไป คือต้องทำให้กระแสแอนโอดต่ำกว่ากระแสซีด ($I_H < I_L$) ลักษณะภายนอกและสัญลักษณ์ ของ เอส.ซี.อาร์.ทำงานด้วยแสง แสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดง เอส.ซี.อาร์.ที่ทำงานด้วยแสง (Courtesy of General Electric)

ภาคผนวก ฉ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
เรื่อง ซิลิโคน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
เรื่อง ซิลิโคน คอนโทรล เร็กติไฟเออร์

นาง วิไลลักษณ์ งาม
1 มกราคม
พ.ศ. ๕๐ ๖๖๖ -

๓๑
๓๑
๓๑

แบบทดสอบวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟาย์ หรือ เอส ซี อาร์

คำสั่ง จงกาเครื่องหมายกากบาท (X) ลงใน ก ข ค และ ง ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

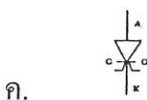
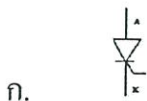
1. SCR ย่อมาจาก (วัดความรู้ความจำ)
 - ก. The Silicon Controlled Rectifier
 - ข. The Silicon Controlled Switch Rectifier
 - ค. The Silicon Controlled Regulated
 - ง. The Silicon Controller Rectifier

2. SCR เป็นอุปกรณ์ชนิดใด (วัดความรู้ความจำ)
 - ก. ตัวเหนี่ยวนำ
 - ข. สารกึ่งตัวนำ
 - ค. ไวแสง
 - ง. คาร์บอน

3. SCR มีโครงสร้างคล้ายกับอุปกรณ์ชนิดใด (ความเข้าใจ)
 - ก. รีซีสเตอร์
 - ข. ตัวเหนี่ยวนำ
 - ค. ตัวเก็บประจุ
 - ง. ซอกลอย์ไดโอด

4. โครงสร้าง SCR ประกอบด้วย (ความเข้าใจ)
 - ก. 1 รอยต่อ 2 ชั้น
 - ข. 2 รอยต่อ 3 ชั้น
 - ค. 3 รอยต่อ 4 ชั้น
 - ง. 4 รอยต่อ 5 ชั้น

5. จากรูปข้อใดคือสัญลักษณ์ของ SCR (วัดความรู้ความจำ)



6. บริเวณที่สามารถทำการกระตุ้นให้ SCR นำกระแสได้ มีทั้งหมด (วัดความรู้ความจำ)
- 1 แห่ง
 - 2 แห่ง
 - 3 แห่ง
 - 4 แห่ง
7. การนำ SCR ไปใช้งาน โดยทั่วไปนิยมนำไปใช้ในงานด้าน (การนำไปใช้)
- การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงแบบครึ่งคลื่น
 - การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงแบบเต็มคลื่น
 - รักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่
 - การควบคุมกำลังไฟฟ้าและการทำงานเป็นสวิตช์
8. การป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขาเกตของ SCR นั้นมีชื่อเรียกว่า (วัดความรู้ความจำ)
- การทริกหรือการจุดชนวน
 - เบรค โอเวอร์
 - โด้ป
 - โหลด
9. SCR จะนำกระแสได้ก็ต่อเมื่อมีการกระตุ้นที่ขา (วัดความรู้ความจำ)
- Anode
 - Cathode
 - Gate
 - Drain
10. วิธีการที่จะทำให้ SCR นำกระแสได้นั้น สามารถทำได้โดย (การนำไปใช้)
- ที่ขา Anode ได้รับแรงดันไฟบวก (+), Cathode ได้รับแรงดันไฟบวก(+)
 - ที่ขา Anode ได้รับแรงดันไฟบวก (+), Cathode ได้รับแรงดันไฟลบ(-)
 - Cathode ได้รับแรงดันไฟบวก (+), Gate ได้รับแรงดันไฟลบ(-)
 - Cathode ได้รับแรงดันไฟลบ (-), Gate ได้รับแรงดันไฟลบ(-)
11. ขา Cathode ของ SCR เปรียบเสมือนมีทรานซิสเตอร์ชนิดใดต่ออยู่ (ความเข้าใจ)
- PNP
 - NPN
 - PNC
 - NPC

