

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต

COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION ON FIELD EFFECT TRANSISTOR (FET)



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 45664
วัน, เดือน, ปี 1 2 ก.พ. 2546

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2545

ISBN 974-324-177-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON FIELD EFFECT TRANSISTOR (FET)



**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**

2002

ISBN 974-324-177-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

เอกส **KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG** **ชันด้านการค้า**

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด

นักศึกษา

ปราณี ทิพย์สุวรรณ

รหัสประจำตัว

43064523

ปริญญา

ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการศึกษา

สาขาวิชา

เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา

พ.ศ.

2545

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.ฉันทนา โหมดมณี

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากจากจำนวน 60 คน ให้ได้ 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

ผลการวิจัยสรุปว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.33:82.00

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Thesis Title	Computer-Assisted Instruction on Field Effect Transistor (FET)
Student	Miss Pranee Thipsuwan
Student ID	43064523
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2002
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Supit Karnjanapun
Thesis Co-Advisor	Dr. Chantana Modemane

ABSTRACT

The purposes of the research study were to construct and find out the efficiency of the Computer-Assisted Instruction on Field Effect Transistor according to the defined criteria 80:80 and to compare learning achievement from the Computer-Assisted Instruction and traditional teaching on the theory of Electronic Devices on Field Effect Transistor.

The samples of this study were randomly selected from the 60 first year Electronic major students of Ayutthaya Technical College. The samples were divided into 2 groups of 20 students. The experimental group studied with Computer-Assisted Instruction and also was used to find out the efficiency of the courseware. The controlled group was instructed in a traditional setting to explore the learning achievement by comparing to the experimental group.

The results of the study were as follows :

1. Computer-Assisted Instruction on Field Effect Transistor met the efficiency criterion at 82.33:82.00.
2. The learning achievement of the students who learned with Computer-Assisted Instruction was statistically higher than the group who learned with a traditional teaching at 0.05 level of significance.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ฉันทนา โหมดมณี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด ผศ.โอวาท พูลศิริ ผศ. อังฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย และ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ที่กรุณาตรวจสอบกระบวนการวิจัย ให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ จนสมบูรณ์ขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ไพระวุฒิ สุวรรณจันทร์ ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม ดร. สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน อาจารย์สุธี กิจฉวี และ อาจารย์วรวิทย์ สมหา ที่ได้กรุณา ให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ ในการสร้างเครื่องมือและการวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งนักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ได้ให้ความร่วมมือด้านต่าง ๆ จนผู้วิจัยเก็บข้อมูลได้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณอุษณีย์ คำวงศ์ คุณสมศรี ชูศรีอ่อน คุณกาญจนา เขียวคินิต ที่คอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาโดยตลอด รวมทั้งเพื่อน ๆ ทุกคนและบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ครู-อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปราณี ทิพย์สุวรรณ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538	6
2.2 หลักสูตรวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 รหัส 21051008	7
2.3 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	10
2.4 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
2.5 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	23
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	23
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	32
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	32

สารบัญ (ต่อ)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	38
4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	38
4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	39
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน	40
4.4 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	42
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	42
5.2 สมมติฐานการวิจัย	42
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	42
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	43
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	44
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
5.7 สรุปผลการวิจัย	45
5.8 อภิปรายผล	46
5.9 ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ	54
ภาคผนวก ข เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	64
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	82
ภาคผนวก ง รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินสื่อการสอน	93
ภาคผนวก จ แบบประเมินสื่อการสอน	95
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	98
ภาคผนวก ช ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	115
ประวัติผู้เขียน	121

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงแผนการสอนรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1.....	9
3.1 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาสาระ จุดประสงค์ ปลายทาง : มีความรู้ ความเข้าใจ โครงสร้าง สัญลักษณ์ และหลักการทำงานของ ของเทคนิคต่าง ๆ.....	27
3.2 จำนวนแบบทดสอบตามความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	29
4.1 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน	37
ค.1 แสดงน้ำหนักความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างกับเนื้อหาวิชาอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด.....	83
ค.2 แสดงสัดส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด โดยแปลงคะแนนจาก 206 คะแนน เป็น 30 คะแนน (ทศนิยม).....	85
ค.3 แสดงสัดส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด โดยแปลงคะแนนจาก 206 คะแนน เป็น 30 คะแนน (ปัดเป็นจำนวนเต็ม).....	86
ค.4 กำหนดความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการออกแบบทดสอบ.....	87
จ.1 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา	96
จ.2 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	97
ฉ.1 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับจุดประสงค์และ ผลการวิเคราะห์	99
ฉ.2 แสดงค่าความยากง่าย (P).....	101
ฉ.3 อำนาจจำแนก (D)	102
ฉ.4 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาความแปรปรวน (เต็ม 30 คะแนน)	103
ฉ.5 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	105
ฉ.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) และ แบบทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่

หน้า

- ฉ.7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) และ
แบบทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย 108
- ฉ.8 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) และ
แบบทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ 109
- ฉ.9 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตาม
แผนการสอนและกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 111
- ฉ.10 แสดงการหาค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการ
สอนและกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 112

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	26
ข.1 แสดงการเปรียบเทียบการควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์และเฟด.....	67
ข.2 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเฟตชนิดเอ็นแชนแนล.....	69
ข.3 วงจรไบอัสเบื้องต้นของเฟตชนิดเอ็นแชนแนล.....	70
ข.4 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเฟตชนิดพีแชนแนล.....	71
ข.5 วงจรไบอัสเบื้องต้นของเฟตชนิดพีแชนแนล.....	72
ข.6 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของดีฟลิชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล.....	73
ข.7 วงจรไบอัสเบื้องต้นของดีฟลิชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล.....	74
ข.8 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของดีฟลิชั่นมอสเฟตชนิดพีแชนแนล.....	75
ข.9 วงจรไบอัสเบื้องต้นของดีฟลิชั่นมอสเฟตชนิดพีแชนแนล.....	76
ข.10 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล.....	77
ข.11 วงจรไบอัสเบื้องต้นของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล.....	78
ข.12 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแชนแนล.....	79
ข.13 วงจรไบอัสเบื้องต้นของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแชนแนล.....	80

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอิเล็กทรอนิกส์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นเครื่องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งล้วนแต่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการทำงานทั้งสิ้น ด้วยเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้เจริญก้าวหน้าไปมาก ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการผลิต ซึ่งปัจจุบันนี้มีขนาดเล็กมีหน่วยเป็นไมครอน ซึ่งเล็กมากระดับสายตาของคนปกติไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น ไซโดค การสอนเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการการทำงานของไซโดคมีอุปสรรคและทำให้ผู้เรียนเข้าใจยากในเวลาจำกัด เพราะผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นโครงสร้างและสถานะการทำงานภายในตัวไซโดคได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งเล็กมากเราไม่สามารถมองเห็น (ขงยุทธ สุทธิชาติ. 2544 : 1) และในปัจจุบันหลายๆ คนให้ความสนใจในการเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้น ฉะนั้นในการจัดระบบการเรียนการสอน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะ มีประสบการณ์ นำไปปฏิบัติงานในอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การที่ผู้เรียนจะมีทักษะที่ดีได้นั้น จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในด้านทฤษฎีก่อนจึงจะลงมือปฏิบัติได้ อันจะส่งผลให้เกิดทักษะ ความชำนาญในการปฏิบัติงาน ในวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 รหัสวิชา 21051008 เป็นวิชาที่กล่าวถึงโครงสร้าง หลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งตรงกับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่1 (ปวช.) พ.ศ. 2538 กำหนดให้ผู้เรียนวิชาประเภทอุตสาหกรรม แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ จะต้องเรียนวิชานี้ แต่การเรียนการสอนบางหน่วยต้องประสบปัญหาในการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสภาพความเป็นจริงผู้เรียนเข้าใจได้ยากมาก เนื่องจากไม่สามารถแยกโครงสร้างและหลักการทำงานภายในอุปกรณ์ได้อย่างชัดเจน แม้จะนำสื่อของจริงมาใช้ประกอบการสอนก็ตาม และในการสอนแต่ละรายวิชาจะต้องมีขอบเขตของเนื้อหาที่จะใช้เวลาในการสอนไม่น้อยเพียงใด จึงเป็นการยากมากที่จะให้ผู้เรียนเข้าใจถึงโครงสร้างและหลักการทำงานภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยขีดจำกัดด้านเวลา ยกตัวอย่าง เรื่องเฟต (FET) เฟตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่มาจากสารกึ่งตัวนำชนิดขั้วเดียว ซึ่งเฟตเป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำไปใช้ในวงจรต่างๆ ได้มากมาย เช่น เฟตสามารถต่อขยายสัญญาณแบบหลายภาคได้ดี ทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ มีขนาดเล็ก และมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงมากถึง 100 เมกะโอห์ม เป็นต้น

แต่ในการเรียนโครงสร้างและหลักการทำงานของเฟตเป็นไปได้อย่างที่ผู้เรียนจะเข้าใจและเรียนรู้ได้ในเวลาจำกัด เพราะผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นถึงโครงสร้าง และหลักการทำงานภายในตัวเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟตได้เป็นอย่างดีเป็นรูปธรรม ซึ่งเฟตจะทำงานได้นั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการแสดงด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากแรงดัน ดังนั้นเป็นการยากที่ผู้เรียนจะเข้าใจ ซึ่งผู้เรียนมองไม่เห็นหลักการดังกล่าว จึงต้องใช้จินตนาการสูง จากปัญหาในด้านการเรียนการสอน ผู้วิจัยพบว่าเกิดจากสาเหตุ 2 ประการคือ