12. การบังคับให้ SCR ได้รับไบแอสกลับทำอย่างไร (การนำไปใช้)
- นำสวิตช์ต่ออนุกรมกับ Anode ของ SCR
 - นำสวิตช์ต่ออนุกรมกับ Cathode ของ SCR
 - นำแหล่งจ่ายภายนอกต่ออนุกรมกับ SCR และมีสวิตช์
 - นำแหล่งจ่ายภายนอกต่อขนานกับ SCR และมีสวิตช์
13. ขา Anode ของ SCR เปรียบเสมือนมีทรานซิสเตอร์ชนิดใดต่ออยู่ (ความเข้าใจ)
- PNP
 - PNN
 - NPN
 - NPP
14. วิธีการที่ทำให้ SCR หยุดการทำงานในขณะที่ได้รับไฟ DC สามารถทำได้โดย (การนำไปใช้)
- เพิ่มค่ากระแสที่ไหลผ่าน Anode ให้ถึงจุดสูงสุด
 - ลดค่ากระแสที่ไหลผ่าน Anode ลง จนต่ำกว่ากระแส Holding
 - จะเกิดขึ้นเอง โดยอัตโนมัติเมื่อค่าแรงดันไฟสลับถึงจุดตัดศูนย์
 - ลดค่ากระแสที่ไหลผ่าน Cathode ลง จนต่ำกว่ากระแส Holding
15. วิธีการที่ทำให้ SCR หยุดการทำงานในขณะที่ได้รับไฟ AC สามารถทำได้โดย (การนำไปใช้)
- เพิ่มค่ากระแสที่ไหลผ่าน Anode ให้ถึงจุดสูงสุด
 - ลดค่ากระแสที่ไหลผ่าน Anode ลง จนต่ำกว่ากระแส Holding
 - จะเกิดขึ้นเอง โดยอัตโนมัติเมื่อค่าแรงดันไฟสลับถึงจุดตัดศูนย์
 - ลดค่ากระแสที่ไหลผ่าน Cathode ลง จนต่ำกว่ากระแส Holding
16. ปรัชญาการณที่ทำให้ SCR เกิดการทำงานขึ้นเองโดยไม่มีสัญญาณมาทริกที่ขาเกตคือ (ความเข้าใจ)
- Holding Current
 - Zero – Crossing point
 - Rate effect
 - Synchronous
17. วงจร Automatic Back – up Lighting เป็นวงจรควบคุมอะไร (ความรู้ความจำ)
- ควบคุมการลด – เพิ่ม แสงสว่างอัตโนมัติ
 - ควบคุมกำลังไฟฟ้าอัตโนมัติ
 - ควบคุมการกระพริบอัตโนมัติ
 - ควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ

18. Forward – breakover Voltage หมายถึง (ความรู้ความจำ)
- แรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้ SCR และสามารถทำให้ SCR นำกระแสได้โดยไม่มีสัญญาณกระตุ้นที่ขาเกต
 - ปริมาณกระแสเกตที่จ่ายให้กับ SCR และทำให้ SCR นำกระแสได้เมื่อได้รับไบแอสตรงโดยที่ SCR ไม่พัง
 - ปริมาณกระแสแอนโอดเฉลี่ยที่ไหลผ่าน SCR ตามปกติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และไม่ทำให้ SCR เสียหาย
 - เมื่อ SCR นำกระแสอยู่ มีกระแสแอนโอดไหลผ่านขั้วแอนโอด และแคโทด ถ้าปริมาณกระแสแอนโอดต่ำกว่ากระแส I_H จะทำให้ SCR หยุดนำกระแส
19. Crowbar Protection คือหลักการใด (ความเข้าใจ)
- ควบคุมกำลังไฟฟ้าแบบควบคุมเฟส โดยการปรับมุมชนวนของ SCR
 - ควบคุมกำลังไฟฟ้า และการทำงานเป็นสวิตช์
 - ปริมาณกระแสแอนโอดเฉลี่ยที่ไหลผ่าน SCR
 - ใช้ SCR ลัดวงจร เพื่อให้กระแสผ่านฟิวส์จำนวนมากชั่วขณะ
20. Gate Trigger Current หมายถึง (ความรู้ความจำ)
- แรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้ SCR และสามารถทำให้ SCR นำกระแสได้โดยไม่มีสัญญาณกระตุ้นที่ขาเกต
 - ปริมาณกระแสเกตที่จ่ายให้กับ SCR และทำให้ SCR นำกระแสได้เมื่อได้รับไบแอสตรงโดยที่ SCR ไม่พัง
 - ปริมาณกระแสแอนโอดเฉลี่ยที่ไหลผ่าน SCR ตามปกติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และไม่ทำให้ SCR เสียหาย
 - ถูกทุกข้อ
21. วิธี Forced Commutation โดยปกติระยะเวลาในการบังคับให้ SCR หยุดนำกระแส จะใช้เวลาเป็นหน่วยจะได้เท่าใด (ความรู้ความจำ)
- mS
 - μ S
 - nS
 - pS

22. Turning the SCR off หมายถึง (ความรู้ความจำ)
 ก. การบังคับให้ SCR ทำงาน
 ข. การควบคุมแรงดันให้หยุดทำงาน
 ค. การบังคับให้ SCR หยุดทำงาน
 ง. ไม่มีข้อใดถูก
23. การบังคับให้ SCR หยุดนำกระแสโดยใช้วิธี Anode Current Interruption คือ (ความเข้าใจ)
 ก. การจุดชนวนที่ขาคัด
 ข. การป้อนแรงดันไบแอสกลับให้มีค่ามากกว่าแรงดันพังทลาย
 ค. ตัดกระแสไฟฟ้ามายังให้ไหลผ่านขั้วแอนโนดของ SCR
 ง. จ่ายกระแสเข้าที่ขาคัด
24. SCR มีทั้งหมดกี่ขั้ว (ความรู้ความจำ)
 ก. 1 ขั้ว
 ข. 2 ขั้ว
 ค. 3 ขั้ว
 ง. 4 ขั้ว
25. วงจร Automatic Back – up Lighting จะทำงานเมื่อ (ความเข้าใจ)
 ก. แรงดันไฟเกิน
 ข. ระบบไฟฟ้าผิดปกติ
 ค. วงจรเกิดความร้อน
 ง. ถูกทุกข้อ
26. การทำให้ SCR หยุดนำกระแสสามารถทำได้กี่วิธี (ความรู้ความจำ)
 ก. 2 วิธี
 ข. 3 วิธี
 ค. 4 วิธี
 ง. 5 วิธี
27. สถานะไม่นำกระแสของ SCR เปรียบเสมือนสวิตช์จะอยู่ในสถานะใดในวงจร (ความรู้ความจำ)
 ก. Open Circuit
 ข. Close Circuit
 ค. Holding Circuit
 ง. Heater

28. SCR แตกต่างจากชอคเลย์ไดโอดอย่างไร

(ความรู้ความจำ)

- ก. SCR มีขาต่อกับสารกึ่งตัวนำออกมาใช้งาน 2 ขา
- ข. SCR จะนำกระแสได้เมื่อมีการกระตุ้นที่ขาเกต
- ค. SCR ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 4 ชั้น 3 รอยต่อ
- ง. ถูกทุกข้อ

29. การนำ SCR มาทำหน้าที่แทนสวิทช์มีข้อได้เปรียบกว่าสวิทช์ทางกลอย่างไร

(ความรู้ความจำ)

- ก. มีขนาดเล็ก
- ข. ไม่มีการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัส
- ค. ไม่เกิดประกายไฟขณะทำงาน
- ง. ถูกทุกข้อ

30. แรงดัน Breakover ถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า

(ความรู้ความจำ)

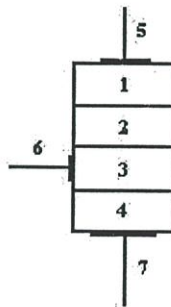
- ก. แรงดันบล็อกกิงขณะไบแอสกลับ
- ข. แรงดันบล็อกกิงขณะไบแอสตรง
- ค. รีแลกเซชันออสซิลเลเตอร์
- ง. ฟลายแบล็ค

31. ค่าวิกฤติของอัตราการเพิ่มกระแส หมายถึง

(ความรู้ความจำ)

- ก. การเปลี่ยนแปลงชั่วขณะที่เกิดขึ้นจากสวิทช์เปิดหรือปิดวงจร
- ข. อัตราการเพิ่มของกระแสสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่เกิดความร้อนขึ้น
- ค. อัตราการเพิ่มของแรงดันสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้น
- ง. การเบรคดาวน์ที่ทำให้เกิดการป้อนกลับแบบบวก

จากรูปโครงสร้างของ SCR ข้างล่างจงตอบคำถามข้อ 32 – 36



32. จากรูป หมายเลข 1 เป็นสารชนิดใด

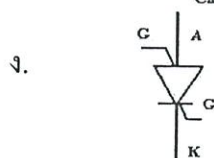
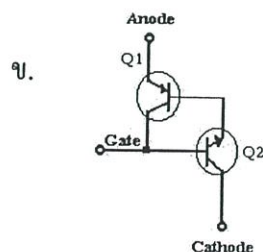
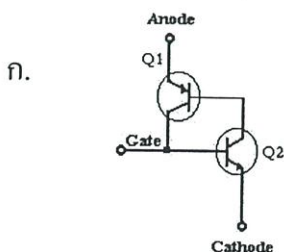
(ความรู้ความจำ)

- ก. Anode
- ข. Cathode
- ค. N
- ง. P

33. จากรูป หมายเลข 2 เป็นสารชนิดใด (ความรู้ความจำ)
- ก. Anode
 - ข. N
 - ค. Cathode
 - ง. P
34. จากรูป หมายเลข 5 มีชื่อเรียกว่า (ความรู้ความจำ)
- ก. Cathode
 - ข. Gate
 - ค. Anode
 - ง. Source
35. จากรูป หมายเลข 6 มีชื่อเรียกว่า (ความรู้ความจำ)
- ก. Cathode
 - ข. Gate
 - ค. Anode
 - ง. Source
36. จากรูป หมายเลข 7 มีชื่อเรียกว่า (ความรู้ความจำ)
- ก. Cathode
 - ข. Gate
 - ค. Anode
 - ง. Source
37. วงจร Automatic Back – up Lighting เป็นวงจรแบบใด (ความเข้าใจ)
- ก. วงจรป้องกันไฟเกิน
 - ข. วงจรควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ
 - ค. ควบคุมแรงดันเกิน
 - ง. วงจรควบคุมกำลังไฟฟ้า
38. SCR สามารถ Turn off ได้โดยวิธีใด (ความเข้าใจ)
- ก. Forced Commutation
 - ข. ป้อนพัลส์ลบที่เกต
 - ค. Anode Current Interruption
 - ง. ข้อ 1 และ ข้อ 3 ถูกต้อง