ประการที่ 1 เนื้อหาวิชานี้ยุ่งยากและค่อนข้างซับซ้อน ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการสูง เพราะเป็นในรูปของนามธรรม ฉะนั้นเป็นการยากที่จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกัน เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการรับรู้ต่างกัน ทำให้เกิดความล่าช้าในการเรียนการสอน

ประการที่ 2 วิชาที่ยังขาดแคลนสื่อที่เหมาะสม ที่สามารถจำลองสถานการณ์ได้อย่างชัดเจน เช่น เฟต ทำงานโดยอาศัยหลักการควบคุมกระแสด้วยสนามไฟฟ้าที่เกิดจากแรงดัน ครอบคลุมให้นักศึกษาฟังว่ามีกระแสไหลผ่านขาคัด ซึ่งนักศึกษามองไม่เห็นจึงเป็นการยากที่ผู้เรียนจะเข้าใจตรงกัน ประกอบด้วยรายการสอนหน่วยนี้ทำการสอนเฉพาะทฤษฎี จึงใช้วิธีการบรรยาย ผู้สอนเป็นผู้มีกิจกรรมหลักในการเรียน ผู้สอนเป็นผู้บอก อธิบายให้แก่ผู้เรียนโดยผู้เรียนเป็นฝ่ายรับฝ่ายเดียว ไม่ได้ฝึกปฏิบัติทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างคนเรียนเก่ง กับคนที่เรียนอ่อน

จากปัญหาลึก 2 ประการผู้วิจัยได้นำปัญหามาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น ก็คือใช้สื่อเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างและหลักการทำงานของเฟตได้ง่ายขึ้น สามารถเสนอเนื้อหาอย่างๆ ให้แก่ผู้เรียนในรูปของข้อความที่เป็นตัวอักษรต่างๆ ภาพกราฟฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบ และให้ผู้เรียนตอบคำถามได้ นอกจากนี้ยังช่วยสร้างความเข้าใจให้ตรงกัน ขจัดความสับสนให้แก่ผู้เรียน (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 187)

จากปัญหาเหล่านี้ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของการเรียนวิชา ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟต ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเป็นสื่อในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการของตัวเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดการเรียนรู้อย่างถูกต้องในเนื้อหาที่ซับซ้อน และทำให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเองอย่างสม่ำเสมอได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใน วิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟต

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนตามแผนการสอน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ประเภท วิชาช่างอุตสาหกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด

การสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยยึดขั้นตอนการออกแบบบทเรียน CAI ที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน Robert Gagne' ซึ่งมีกระบวนการ 9 ขั้นตอน (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535 : 42 - 48) คือ

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention) เพื่อกระตุ้นและจูงใจผู้เรียนให้เกิดความสนใจเรียน
2. การบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้า
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) เป็นการใช่วิธีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ ก็ได้ เช่น พุดคุย ซักถาม แบบทดสอบ เป็นต้น
4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การเสนอเนื้อหาของการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์
5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่
6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรมต่างๆ ใน การเรียนการสอน
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการได้รับความสนใจแก่ผู้เรียน
8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินการเรียนของผู้เรียน
9. การจำแนกและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) เป็นการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนและสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ได้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. เนื้อหาที่นำมาทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นไปตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2538 วิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 รหัสวิชา 21051008 สำหรับนักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
2. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวนประมาณ 60 คน
3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2545 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน
4. ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วย
 1. ตัวแปรต้น แบ่งออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีเรียนตามแผนการสอน เรื่อง เฟด
 2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เฟด

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีจำนวน 20 คนเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
2. การเรียนรู้เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องปราศจากการชี้แนะจากครูผู้สอนขณะทำการศึกษา
3. ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นโปรแกรม Authoring
4. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถของเครื่อง ดังนี้
 - หน่วยความจำตั้งแต่ 16 MB ขึ้นไป
 - ฮาร์ดดิสก์ที่มีขนาดความจุ 1.2 GB ขึ้นไป
 - ติดตั้ง CD ROM drive ที่มีความเร็วในการอ่านข้อมูล 20X ขึ้นไป
 - จอภาพแบบ VGA หรือ super VGA แสดงสีที่ 256 สีขึ้นไป
 - ติดตั้งการ์ดเสียงและลำโพง

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. เฟต (Field Effect Transistor : FET) หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งผลิตจากสารกึ่งตัวนำนิยมใช้ในวงจรขยายสัญญาณเพราะมีข้อดีหลายประการ

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction : CAI) หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่บรรจุไว้ในไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นการลำดับประสบการณ์ที่ได้จัดไว้สำหรับผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยยึดหลักทางจิตวิทยาระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง และผู้เรียนสามารถรู้ถึงการพัฒนาของตนเองทันที

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผลระหว่างเรียนและหลังเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต

4. แบบประเมิน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต จากผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ด้าน คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5. นักเรียนหรือผู้เรียน หมายถึง ผู้ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 (ปวช.)

6. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความสามารถของบทเรียนที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ คือระดับเกณฑ์ 80 : 80 และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการทดสอบระหว่างเรียนและการทดสอบหลังเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟต

80 : 80 หมายถึง เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ถูกต้อง

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ถูกต้อง

7. การเรียนตามแผนการสอน หมายถึง การสอนที่ครูเป็นผู้ดำเนินการสอน โดยยึดแนวการสอนตามคู่มือครูวิชา ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟต โดยดำเนินการสอนตามวิธีที่เคยใช้ปกติคือ การบรรยาย การอภิปราย และใช้อุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

8. กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเฟต ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538
- 2.2 หลักสูตรวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 รหัส 21051008
- 2.3 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา

2.1.1 หลักการ

1. เป็นหลักสูตรช่างฝีมือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อพัฒนากำลังคนให้มีความชำนาญเฉพาะด้าน มีคุณธรรม บุคลิกภาพ และเจตคติที่เหมาะสมออกไปประกอบอาชีพ ได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคมทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติเป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เด็กเรียนได้อย่างกว้างขวาง เพื่อเน้นความชำนาญเฉพาะด้าน และเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพ และโอกาสของผู้เรียน สามารถถ่ายโอนผลการเรียนและสะสมการเรียนเทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระได้

2. เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน

3. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชน และท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้ตรงตามความต้องการ สอดคล้องกับสภาพของชุมชนและท้องถิ่นนั้นๆ

2.1.2 จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์นำไปปฏิบัติในอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเลือกวิธีการดำรงชีวิต และประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน เพื่อสร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน และประเทศชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีทักษะในการจัดการ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียน เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพสามารถสร้างอาชีพและพัฒนาให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ
3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจ และภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของคนและผู้อื่น
4. เพื่อให้เป็นพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่น และประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี
5. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยสมบูรณ์เหมาะสมกับงานอาชีพนั้นๆ
6. เพื่อให้มีความตระหนัก มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและของโลกปัจจุบัน มีความรักชาติ ตำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

2.1.3 โครงสร้าง

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 แบ่งเป็น 3 หมวด วิชาและกิจกรรมดังนี้คือ

1. หมวดวิชาชีพพื้นฐาน
2. หมวดวิชาชีพ
3. วิชาชีพพื้นฐาน
4. วิชาชีพเฉพาะ
5. วิชาชีพเลือก
6. การฝึกงาน หรือการทำโครงงาน หรือการทำโครงการวิชาชีพ
7. หมวดวิชาเลือกเสรี
8. กิจกรรม

จำนวนหน่วยกิตและรายวิชาของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตร ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชา และสาขาวิชา

2.2 หลักสูตรวิชา ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 รหัสวิชา 21051008

จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชา ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 รหัสวิชา 21051008 เป็นวิชาชีพเฉพาะสำหรับนักศึกษาชั้น

ปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม เป็นภาคทฤษฎีความยาวของภาคทฤษฎีคือ 2 คาบ / สัปดาห์ เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์การค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาบละ 50 นาทีเรียนประมาณ 16–18 สัปดาห์รวม 32–36 คาบ / ภาคเรียน คิดเป็นจำนวน 2 หน่วยกิต ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

2.2.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา โครงสร้างอะตอม สารกึ่งตัวนำชนิดพี ชนิดเอ็น โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณลักษณะทางไฟฟ้า การวัดและทดสอบอุปกรณ์โวลิตสแตตต่างๆ เช่น ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต และไอ ซี ออปแอมป์เบื้องต้น การศึกษาการทำงานของวงจรเบื้องต้น เช่น วงจรคอมมอนแบบต่างๆ ของทรานซิสเตอร์ เฟต การให้ไบอัส วงจรขยาย และการคัปปลิง เช่น แคคเคด ดาร์ลิงตัน กราฟแสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้า ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ การใช้คู่มือของอุปกรณ์ต่างๆ

2.2.2 จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจโครงสร้าง หลักการทำงาน คุณลักษณะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการนำวงจรเบื้องต้นของอุปกรณ์ต่างๆ ไปใช้งาน

จากคำอธิบายรายวิชาสามารถแยกเป็นหน่วยการเรียนรู้วิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 ดังนี้

หน่วยที่ 1 โครงสร้างของอะตอม

หน่วยที่ 2 สารกึ่งตัวนำ

หน่วยที่ 3 ไดโอด

หน่วยที่ 4 ทรานซิสเตอร์

หน่วยที่ 5 เฟต

หน่วยที่ 6 ออปแอมป์เบื้องต้น

สำหรับเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้คัดมาเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นเนื้อหาที่อยู่ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เฟต ในวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยใช้เวลาในการเรียน 2 คาบ คาบละ 50 นาที มาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยประกอบด้วยเนื้อหาต่างๆ ดังนี้