39. ในย่านการทำงานแบบ Forward – blocking ของ SCR คือข้อใด (ความรู้ความจำ)
- ได้รับไบแอสกลับ
 - ในสถานะ On state
 - ในสถานะ Off state
 - ที่จุดพังทลาย
40. LASCR มีชื่อเต็มว่า (ความรู้ความจำ)
- The Light – Activated SCR
 - The Long – Activated SCR
 - The Lotto – Activated SCR
 - The Photo - Activated SCR
41. LASCR เป็น เอส ซี อาร์ ชนิดใด (ความรู้ความจำ)
- ชนิดสวิตช์เปิด – ปิด แสง
 - ชนิดทำงานด้วยแสง
 - เชื่อมโยงทางแสง
 - ส่งผ่านแสง
42. Reverse – breakdown Voltage คือ (ความรู้ความจำ)
- ปริมาณกระแสแอมโพล์เฉลี่ยที่ไหลผ่าน SCR
 - ค่าแรงดันไบแอสกลับที่ป้อนให้กลับแอมโพล์และแคโทดของ SCR
 - แรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้กับ SCR
 - ปริมาณกระแสเกตที่จ่ายให้กับ SCR
43. วิธีการบังคับที่ทำให้ SCR หยุดนำกระแสได้คือ (ความเข้าใจ)
- Forced Commutation
 - Anode Current Interruption
 - Reverse avalanche region
 - ข้อ ก และ ข ถูก
44. TRANSIENTS คือ (ความรู้ความจำ)
- การเปลี่ยนแปลงชั่วขณะที่เกิดขึ้นจากสวิตช์เปิดหรือปิดวงจร
 - อัตราการเพิ่มของกระแสสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่เกิดความร้อนขึ้น
 - อัตราการเพิ่มของแรงดันสูงสุดที่สามารถเกิดขึ้น
 - การเบรคดาวนที่ทำให้เกิดการป้อนกลับแบบบวก

45. SCR เป็นอุปกรณ์ที่จัดอยู่ในประเภท (ความรู้ความจำ)
 ก. ตัวต้านทาน
 ข. ตัวเก็บประจุ
 ค. ไทริสเตอร์
 ง. ตัวขยายแรงดัน
46. วงจร Over – Voltage Protection เป็นวงจรที่สร้างขึ้นเพื่อ (ความรู้ความจำ)
 ก. ป้องกันแรงดันไฟเกิน
 ข. ป้องกันแรงดันไฟตก
 ค. ควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ
 ง. ควบคุมกำลังไฟฟ้า
47. แรงดัน Break over หมายถึง (ความรู้ความจำ)
 ก. แรงดันขณะไม่มีการไบแอส
 ข. การป้อนไบแอสตรง
 ค. การป้อนไบแอสกลับแบบบวก
 ง. ไม่มีข้อถูก
48. SCR Equivalent Circuit หมายถึง (ความรู้ความจำ)
 ก. การทำงานของวงจรขณะปิดสวิตช์
 ข. วงจรสมมูลของ SCR
 ค. ตัวควบคุมการหยุดนำกระแส ในวงจร
 ง. เป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงสัญญาณทางไฟฟ้า
49. จากวงจร On – Off Control เป็นการนำเอา SCR มาทำหน้าที่แทนอะไรในวงจร (การนำไปใช้)
 ก. สวิตช์
 ข. แมคเนติกคอนแทกเตอร์
 ค. รีเลย์
 ง. ถูกทุกข้อ
50. ข้อใดคือวงจรสมมูลของ SCR (ความรู้ความจำ)



ตารางเฉลยแบบทดสอบวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟเยอร์

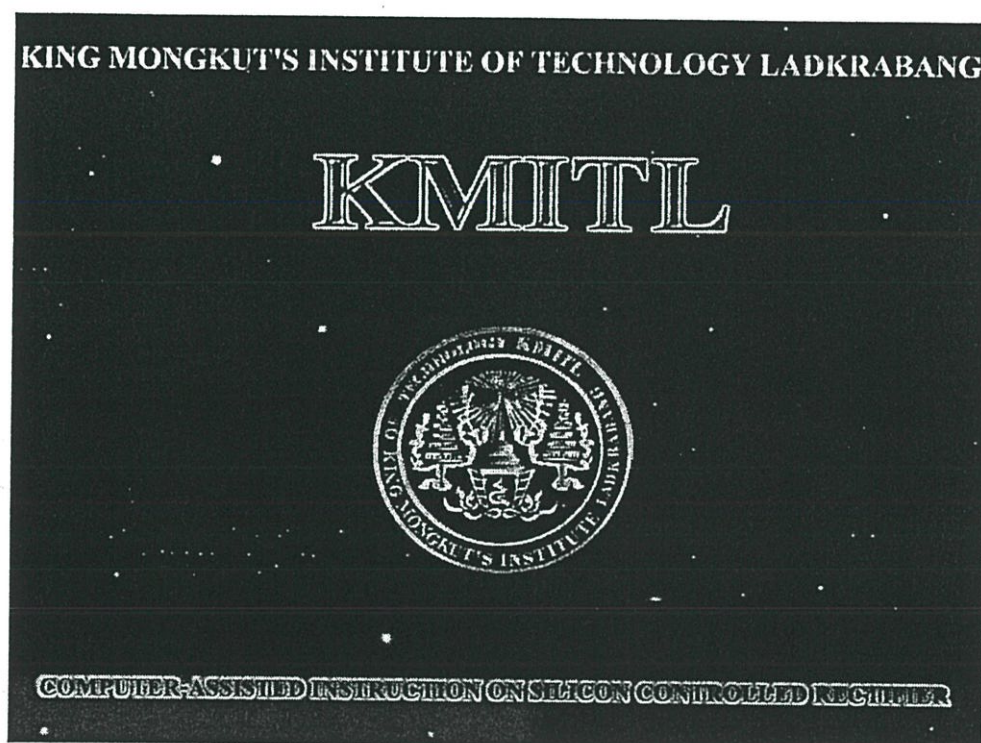
ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	26	ง
2	ก	27	ก
3	ก	28	ค
4	ข	29	ก
5	ก	30	ค
6	ข	31	ข
7	ง	32	ข
8	ง	33	ก
9	ค	34	ก
10	ค	35	ก
11	ค	36	ค
12	ข	37	ข
13	ก	38	ก
14	ข	39	ง
15	ค	40	ข
16	ก	41	ค
17	ข	42	ง
18	ค	43	ค
19	ข	44	ข
20	ก	45	ก
21	ง	46	ก
22	ก	47	ง
23	ค	48	ง
24	ง	49	ข
25	ง	50	ข

ภาคผนวก ข

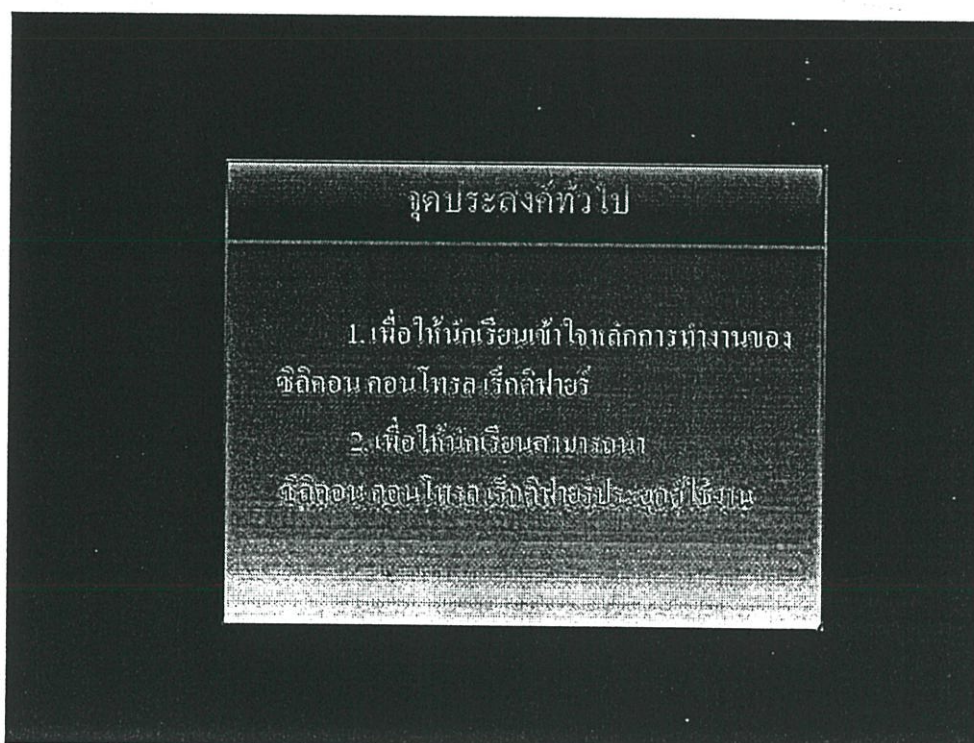
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เร็กติไฟร์