1.1 ความหมาย โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของเฟต

1.2 ชนิดและประเภทของเฟต

1.3 เจเฟตชนิดเอ็นแชนแนล

1.4 เจเฟตชนิดพีแชนแนล

1.5 ดีพลีชันมอสเฟตชนิดพี – เอ็นแชนแนล

1.6 เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพี – เอ็นแชนแนล

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงแผนการสอนรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1

ลำดับที่	เนื้อหาที่สอน	ทฤษฎี / คาบ	ปฏิบัติ / คาบ
1	บทนำ	2	-
2	โครงสร้างอะตอม	2	-
3	สารกึ่งตัวนำ	2	-
4	ไดโอด	2	-
5	วงจรใช้งานไดโอด	2	-
6	สอบย่อ	2	-
7	ซีเนอร์ไดโอด	2	-
8	ไดโอดเปล่งแสง	2	-
9	วาริแคปไดโอดและโฟโต้ไดโอด	2	-
10	โซลาร์เซลล์และแอลอีดี	2	-
11	สอบกกลางภาค	-	-
12	ทรานซิสเตอร์	2	-
13	วงจรพื้นฐานของทรานซิสเตอร์	2	-
14	วงจรไบอัสทรานซิสเตอร์	2	-
15	เฟต	2	-
16	การต่อคอมมอนต่างๆของเฟต	2	-
17	ไอซีออปแอมป์เบื้องต้น	2	-
18	สอบลายภาคเรียน	-	-
รวม		32	-

ซึ่งหลังจากศึกษาหน่วยนี้แล้ว นักเรียนสามารถทำตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมต่อไปนี้ได้

1. อธิบายความหมายของเฟตได้
2. อธิบายโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเฟตแบบต่างๆ ได้
3. อธิบายการทำงานของเฟตชนิดเอ็นแชนแนลและพีแชนแนลได้
4. อธิบายการทำงานของดีฟิชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนลและพีแชนแนลได้
5. อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมมมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนลและพีแชนแนลได้

2.3 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความหมาย

นักวิชาการหลายๆ ท่านได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

ยี่น กุ์วรวรรณ (2531 : 3) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเสนอเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มานำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน ปัจจุบันมีการใช้คำย่อของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในภาษาอังกฤษหลายคำ เช่น

CAE = Computer - Administered Education

CAI = Computer - Assisted Instruction

CAT = Computer - Aided Teaching

CAE = Computer - Assisted Education

CAL = Computer - Assisted Learning

คำที่นิยมใช้กันมากเห็นจะได้แก่ CAI = Computer - Assisted Instruction และ

CAL = Computer - Assisted Learning

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 168) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ไว้ว่า คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน

ถนอมพร ดันพิพัฒน์ (2539 : 3) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอน โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันจะพบว่ามีสื่อประสมหรือมัลติมีเดีย (Multimedia) เข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหา (สื่อประสมคือ การผสมผสานสื่อหลายๆ ชนิด เช่น ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ เข้าด้วยกัน) ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการนำเสนอเนื้อหาของ CAI ได้มากทำให้ CAI ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้น

วชิระ อินทร์อุดม (2539 : 1) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอน ร่วมกับบทเรียนที่ได้ผ่านกระบวนการสร้างและพิจารณาแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งมักจะเรียกกันว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีเนื้อหา หรือสารสนเทศ มีแบบฝึกหัดการทดสอบและการให้ข้อมูลป้อนกลับให้ผู้เรียนได้ตอบสนองต่อบทเรียนเนื้อหาวิชาที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์อาจจะเป็นตัวอักษร รูปภาพ กราฟฟิก เสียง หรือทั้งภาพและเสียงประกอบกัน ตลอดจนอาจใช้สื่ออื่นร่วมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเล่นวีดิทัศน์แบบแผ่น (Vidco disc player) เครื่องเล่นแผ่นซีดี (CD-ROM player) และหรือระบบสื่อประสม (Multimedia System) เป็นต้น

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2541 : 52) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction: CAI) หมายถึง วิธีการสอนที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

Spencer (1977 : 50) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคลโดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่นักเรียนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

Prenis (1977 : 20) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนรู้รายวิชา ไปทีละขั้นตอนโดยในขณะที่มีการเรียนการสอนเกิดขึ้นอยู่จะมีการตอบสนองของนักเรียน โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามให้ คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้ หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้นักเรียนได้

Sipplo (1981 : 77) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การประยุกต์คอมพิวเตอร์ซึ่งได้ถูกนำมาช่วยในการเรียนของนักเรียน การประยุกต์นี้เป็นการโต้ตอบระหว่างนักเรียนและขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์ซึ่งจะสามารถบอกที่บกพร่องของนักเรียนได้เมื่อกระทำผิดพลาด

Alessi and Trollip (1985 : 31) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการสอนที่ประกอบด้วย การสอนเนื้อหา การให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝน และมีการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการผสมผสานของกิจกรรม

ดังนั้นพอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเรียนการสอน หรือสร้างบทเรียนที่ทำให้มีการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และสามารถตอบสนองต่อข้อมูล ที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันทีทันใด ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้

2.3.2 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วๆ ไปจะมีลักษณะการเรียนการสอนเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้ (วสันต์ อดิศักดิ์. 2530 ก : 19 – 21 : วสันต์ อดิศักดิ์. 2530 ข : 77 - 80)

ก. ชำนาญเข้าสู่บทเรียน จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน และบอกวัตถุประสงค์ของการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจ ไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือผสมผสานหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความ

สนใจเข้าดูบทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการ (Menu) ให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตัวเอง

ข. ขั้นเสนอเนื้อหา คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะเสนอเนื้อหาที่ออกมาเป็นกรอบ โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตัวอักษร ภาพ เสียงต่างๆ ตลอดจนกราฟฟิก และภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อสร้างความสนใจในการเรียนการสอน และสร้างความเข้าใจในในความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีสรรค์การโยงไปมาระหว่างกรอบต่างๆ แต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาที่ละเอียดขึ้นโดยเริ่มจากง่ายไปหายากเรียงลำดับไปเรื่อยๆ ผู้เรียนอาจจะควบคุมความเร็วในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้เรียนรู้มากที่สุดตามความสามารถของตนเอง และมีการชี้แนะ (Prompting Cues) เพื่อจัดเนื้อหาสำหรับช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

ค. ขั้นคำถามและคำตอบ หลังจากเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อจะวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องที่เรียนผ่านมากี่จะมีการทบทวน โดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น คำถามแบบเลือกตอบ แบบเลือกผิด แบบถูกผิด แบบจับคู่ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนใจกว่าแบบทดสอบธรรมดา และผู้เรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์ นอกจากนี้แล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ ถ้าผู้เรียนตอบไม่ได้ตามเวลาที่ตั้งไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอความช่วยเหลือได้

ง. ขั้นตอบคำถาม เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียนคอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบ และแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจจะออกมาในรูปของข้อความ กราฟฟิกหรือเสียง ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจบอกใบ้หรือเพิ่มส่วนซ่อมเสริมเนื้อหา แล้วให้คำตอบใหม่ และเมื่อตอบได้ถูกต้องจึงกล่าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไปซึ่งจะหมุนเป็นวงจรรออยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้น

จ. ขั้นปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียนโดยให้ทำแบบทดสอบ ซึ่งมีจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถหุ้มข้อสอบออกมาจากคลังที่สร้างไว้ และเสนอผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่เหมือนกัน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการทำในครั้งแรก หรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อทำแบบทดสอบแล้วผู้เรียนจะได้ทราบคะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียนเป็นต้น

2.3.3 องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอยู่ 3 ระดับ (วัชรระ อินทร์อุดม, 2539 : 2) คือ

1. บริบท เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดและกว้างที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบระดับสูงสุดที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวแปรต่างๆ ที่มีอยู่และเกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนตัวแปรเหล่านี้ ได้แก่

1.1 สภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน

1.2 การจัดกลุ่มผู้เรียน

1.3 การผสมผสานการสอนในรูปแบบต่างๆ

1.4 ปรัชญาของผู้ออกแบบการสอน

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการสอน

2. ยุทธศาสตร์ หมายถึง เทคนิคการสอนที่ใช้ในการสนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การสร้างความสนใจ การเลือกการรับรู้ การให้ข้อมูลป้อนกลับแบบต่างๆ การสอดแทรกคำถาม การให้ตัวอย่าง การสรุป การจัดลำดับความคิดก่อนเรียน การใช้สิ่งช่วยจัดมโนภาพ การอุปมา การเปรียบเทียบ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ต่างก็เป็นยุทธศาสตร์ ที่จะก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน คอมพิวเตอร์ การพิจารณายุทธศาสตร์เหล่านั้นอย่างละเอียดจะช่วยให้ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถกำหนดยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมได้

3. ลักษณะที่สามารถเลือกได้เป็นองค์ประกอบสุดท้ายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่รวมเอาความสามารถทางเทคนิคที่เหมาะสมของคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการเรียนการสอนซึ่งลักษณะดังกล่าวจะต้องใช้ความสามารถ เพื่อเพิ่มและสนับสนุนยุทธศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วได้อย่างดี เช่น การใช้เสียง การกระพริบ การกลับพื้นสีระหว่างตัวหนังสือและจอภาพ การใช้กราฟฟิก การใช้ภาพเคลื่อนไหว การควบคุมบทเรียนโดยผู้เรียนและการเปิดหน้าย้อนกลับ ซึ่งลักษณะเหล่านี้สามารถใช้หลายๆ อย่างร่วมกันได้