1. ภาพหน้าแรกของบทเรียน



2. ภาพแสดงจุดประสงค์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน




Computer Assisted Instruction



Silicon Controlled

- Macromedia Authorware v5
- Macromedia Flash v8
- Adobe Imagestyler v1.0
- Microsoft Windows Millennium (Me)

ศาสตราจารย์ ดร. สอน โทวีธา เจริญผล



Electronics Technology
 อดทนอดกลั้นอดท้อ
 2007

Silicon Controlled

3. ภาพเมนูบทที่ 1

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



บทที่ 1

โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR

บทที่ 2

บทที่ 3

แบบทดสอบ

กิจกรรมที่ปรึกษา


คู่มือ

เอกสาร

เอกสารประกอบ

เอกสารประกอบ

โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR



Resistor Capacitor Inductor

4. ภาพเมนูบทที่ 2

วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิชาช่วยสอน

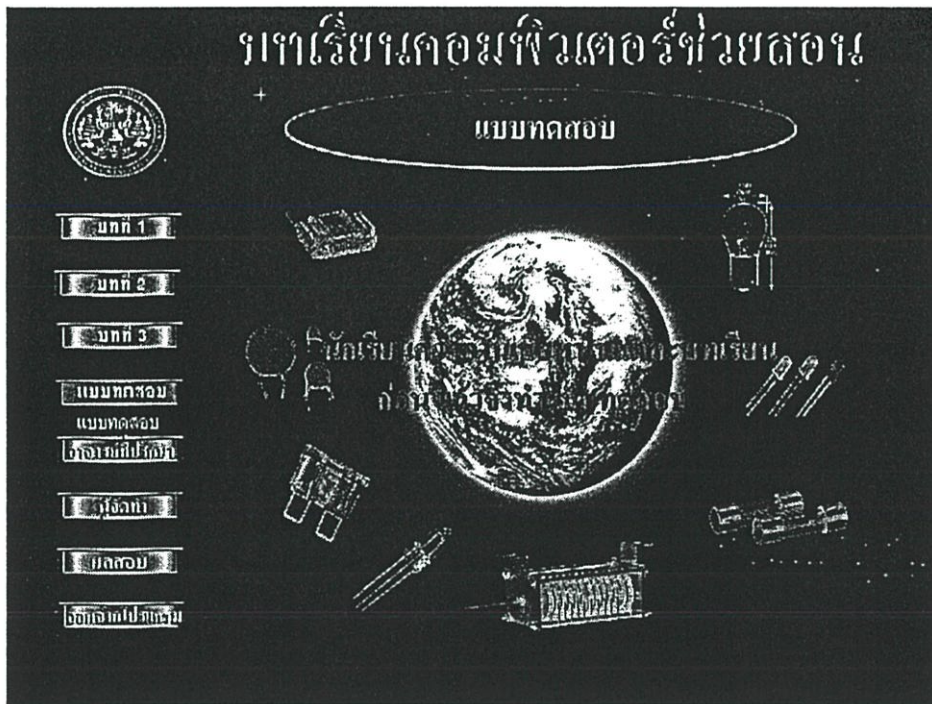
หลักการทํางานของ SCR

5. ภาพเมนูบทที่ 3

วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิชาช่วยสอน

การนำ SCR ไปใช้งาน

6. เมนูแบบทดสอบ



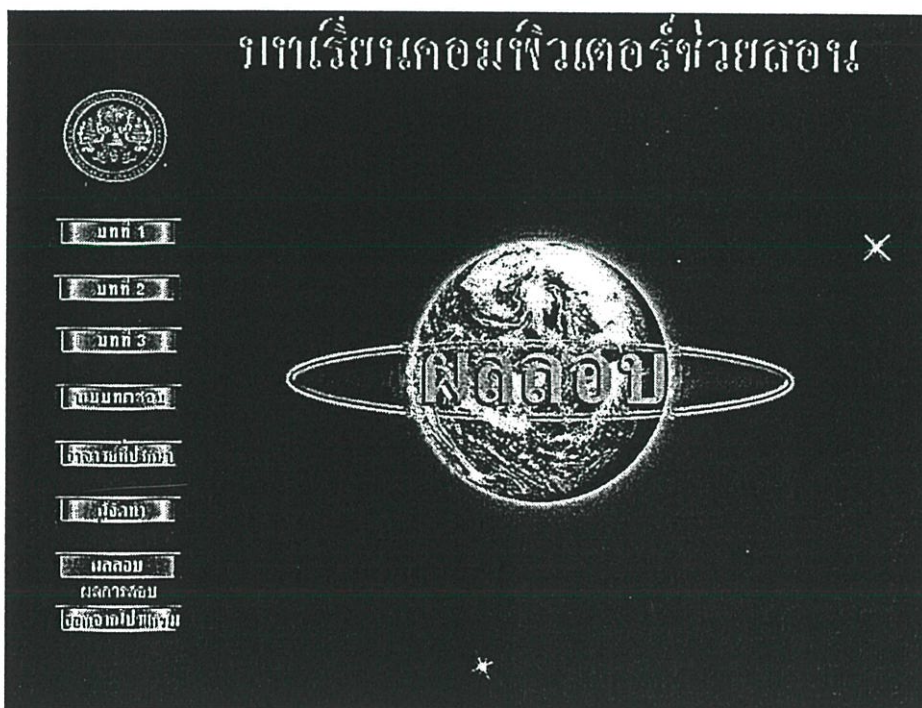
7. เมนูอาจารย์ที่ปรึกษา



8. เมนู ผู้จัดทำ



9. เมนู ผลสอบ



10. เมนูออกจากโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน




สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีวและเทคนิคศึกษา
EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN VOCATIONAL AND TECHNICAL
EDUCATION

บัณฑิตวิทยาลัย
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ซีพียูคอน ทอนโทรล ธิเรกตีฟายร์
COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION ON SILICON
CONTROLLED RECTIFIER

ผู้ควบคุมวิชาการเป็นนิต
รศ.ดร.สุวิทย์ กาญจนพันธ์
ดร.นิริรัตน์ เข็มรัตน์สงศรี

จัดทำโดย
น.ส.วรรณธรรณี ปญฺิณัน รหัสน 44064518
สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีวและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

11.เนื้อหาบทเรียนบทที่ 1

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทที่ 1

MENU

โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR

เอส.ซี.อาร์ (The Silicon Controlled Rectifier, SCR)
 เป็นทริสเทออร์ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มี
 3 รอยต่อ มีขั้ว 3 ขั้ว คือ แอโนด(A) แคโทด(K) และเกท(G) SCR
 มีโครงสร้างคล้ายกับขอลเลย์ไดโอด แต่แตกต่างกันที่ SCR นั้น
 จะนำกระแสได้ เมื่อมีการกระตุ้นกระแสที่ขาเกท(G)

โครงสร้างภายในของเอส.ซี.อาร์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

MENU

การเกิดขั้วเกทของเอส.ซี.อาร์

ในส่วนขั้วเกท(G) ของเอส.ซี.อาร์นั้น จะมีลักษณะที่เกิดจาก
 การนำขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 มาต่อกับขาเบสของ
 ทรานซิสเตอร์ Q2 ค่อยออกมาอีกกลายเป็นขั้วเกท (G) ของเอส.ซี.อาร์.

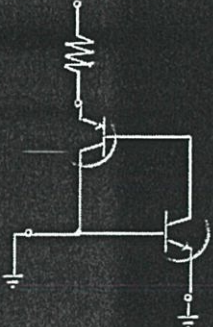
การเกิดขั้วเกทของเอส.ซี.อาร์

12. เนื้อหาบทเรียน บทที่ 2

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทที่ 2

หลักการทํางานของ SCR



รูปที่ 1(A) แสดงวงจรสมมูลของ SCR


13. เนื้อหาบทเรียน บทที่ 3

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

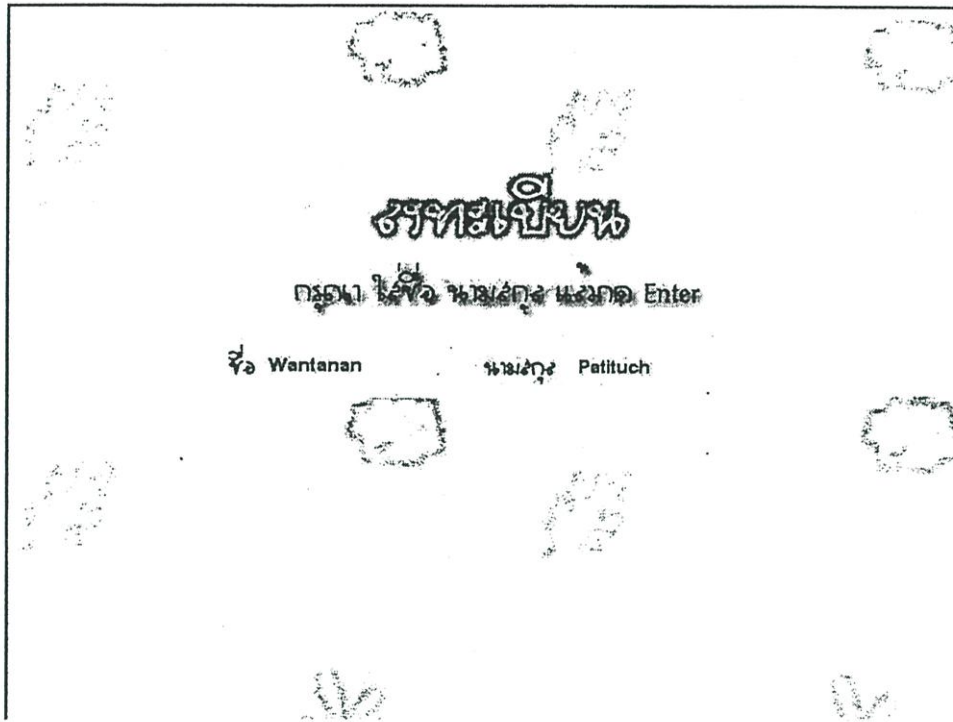
บทที่ 3

การนำ SCR ไปใช้งาน

การนำเอส.ซี.อาร์ ไปใช้งาน (SCR Applications) โดยทั่วไป
นิยมนำไปใช้ในงานด้านการควบคุมกำลังไฟฟ้า (Power Control)
และการทำงานเป็นสวิตช์ (Switching)