2.4 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้อาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองแก่ผู้เรียนให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 168)

ไพโรจน์ ติรณนากุล ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อที่จะทราบรายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างบทเรียนทั้งหมดเป็นอย่างไร ใช้เวลาสอบปกตินานเท่าใด ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้มากขนาดไหน ความพร้อมทางด้านอื่นๆ ของผู้เรียนมีอะไรบ้าง นอกจากนี้ยังต้องมีการศึกษาประสบการณ์สอนของตนเองและของคนอื่นๆ เพื่อนำมาประกอบการใช้บทเรียนโปรแกรมและใช้ในการวางแผนต่อไป

2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้สร้างบทเรียนจะต้องเขียนขึ้นเองการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น จะต้องเขียนให้ถี่ถ้วนทุกๆ วัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวิชานั้นๆ

3. เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนคำถามนำร่อง นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นมาเรียงลำดับ และมีการกำหนดคำถามเพื่อการนำร่องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนที่สมบูรณ์ต่อไป

4. วิเคราะห์เนื้อหาจัดเป็นแผนภูมิช่วยงานโดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องที่จัดไว้มาประกอบการวิเคราะห์จัดเรียบเรียงเนื้อหาให้อยู่ในระบบความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันและเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดการเขียนเนื้อหาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปแผนภูมิช่วยงานที่สมบูรณ์แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่างๆ อย่างสมบูรณ์

5. จัดแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อย เนื่องจากการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นการเรียนรายบุคคล ไม่มีครูสอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย โดยที่แต่ละหน่วยผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดความสับสนและผู้เรียนสามารถติดตามต่อไปอย่างต่อเนื่อง

6. การสร้างข้อความแต่ละกรอบตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้นั้นข้อความเหล่านั้นต้องกระจัดรัดเป็นประโยคที่ง่ายต่อการเข้าใจข้อความในแต่ละกรอบต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบโดยที่หน่วยย่อยหรือแต่ละมโนคติ ต้องประกอบด้วยกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้ในเรื่องที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

- กรอบหลัก (Set Frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ในเรื่องที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน
- กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัด หลังจากได้รับข้อมูลจากกรอบหลัก
- กรอบรองส่งท้าย (Sub-terminal Frame) เป็นกรอบที่เขียนก่อนถึงกรอบส่งท้ายเพื่อแก้ไขการเข้าใจผิดหรือที่ตอบผิดต่างๆ ก่อนจะไปสู่กรอบส่งท้ายเป็นกรอบที่จะเสริมกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น แต่บางครั้งอาจข้ามกรอบนี้ไปเลยก็ได้
- กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบทดสอบโดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

7. เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นเมื่อเขียนเสร็จแล้วต้องบรรจุลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องมีการแปลงรหัสเพื่อควบคุมการทำงานอีกทีหนึ่ง โดยเฉพาะที่เป็นบทเรียนแบบ Generative แต่ถ้าเป็นแบบ Authoring –System ผู้สร้างก็ไม่ต้องกังวลเรื่องการสร้างรหัสควบคุม เพราะในบทเรียนแบบนี้ได้สร้างโปรแกรมควบคุมไว้อย่างดีแล้ว

8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนนี้จะต้องปฏิบัติตามข้อ

กำหนดของโปรแกรมนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากมีการป้อนบทเรียนโปรแกรมหรือข้อมูลต่างๆ เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วจะต้องมีการตรวจสอบความเรียบร้อยของการทำงานของโปรแกรมและแก้ไขปรับปรุงให้เรียบร้อย

10. ทำการทดสอบบทเรียน เมื่อสร้างบทเรียนเสร็จแล้วจะต้องมีการนำบทเรียนไปทดสอบกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายตามที่ต้องการ

11. ทดสอบใช้ตามสถานการณ์จริง หลังจากที่มีการทดสอบหาประสิทธิภาพและมีการปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำบทเรียนโปรแกรมที่สร้างไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามที่ต้องการ

12. การติดตามผลการเรียน เมื่อมีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้แล้วจะต้องมีการติดตามผลเพื่อที่จะได้ทราบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมานั้นใช้ได้คุ้มค่ามากน้อยเพียงใดและมีข้อบกพร่องอะไรหรือไม่ เพื่อจะได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขและเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในเนื้อหาวิชาอื่นต่อไป

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Robert Gagne' นั้นมีอยู่ทั้งหมด 9 ขั้นตอน (อานวย เดชชัยศรี. 2542 : 116 – 117)

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention) เป็นการสร้างบทเริ่มต้นของกิจกรรมที่เรียนนั่นเอง โดยผู้เรียนสนใจเนื้อหาบนจอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) จะช่วยให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและรู้เค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนโดยผู้เรียนจะสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) ไม่จำเป็นต้องทำแบบทดสอบเสมอไป แต่จะใช้วิธีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ ก็ได้ เช่น พูดยุข ชักถาม เป็นต้น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) เป็นการเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดสั้นๆ ง่ายๆ ได้ใจความชัดเจน จะเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การอาศัยภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูดหรืออ่านเพียงอย่างเดียว

5. การชี้แนวทางในการเรียนรู้ (Guide Learning) หน้าที่ของผู้ออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพยายามใช้เทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาโดยเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) หลายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ต่างก็มีความสอดคล้องในลักษณะสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ในแง่ของการเรียน ผู้เรียนควรมีโอกาสร่วมคิดและร่วมกันฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการช่วยสร้างความสนใจและเป็นการบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่จุดไหน ห่างจากเป้าหมายเพียงใด

8. มีการทดสอบความรู้ (Assess Performance) จะเห็นการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน ช่วงท้ายบทเรียน เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อวัดค่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเท่าใด เพื่อจะได้เตรียมตัวในโอกาสต่อไป

9. การจำแนกและการนำไปใช้ (Promote Retention) เป็นขั้นตอนของการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน

2.5 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะมีราคาแพงแต่เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือและอุปกรณ์การศึกษาอื่นๆ แต่ถ้าคอมพิวเตอร์นำมาใช้อย่างมีระบบแบบแผนที่ดี เราก็สามารถใช้คอมพิวเตอร์อย่างคุ้มค่าที่ได้ลงทุนไป การใช้คอมพิวเตอร์จะเกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนดังนี้ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2540 : 7)

2.5.1 คอมพิวเตอร์มีประโยชน์ในการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เปรียบเสมือนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมนั่นเอง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของจิตวิทยาในการเรียนรู้ในด้านการเสริมแรงอีกด้วย

2.5.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านความคิดรวบยอด (Concept) ได้ดี ความคิดรวบยอดของบางเรื่องอาจเข้าใจยาก การใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นจะต้องใช้อย่างพิถีพิถันจะช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปได้ง่าย

2.5.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านทักษะได้ดี เช่น การจำลองสถานการณ์ เพื่อฝึกทักษะ การคิดแก้ปัญหา การฝึกทักษะคณิตศาสตร์ ฝึกทักษะการอ่าน การเขียนทางภาษา การทำแบบฝึกหัดซ้ำๆ เป็นต้น

2.5.4 คอมพิวเตอร์สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้ด้วยแสง สี และภาพ รวมถึงการออกแบบโปรแกรมที่เร้าใจให้ติดตามอีกด้วย

2.5.5 คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคิดคำนวณได้รวดเร็วและแม่นยำ ช่วยให้ผู้เรียนคณิตศาสตร์ได้รวดเร็วและถูกต้องยิ่งขึ้น

2.5.6 คอมพิวเตอร์สามารถจัดแผนการสอนได้ดี ด้วยการสอนที่ผู้สอนสร้างโปรแกรมที่มีขั้นตอนและระบบที่ดี เช่น มีการตั้งจุดมุ่งหมาย สอนเนื้อหา ทำการทดสอบและมีผลย้อนกลับ นอกจากนั้นคอมพิวเตอร์ยังสามารถเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียน วิเคราะห์ผลและเสนอผลการประเมินนั้นๆ ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2537:123-124) ได้สรุปข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นข้อๆ ดังนี้

1. ได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนเร็วก็ไม่ต้องรอคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย ราคาถูก ส่วนผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบกับปัญหาตามบทเรียนไม่ทัน ไม่วิตกต่อความรู้สึกของคนอื่น จึงมีความสบายใจในการเรียน

2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ตนต้องการไม่จำเป็นต้องกำหนดเวลาตายตัว

3. ในบทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับความต้องการ หรือสอดคล้องกับระดับความสามารถของตน คอมพิวเตอร์จะจดจำคำตอบของผู้เรียน ให้คะแนนคำตอบ แล้วจัดให้ได้เรียนบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียน

4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับ (Feedback) ทันทีเป็นการเพิ่มความเข้าใจในการเรียน

5. สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลายๆ เทคนิคพร้อมกัน เช่นการแสดงด้วยเส้นกราฟฟิกดนตรี การใช้สี การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียงและการพูดตอบโต้กับผู้เรียน

6. สามารถกระทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ได้คำนวณ ได้อย่างแม่นยำจึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง

7. เหมาะสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้นๆ ของการฝึกทักษะนั้น เช่น การควบคุมจราจร การขับเครื่องบิน

8. เหมาะที่สุดสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง เช่น สภาวะไร้น้ำหนัก ความเฉื่อย เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้การจำลองสถานการณ์

9. คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีการแสดงอาการเบื่อหน่าย

10. แก้ปัญหาขาดแคลนครู : CAI เป็นรูปแบบของการเรียนการสอนที่พร้อมจะทำงานอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา ถ้าจะเปรียบเทียบครูจะได้เปรียบในข้อที่ว่า CAI ไม่มีข้อจำกัดทางอารมณ์ไม่เคยเหนื่อย ไม่อารมณ์เสียกับผู้เรียน ในขณะที่ครูยังมีอารมณ์และความระอา ซึ่งอาจส่งผลต่อการสอนได้ในที่สุด (ถนอมพร ดันพิพัฒน์. 2539 : 8)

11. ปัญหาการขาดแคลนครู ในโลกปัจจุบันที่เวลาเป็นของที่มีค่ายิ่งสำหรับทุกคน ถือเป็นรูปแบบของการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากวิธีหนึ่ง จากงานวิจัยหลายชิ้นในสหรัฐอเมริกาพบว่า นักเรียนใช้ CAI ช่วยสอนจะใช้เวลาเพียงสองในสามของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีที่สอนตามปกติ

ปรีชา จุลชัยวรกุล (2538 : 14) ได้รวบรวมคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนการสอนดังนี้

1. เป็นการลดปัญหาในชั้นเรียน ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนเอง เนื่องจากผู้เรียนมีพื้นฐานการเรียนรู้ที่ต่างกัน และระดับพื้นฐานการศึกษาที่ต่างกัน ผู้สอนจะได้มีเวลาว่างพอที่จะแนะนำและกวดวิชาการเรียนได้มากยิ่งขึ้นเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เป็นวิธีการสอนที่ดีกว่าหลายๆ วิธีในการเรียนการสอนปกติ และจัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนที่ดีเพราะสามารถสาธิตหรือแสดงในสิ่งที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนได้ดีกว่าสื่อชนิดอื่นๆ

3. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนทำให้การสอนมีคุณภาพและมาตรฐานเดียวกันตลอดเวลา ถึงแม้จะต่างเวลาและต่างสถานที่กันก็ตาม เป็นการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคลที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในสภาพปัจจุบัน เมื่อคำนึงถึงมาตรฐานเป็นเกณฑ์

4. สามารถให้แรงเสริม (Reinforcement) ได้อย่างรวดเร็วตรงไปตรงมา ด้วยความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้รับรู้และได้ตอบกับคอมพิวเตอร์ในบทเรียนนั้นๆ ด้วยความสนุกสนาน ดิ้นเด่นตลอดเวลา ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5. ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน ลดความจำเป็นในการใช้ผู้สอนที่ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญเฉพาะอย่าง ลดความจำเป็นในการเสี่ยงอันตรายในการทดลองที่จะเกิดอันตรายได้ง่าย

6. เป็นการพัฒนา โปรแกรมที่ใช้ในการเรียนการสอนการวางแผนหลักสูตร การประเมินผลการเรียนการสอน

7. ให้ความสะดวกต่อผู้เรียนให้มีสิทธิเลือกเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน

8. ผู้เรียนสามารถรับรู้ผลการเรียนของตนเองได้ด้วยตนเองตลอดเวลาที่เรียนกับคอมพิวเตอร์

9. เป็นการเปิดโอกาสให้กับผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกเนื้อหาที่ตนเองต้องการเรียนรู้และเลือกรูปแบบโปรแกรมที่ตนเองถนัดและต้องการ

10. เป็นการนำเสนอบทเรียนที่มีประสิทธิภาพให้มีการเรียนรู้ที่ละน้อยจากง่ายไปหายาก และผู้เรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างจริงจัง เพราะไม่สามารถเปิดไปดูคำเฉลยล่วงหน้าก่อนได้

11. เป็นการเสนอบทเรียนลักษณะการสอนซ่อมเสริมได้ตลอดเวลาเพราะเมื่อผู้เรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดหรือข้อทดสอบได้ผ่านเกณฑ์ที่โปรแกรมกำหนดไว้ คอมพิวเตอร์ก็จะนำเสนอบทเรียนซ้ำอีก หรือเสนอบทเรียนในลักษณะอื่นที่กำหนดไว้ในโปรแกรมจนกว่าผู้เรียนจะเรียนรู้จนผ่านจุดประสงค์ในแต่ละจุดประสงค์นั้นๆ

2.5.8 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สำหรับโปรแกรมที่ผู้วิจัยใช้สร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ โปรแกรม Authorware เพราะโปรแกรม Authorware สามารถทำภาพเคลื่อนไหว และเขียนโปรแกรมทำการโต้ตอบกับผู้เรียนได้ง่ายผู้วิจัยได้ค้นคว้าเนื้อหาเกี่ยวกับโปรแกรม Authorware ซึ่งมีเนื้อหาดังนี้ (ธีรพงศ์ อ่อนอก. 2541 : 1)

โปรแกรม Authorware คืออะไร โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน ที่มีความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้ โดยเฉพาะโปรแกรมด้านการเรียนการสอนการฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์ รวมทั้งมีความสามารถในด้านมัลติมีเดีย ทำให้สามารถนำไปพัฒนาโปรแกรมที่เป็นมัลติมีเดียได้เป็นอย่างดี การพัฒนาโปรแกรม Authorware จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า Objected Interface ซึ่งเป็นการใช้สัญลักษณ์แทนคำสั่ง ทำให้การใช้งานโปรแกรม Authorware มีความสะดวกและง่าย นอกจากนี้ภายในโปรแกรม Authorware ยังมีตัวแปรและฟังก์ชันให้กับผู้พัฒนาอย่างสมบูรณ์ จึงสามารถจัดสร้างและพัฒนาโปรแกรมได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง

วิธีการพัฒนาโปรแกรม ลักษณะการทำงานของ โปรแกรม Authorware จะประกอบด้วย ไอคอนที่เรียงลงบนเส้นโฟลว์งาน (Flowline) ซึ่งเป็นการกำหนด Logic ในการทำงานของโปรแกรมนั้นเอง นอกจากนี้ยังมีคำสั่งที่เป็นเมนูเพื่อกำหนดรายละเอียดของการทำงานอีกด้วย เช่น ขนาด รูปแบบ ขนาดจอแสดงผล สามารถเลือกลักษณะการทำงานของโปรแกรมว่าจะให้ทำต่อจากที่ค้างไว้ หรือเริ่มต้นใหม่ นอกจากนี้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถใช้คำสั่ง Try จากเมนูหลักในการทดสอบและแก้ไขโปรแกรมส่วนต่างๆ หรือจะเลือกทดสอบแต่ละส่วนก็ได้

2.5.9 เทคนิคการออกแบบโปรแกรม

ซึ่งในการออกแบบโปรแกรมนั้นมีข้อแนะนำดังนี้คือ (ธีรพงศ์ อ่อนอก. 2541 : 16)

1. ออกแบบจอภาพให้สะอาดและชัดเจน เมื่อผู้ใช้ โปรแกรม Authorware ส่วนใหญ่มักจะพยายามที่จะใส่ Object ไว้ใน Presentation Windows มากเกินไปในแต่ละครั้ง จอภาพที่วุ่นๆ มักจะมีประสิทธิภาพในการเน้นสิ่งที่ต้องการจะนำเสนอมากกว่าจอที่เต็มไปด้วยเส้น คำอธิบายหรือเครื่องหมายอื่นๆ ใส่ข้อความเท่าที่จำเป็นในการสาธิตนั้น การแสดงให้ดูจะได้ผลดีกว่าการเล่าให้ฟังจากการศึกษาพบว่าผู้คนโดยทั่วไปมักจะไม่สนใจและเข้าใจข้อความจำนวนมากที่แสดงบนจอภาพ เหมือนกับเป็นหนังสือแทนที่จะสร้างข้อความจำนวนมาก ควรเปลี่ยนให้ผู้ใช้งานโต้ตอบกับโปรแกรมแทน

2. รักษาหัวข้อเรื่องไว้ โปรแกรมประยุกต์บางตัวจะมีการลบจอค่อนข้างบ่อยทุกครั้งที่มีการนำเสนอข้อมูลใหม่ก็จะลบข้อมูลเดิมทุกครั้ง ซึ่งในขณะที่วิธีการนี้จะทำให้จอภาพสะอาดและเข้าใจง่าย ในขณะเดียวกันก็มีผลเสียในเรื่องของ User Interface เมื่อจอภาพแสดงข้อมูลใหม่ผู้ใช้งานก็ต้องปรับตัวใหม่ทุกครั้งจนอาจจะเกิดความสับสนว่าจะมีการติดต่อกับ Display ได้อย่างไร และจะกลับไปจอภาพก่อนหน้านี้ได้อย่างไร แทนที่จะลบจอภาพทั้งหมดคุณอาจจะรักษาข้อมูลบางส่วนไว้บนจออย่างเช่น หัวข้อเรื่อง (Option key) หรือ Pushbutton ที่จำเป็น เพื่อที่ผู้ใช้จะได้ทราบว่าข้อมูลที่สำคัญนั้นๆ ได้ที่ไหน และมี Option อะไรบ้าง

3. ให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุมโปรแกรมให้คิดว่าตนเองเป็นผู้จัดการสภาพแวดล้อมให้กับผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรมนั้นเป็นผลสรุปจากประสบการณ์การเรียนรู้ ดังนั้นควรปล่อยให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุมโปรแกรมด้วยตนเอง ให้เขาเลือกเนื้อหา คำอธิบายศัพท์หรือค้นข้อมูลที่ต้องการด้วยตนเองสิ่งที่จะต้องระวังก็คือ อย่าออกแบบโปรแกรมให้ซับซ้อนจนเกินไปจนทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนได้ ควรนำเสนอผู้ใช้งาน และให้ใช้เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับแก้ปัญหา นั้น โปรแกรมประยุกต์บางตัวมีความจำเป็นต้องมีการนำเสนออย่างตรงไปตรงมา แต่โดยปกติแล้ว การนำเสนอแบบนี้จะไม่ค่อยให้ประโยชน์ต่อผู้ใช้ในแง่ของการวัดความก้าวหน้าของการเรียนรู้ ไม่สามารถที่จะตัดสินใจได้ว่ายังมีสิ่งอื่นอีกหรือไม่ที่จะต้องทำต่อไป หรือไม่สามารถประเมินผลอื่นๆ ได้

4. ใช้ Special Effect ให้มีประสิทธิภาพใน Authorware นั้นมีความสามารถในการทำ Special Effect ให้กับ Display หรือจะใช้ในการลบข้อมูลหรือ Animation Effect เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการนำเสนอข้อมูล ซึ่งความสามารถนี้อาจจะมีความสำคัญแต่ในขณะเดียวกันก็อาจจะไปลดความสนใจของผู้ใช้ ถ้าหากว่าใช้มากเกินไปควรใช้ Special Effect เท่าที่จำเป็นกับข้อมูลที่คุณต้องการสื่อออกไปหรือใช้อย่างสม่ำเสมอโดยไม่มีรูปแบบที่หลากหลายมากนัก

5. สร้างโปรแกรมประยุกต์ให้ใช้งานได้ง่าย และนำเสนอตรงประเด็นคุณสามารพัฒนา โปรแกรมประยุกต์ให้มี Interaction ที่ซับซ้อนและ Animation ได้ด้วย Authorware แต่อย่างไรก็ตามโปรแกรมประยุกต์ที่ซับซ้อนเหล่านี้จะดึงความสนใจของผู้ใช้ไปหมด ดังนั้นแทนที่ผู้ใช้จะสนใจหรือจดจำสิ่งที่คุณพยายามนำเสนอเขาจะสนใจ วิธีการ Display ของคุณแทน

6. ปรับปรุงการออกแบบโปรแกรมประยุกต์ด้วย การสร้างโปรแกรมแม่แบบและตัวอย่าง ออกแบบโปรแกรมในขั้นต้นไม่ว่าจะเป็น Key Display, Interactions และวิธีการดำเนินโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม Authorware เนื่องจากการนำเสนอโครงการรวมทั้งปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่องบประมาณและกำหนดการต่างๆ จะง่ายขึ้นถ้าหากคุณนำเสนอแนวคิดของคุณสาริตด้วยโปรแกรม ตัวอย่าง หรือนำเสนอเนื้อหาให้ดูคร่าวๆ โดยใช้โปรแกรมแม่แบบที่สร้างขึ้นอย่างง่าย

7. สอดแทรกอารมณ์ขัน และบุคลิกภาพของคุณเข้าไป ปกติแล้วโปรแกรมที่คุณสร้างขึ้น มาจะสะท้อนให้เห็นถึงบุคลิกภาพ และความคิดสร้างสรรค์ของคุณเอง ดังนั้นควรจะสื่อสิ่งเหล่านี้ ไปถึงผู้ใช้ด้วย เช่น คุณอาจใส่เสียงทักทายผู้ใช้งานตอนเริ่มต้นของโปรแกรมสอดแทรกอารมณ์ขัน เสียงหรือขำวลงไป จะทำให้ผู้ใช้รู้สึกเพลิดเพลินกับสิ่งที่เขาได้รับจากโปรแกรมประยุกต์ และยอมรับสิ่งที่คุณนำเสนอ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ขงยุทธ สุทธิชาติ (2544 : 46) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องไดโอด หลักระบบประภาศนียบัตริวิชาชีฟชั้นปีที่ 1 (ปวช.) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.30-0.74 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.62 จากผลการวิจัยสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไดโอดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.67:84.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือ 80:80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนจริง

อนุชา บุญแสนแผน (2544 : 38) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แมค เนติคอนแทคเตอร์ หลักระบบประภาศนียบัตริวิชาชีฟชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 88.5:85.5 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และจากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่า การสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการใช้เป็นสื่อในการจัดเรียนการสอน

นิภาพรรณ คงแก้ว (2540 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ นำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกเทคนิคการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 88.83:82.00 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ประวิทย์ สิมมาทัน (2539 : 47) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้าสำหรับการฝึกอาชีพ หลักระบบการเตรียมเข้าทำงาน พบว่าผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการหาค่าดัชนีประสิทธิผลโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบ 1:1 ผลการทดลองพบว่า ได้ประสิทธิภาพ (E_1, E_2) เท่ากับ 71.65:77.32 และค่าดัชนีประสิทธิผล ($E.I$) เท่ากับ 0.48 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีข้อบกพร่องเพราะค่าประสิทธิภาพและค่าดัชนีประสิทธิผลยังไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จากนั้นได้ดำเนินการกับกลุ่มเล็กผลการทดลองปรากฏว่า ได้ค่าประสิทธิภาพ ($E_1:E_2$) เท่ากับ 82.80:84.52 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ ประสิทธิภาพ ($E_1:E_2$) สูงกว่า 80:80

นิพนธ์ ภู่อภิสัทธ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมจำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์และนิวเมติก โดยใช้คอมพิวเตอร์ PC มาจำลองการทำงานของวงจรแทนการต่อวงจรจริง ซึ่งอาศัยความสามารถทางด้านกราฟฟิกแสดงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ตามมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไปและแสดงผลการจำลองการทำงานของอุปกรณ์ในรูปแบบการเคลื่อนที่ของสัญลักษณ์ ทำให้มองเห็นกลไกการทำงานได้ชัดเจน เข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว การออกแบบวงจรโดยใช้สัญลักษณ์และการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สามารถทำได้ง่ายและสะดวก นอกจากนี้สามารถเก็บบันทึกวงจรที่ออกแบบแล้วลงบนแผ่นบันทึกแม่เหล็กแล้วนำกลับมาแสดงได้ใหม่ ทำให้สามารถลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมและจัดหาอุปกรณ์ได้เป็นจำนวนมาก

ณรงค์ เวสนารัตน์ (2530 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องขับสัญญาณสื่อสารข้อมูลแบบบอชิงโครนัส เพื่อใช้เพิ่มระยะทางในการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเทอร์มินัล ที่ใช้มาตรฐานการสื่อสารแบบ RS-232-C หรือ CCITT V.24 ซึ่งปกติใช้งานได้ดีในระยะสูงสุด 15 เมตร ที่ความเร็ว 9600 baud ให้สามารถใช้ได้ถึง 1,250 เมตร ที่ความเร็วของข้อมูลดังกล่าว ผลการวิจัยทำให้ได้รับเครื่องต้นแบบที่สร้างง่ายสามารถเผยแพร่ให้ผู้สนใจนำไปใช้งานได้เองในราคาถูก

กุล อักษรนุ (2543 : 46) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โลจิกไดอะแกรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.ม.6ปกติ) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเลยและวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 60 คน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 44 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.60-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.45 จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไดโอด ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

78.409 : 79.545

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัย จะเห็นได้ว่าการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ช่วยสอนในวิชาต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนตามศักยภาพของตัวเอง เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความรู้ ความสามารถของตนเอง สามารถเรียนได้ตามลำพัง ผู้เรียนได้รู้ผลการเรียนของตนเองได้อย่างรวดเร็วและสามารถเรียนซ้ำอีกเมื่อไม่เข้าใจดีพอ และจะทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟต ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พ.ศ. 2538 สำหรับนักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา โดยที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวนประมาณ 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2545 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน ดังนี้

กลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่เรียนด้วยแผนการสอน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มทดลอง

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในที่นี้หมายถึงการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟต ผู้วิจัยได้แบ่งการสร้างเครื่องมือออกเป็น 3 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้วิจัย ได้ออกแบบขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) รายวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร 1 (รหัสวิชา 21051008) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา และวิเคราะห์เนื้อหาเรื่อง เฟด

2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รายวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด

3. สร้างแบบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เริ่มจากการจัดลำดับเนื้อหาที่วิเคราะห์ออกเป็นหน่วยย่อยแล้วจึงค่อยกำหนดกรอบที่จะเสนอเนื้อหาที่ละกรอบโดยคำนึงถึงหลักการจัดกิจกรรมขณะเรียน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เช่น มีแบบฝึกหัดให้ทำ มีการเสริมแรงทุกครั้งที่ผู้เรียนตอบ หากตอบผิดก็จะให้โอกาสผู้เรียนได้ทบทวนบทเรียนเดิม ภายในบทเรียนมีภาพและเสียงประกอบเพื่อสร้างความสนใจอยู่เป็นช่วงๆ เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อ จะมีการรวมคะแนนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลเองได้

4. ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบร่างแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนซึ่งผู้วิจัยจะได้นำมาแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป

5. เมื่อแบบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแก้ไขให้สมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมประเภท Authoring System ที่สามารถประยุกต์ให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องกับเนื้อหา และนำมาแก้ไขปรับปรุง

7. นำบทเรียนที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองกับผู้เรียนที่ไม่เคยผ่านการเรียนในหัวข้อนี้มาก่อน จำนวน 3 คน (เกณฑ์ในการเรียนสูง, ปานกลาง, ต่ำ) เพื่อสังเกตและบันทึก ข้อบกพร่อง และนำมาแก้ไขปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อนำไปทดลองครั้งต่อไป

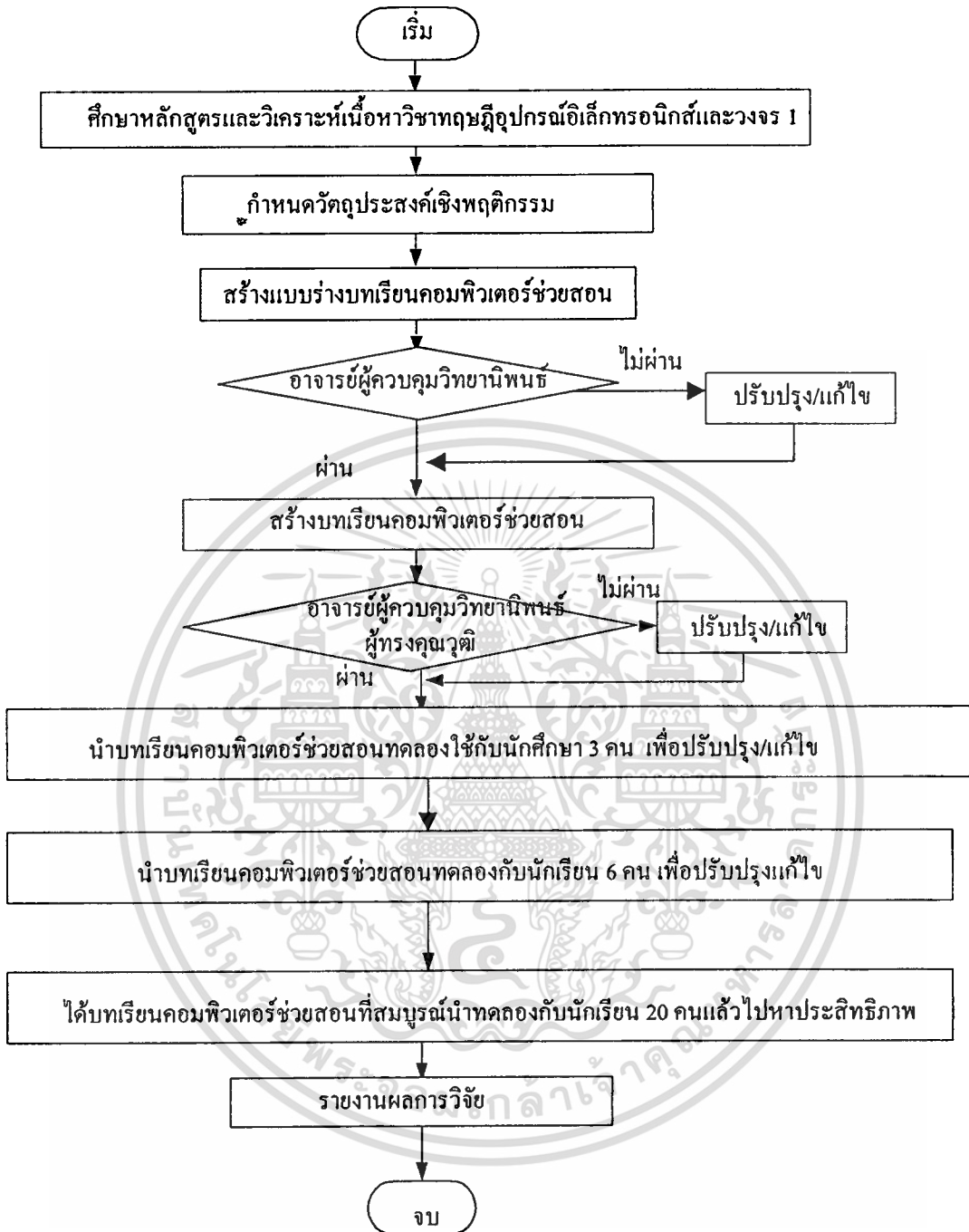
8. จากนั้นนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับผู้เรียนที่ไม่เคยผ่านการเรียนในหัวข้อนี้มาก่อนอีกจำนวน 6 คน (เกณฑ์ในการเรียนสูง, ปานกลาง, ต่ำ) สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และบันทึกข้อบกพร่อง และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต ที่ได้ไปทำการทดลองแก้ไขปัญหาลับสมบูรณฺ์ ไปใช้จริงกับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ในปีการศึกษา 2545 จำนวน 20 คน เพื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และคำนวณหาประสิทธิภาพ

10. รายงานผลการวิจัยกับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และคณะกรรมการ จากนั้นจัดทำเป็นรูปเล่มเพื่อเผยแพร่ต่อไป





ภาพที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เฟต เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยออกให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และหลักสูตรซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาสังเขปรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ จังหวัดปทุมธานี การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

3. วิเคราะห์เนื้อหารายวิชาที่สร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีเนื้อหา ดังนี้

- 1) เจฟเทคนิคเอ็นแซนแนล
- 2) เจฟเทคนิคพีแซนแนล
- 3) คีพลีชั้นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนล
- 4) คีพลีชั้นมอสเฟตเทคนิคพีแซนแนล
- 5) เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนล
- 6) เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแซนแนล

4. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาบทเรียนแล้วนำไปสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อในข้อเดียวกันหรือไม่ตอบให้เป็น 0 คะแนน ในการสร้างแบบทดสอบให้ตั้งคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาสาระ

จุดประสงค์ปลายทาง : มีความรู้ ความเข้าใจโครงสร้าง สัญลักษณ์ และหลักการทำงานของเฟตชนิดต่าง ๆ

หัวข้อการสอน / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมเชิงความรู้						รวม
	รู้	ใจ	ใช้	วิ	สัง	ประ	
1. เจฟเทคนิคเอ็นแซนแนล	1	1	1	1	-	-	4
- อธิบายโครงสร้างของเจฟเทคนิคเอ็นแซนแนลได้							
- อธิบายสัญลักษณ์ของเจฟเทคนิคเอ็นแซนแนลได้							
- อธิบายการทำงานของเจฟเทคนิคเอ็นแซนแนลได้							
2. เจฟเทคนิคพีแซนแนล	1	1	1	1	-	-	4
- อธิบายโครงสร้างของเจฟเทคนิคพีแซนแนลได้							
- อธิบายสัญลักษณ์ของเจฟเทคนิคพีแซนแนลได้							
- อธิบายการทำงานของเจฟเทคนิคพีแซนแนลได้							
3. คีพลีชั้นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนล	1	1	1	1	1	-	5
- อธิบายโครงสร้างของคีพลีชั้นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้							
- อธิบายสัญลักษณ์ของคีพลีชั้นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้							
- อธิบายการทำงานของคีพลีชั้นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หัวข้อการสอน / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมเชิงความรู้						รวม
	รู้	ใจ	ใช้	วิ	สัง	ประ	
4. คีพลีชั้นมอสเฟตชนิดพีแซนแนล	1	1	1	1	1	-	5
- อธิบายโครงสร้างของคีพลีชั้นมอสเฟตชนิดพีแซนแนลได้							
- อธิบายสัญลักษณ์ของคีพลีชั้นมอสเฟตชนิดพีแซนแนลได้							
- อธิบายการทำงานของคีพลีชั้นมอสเฟตชนิดพีแซนแนลได้							
5. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนล	1	1	1	1	1	1	6
- อธิบายโครงสร้างของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนลได้							
- อธิบายสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนลได้							
- อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนลได้							
6. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแซนแนล	1	1	1	1	1	1	6
- อธิบายโครงสร้างของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแซนแนลได้							
- อธิบายสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแซนแนลได้							
- อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแซนแนลได้							
รวม	6	6	6	6	4	2	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 จำนวนแบบทดสอบตามความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อการสอน	พฤติกรรมเชิงความรู้						รวม	ลำดับที่
	รู้	ใจ	ใช้	วิ	สัง	ประ		
1. เจฟเทคนิคเอ็นแซนแนล	1	1	1	1	-	-	4	6
2. เจฟเทคนิคพีแซนแนล	1	1	1	1	-	-	4	5
3. ดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนล	1	1	1	1	1	-	5	4
4. ดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดพีแซนแนล	1	1	1	1	1	-	5	3
5.เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนล	1	1	1	1	1	1	6	1
6. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแซนแนล	1	1	1	1	1	1	6	2
รวม	6	6	6	6	4	2	30	
ลำดับความสำคัญ	2	1	3	4	5	6		

รู้ = ความรู้จำ, ใจ = ความเข้าใจ, ใช้ = ประยุกต์ใช้, วิ = วิเคราะห์, สัง=สังเคราะห์, ประ=ประเมินค่า

ซึ่งในหน่วยการสอนแบ่งออกเป็น 6 หัวข้อย่อย มีค่าน้ำหนักความสำคัญของหัวข้อการสอนในเรื่อง เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนลมากที่สุด และในการจัดการเรียนการสอนในเรื่องเฟตนี้ เน้นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทางด้านความเข้าใจมากที่สุด เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหลักการและโครงสร้างของเฟตที่ผู้เรียนต้องเข้าใจก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบวงจรทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ต่อไป (แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์แบบทดสอบดังภาคผนวก ค)

5. หาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (ชาตรี เกิดธรรม. 2544 : 102)

- ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้
- ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

- 6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาแก้ไขและปรับปรุง นำเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบและแก้ไข
- 7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียนในรายวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 แล้ว จำนวน 30 คน
- 8. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) โดยให้ขอบเขตความยากง่ายและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210)

0.80-1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60-0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40-0.59	เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20-0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00-0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ดังนั้นขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบควรอยู่ประมาณ 0.20-0.80

9. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) ให้ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกได้ ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 211)

0.40 ขึ้นไป	ค่าอำนาจจำแนกสูง	คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30-0.39	ค่าอำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20-0.29	ค่าอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพของข้อสอบพอใช้
0.00-0.19	ค่าอำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

ดังนั้นขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับได้ 0.20 ขึ้นไป

10. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson โดยให้ขอบเขตค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 199)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือใกล้เคียง +1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่น -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ 0.75

11. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สมบูรณ์บรรจุลงไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.3 แบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 แบบคือแบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีขั้นตอนการสร้างแบบประเมินสื่อดังนี้

1. แบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ซึ่งประกอบไปด้วย ด้านความสอดคล้องและด้านความเหมาะสมของเนื้อหา ด้านการนำเสนอ ด้านภาพ ด้านตัวอักษร และด้านเวลา ลักษณะของแบบประเมินจะเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี
- 3 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

2. แบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งประกอบไปด้วย ด้านการออกแบบโปรแกรม และด้านการบันทึกผล ลักษณะของแบบประเมิน จะเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

- 5 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี
- 3 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ย ของข้อคำถามแต่ละข้อได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วง คะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง

ดังนั้นขอบเขตของคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินที่ยอมรับคือ ระหว่าง 3.50 – 5.00

3. จากนั้นนำแบบประเมินที่ออกแบบไว้ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่อง

ในการประเมินนั้นจะแยกกันระหว่างด้านเทคนิคการผลิตสื่อกับด้านเนื้อหา โดยคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้านจะต้องมีค่าตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปจึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำหนังสือขอความร่วมมือในการขอเก็บข้อมูลงานวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่งให้หัวหน้าสถานศึกษาวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัยในวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

2. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ (E_1, E_2) โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการศึกษาค้นคว้าด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้เรียนเข้าใจ

2.2 ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน เมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละบทแล้วผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

2.3 เก็บคะแนน E_1, E_2 โดยวิธีการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน E_1 (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ) และทำแบบทดสอบหลังเรียน E_2 (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ)

2.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกลุ่มทดลองด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกลุ่มควบคุมด้วยการสอนตามแผนการสอน

5. นำผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (t – test แบบ Independent)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์หาค่าดังนี้

1.1 หาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) พิจารณาคัดเลือกข้อคำถามโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (ชาติรี เกิดธรรม, 2544 : 102)

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

1.2 ความยากง่าย (P) ขอบเขตความยากง่ายและการแปลความหมายดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 210)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.80-1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60-0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40-0.59	เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20-0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00-0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ดังนั้นขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบควรอยู่ประมาณ 0.20-0.80

1.3 อำนาจจำแนก (D) ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกได้ดังนี้ (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 211)

0.41 ขึ้นไป	ค่าอำนาจจำแนกสูง	คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30-0.40	ค่าอำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20-0.30	ค่าอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพของข้อสอบพอใช้
0.00-0.19	ค่าอำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

ดังนั้นขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับได้ 0.20 ขึ้นไป

1.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (R_{tt}) โดยให้ขอบเขตค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความหมายดังนี้ (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 199)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือใกล้เคียง +1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่น -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ 0.75

2. หาประสิทธิภาพของแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ (ประคอง กรรณสูตร. 2538 : 73)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง

ดังนั้นเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินอยู่ระหว่าง 3.50-5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ($E_1; E_2$)
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนตามแผนการสอน โดยใช้ t-test แบบ Independent

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

1. สถิติที่ใช้ในการหาความตรงตามเนื้อหา (ชาตรี เกิดธรรม. 2544 : 101)

สูตร
$$IOC = \frac{\sum X}{N}$$
 (3.1)

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

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
 N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

2. สถิติที่ใช้ในการหาความยากง่าย (Difficulty) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 210)

สูตร
$$P = \frac{R}{N}$$
 (3.2)

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ขอบเขตของค่าความยากง่าย หรือกำหนดค่า $P = 0.20 - 0.80$

3. สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 211)

สูตร
$$D = \frac{R_u - R_L}{N/2}$$
 (3.3)

เมื่อ D คือ อำนาจในการจำแนก

R_u คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมดทั้งกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน

กำหนดเกณฑ์อำนาจในการจำแนก หรือกำหนดค่า $D = 0.20$ ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น KR-20 ของ Kuder Richardson (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 198)

$$\text{สูตร } r_n = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_p^2} \right\} \quad (3.4)$$

เมื่อ r_n คือ ความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำถูก / จำนวนคนทำทั้งหมด)

q คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)

S_p^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ดังนั้นขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ 0.75

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย (ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136)

$$\text{สูตร } E_r = \frac{\sum x}{A} \times 100 \quad E_r = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (3.5)$$

เมื่อ E_r คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของขบวนการ)

E_r คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

$\sum X$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

3.5.3 สถิติพื้นฐานใช้หาประสิทธิภาพของสื่อด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ

1. การหาค่าเฉลี่ย (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.6)$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N คือ จำนวนข้อมูล

ดังนั้นเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินอยู่ระหว่าง 3.50-5.00

2. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (ถ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 79)

$$\text{สูตร} \quad S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (3.7)$$

เมื่อ $S.D.$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N คือ จำนวนข้อมูล

ดังนั้นเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินอยู่ระหว่าง 3.50-5.00

3.5.4 สถิติที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 กลุ่ม

หาค่า t-test แบบ Independent เพื่อพิสูจน์สมมติฐานการวิจัยจากสูตรต่อไปนี้
 (ถ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 101) โดยให้ความแปรปรวนของกลุ่มประชากรเท่ากัน

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (3.8)$$

โดยที่ $df = n_1 + n_2 - 2$

- เมื่อ $\bar{X}_1$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
 $\bar{X}_2$ = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
 S_1^2 = ขนาดความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
 S_2^2 = ขนาดความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
 n_1 = ขนาดของกลุ่มทดลอง
 n_2 = ขนาดของกลุ่มควบคุม

เมื่อความแปรปรวนของกลุ่มประชากรไม่เท่ากันหาค่าความแปรปรวนโดย

สูตร

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

(3.9)

- เมื่อ F คือ ความแปรปรวนของกลุ่มประชากร
 S_1^2 คือ ขนาดความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
 S_2^2 คือ ขนาดความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มี เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภท วิชาชีพ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา โดยได้ทดลองใช้ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 พ.ศ. 2545 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค พระนครศรีอยุธยา เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80 โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการ วิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

- 4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
- 4.4 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 42 ข้อ แล้วคัดเลือก มา 30 ข้อ ซึ่งผลการสร้างมีดังนี้

4.1.1 สร้างแบบทดสอบเนื้อหาเรื่อง เฟด ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 หน่วยย่อย นำมาสร้าง แบบทดสอบจำนวน 42 ข้อ แบบ 4 ตัวเลือก โดยออกให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และ หลักสูตร กำหนดน้ำหนักและความสำคัญของวัตถุประสงค์แต่ละหน่วยซึ่งมีน้ำหนักรวม 206 คะแนน เปรียบเทียบสัดส่วนจาก 206 คะแนนให้เหลือ 30 คะแนน เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาแต่ละหน่วยย่อย ซึ่งได้ข้อสอบเรื่องเจฟเทคนิคเอ็น แชนแนล จำนวน 4 ข้อ เจฟเทคนิคพีแชนแนล 4 ข้อ ดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแชนแนลจำนวน 5 ข้อ ดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคพีแชนแนลจำนวน 5 ข้อ เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแชนแนล จำนวน 6 ข้อ และเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแชนแนล จำนวน 6 ข้อ ซึ่งลำดับความสำคัญ ของ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สำคัญที่สุด คือความเข้าใจ (ดังแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์การสร้าง แบบทดสอบในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.1 - ค.4)

4.1.2 ผลการหาความตรงตามเนื้อหา (IOC) โดยนำแบบทดสอบทั้งหมด 42 ข้อให้ผู้ทรง คุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจกำหนดคะแนนให้เท่ากับ 0 ซึ่งข้อคำถามทั้งหมดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (ดูภาคผนวก จ หน้า 99) ได้ข้อสอบ 30 ข้อตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังแสดงในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (ภาคผนวก ค ตารางที่ ค.1- ค.4)

4.1.3 ผลการหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำข้อสอบ 42 ข้อไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 มาแล้วจำนวน 30 คน ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.79 (ดูภาคผนวก จ หน้า 106)

4.1.4 ได้แบบทดสอบสำหรับใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 30 ข้อ โดยให้ผู้เรียนได้ทดสอบหลังเรียนจบในเนื้อหาหน่วยย่อยแต่ละหน่วย

4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ได้ดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 การทดลองขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

เป็นการทดลองกับนักศึกษา 3 คน (เก่ง ปานกลาง และอ่อน) ที่ยังไม่เคยเรียนเรื่อง เฟต มาก่อน ผลการทดลองปรากฏว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและทำแบบทดสอบครบทุกหน่วยได้คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียนเท่ากับ 24.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละได้ 82.23 ได้คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียน 24.33 คะแนน คิดเป็นร้อยละได้ 81.10 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 107) ซึ่งได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ก็ยังมีปัญหาและข้อบกพร่องจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและการสอบถามดังนี้

1. เนื้อหาสลับซับซ้อนมากเกินไป

2. ขนาดของตัวอักษรมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร และมีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนน้อยเกินไป

ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขข้อบกพร่องและปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟต ดังนี้

- ปรับปรุงเนื้