14. ภาพการลงทะเบียนก่อนทำแบบทดสอบ



15. ภาพเมนูแนะนำการใช้เมนูแบบฝึกหัด

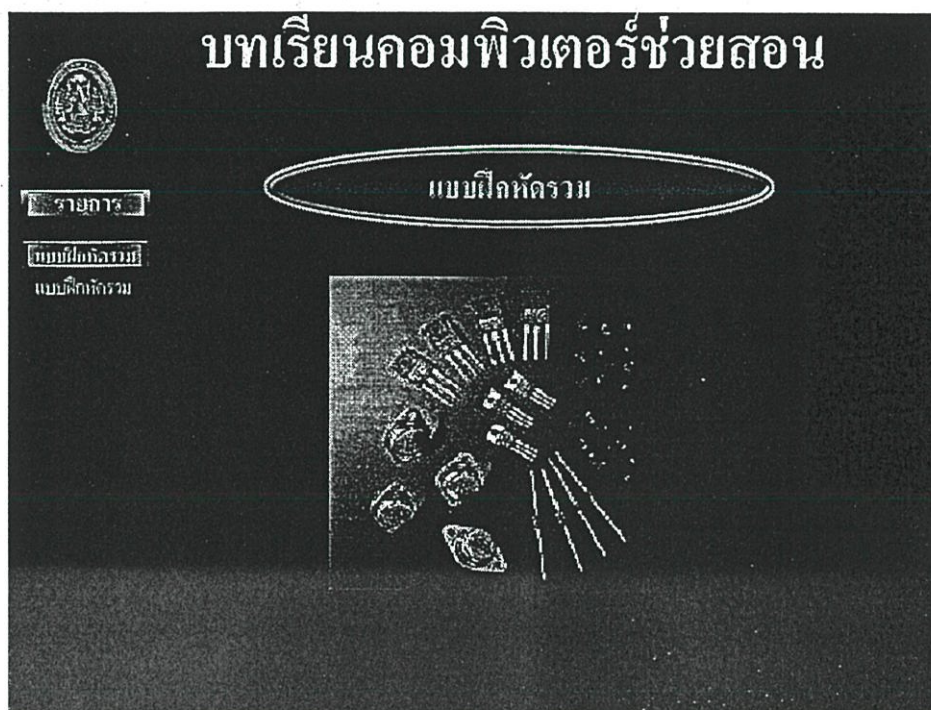
แนะนำเมนูแบบฝึกหัด

ระบบฝึกหัด → ป้อนเข้าสู่ระบบฝึกหัดที่ 1

ในแบบฝึกหัดที่ 1 ประกอบด้วยแบบทดสอบที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR จำนวนทั้งหมด 10 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ในแบบทดสอบจะเป็นแบบ 4 ตัวเลือก คือ ก,ข,ค,ง ถ้านักเรียนต้องการเลือกคำตอบในตัวเลือก ก,ข,ค,ง นักเรียนสามารถทำได้โดยเลื่อนเมาส์มาคลิกที่ตัวเลือกนั้นได้เลย


หมายเหตุ ในแบบทดสอบแต่ละข้อนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น

16. ภาพ เมนูแบบฝึกหัด



17. ภาพแบบฝึกหัด


บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน




รายการ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. SCR ชื่อมาจาก

- ก The Silicon Controlled Rectifier
- ข The Silicon Controlled Switch Rectifier
- ค The Silicon Controlled Regulated
- ง The Silicon Controller Rectifier




บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



รายการ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การนำ SCR ไปใช้งาน โดยทั่วไปนิยมนำไปใช้งานในด้าน

- ก การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง แบบครึ่งคลื่น
- ข การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง แบบเต็มคลื่น
- ค รักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่
- ง การควบคุมกำลังไฟฟ้าและมีการทำงานเป็นสวิตช์



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาววรรณรรัช ปฏิบัติพันธ์
วัน เดือน ปีเกิด	7 มีนาคม 2520
สถานที่เกิด	565/1 ม.4 ต.สวนแตง อ.เมือง จ. สพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	39/223 ม.4 หมู่บ้านสุภิสรา ต.คานหาม อ.อุทัย จ.พระนครศรีอยุธยา
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา คณะบัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง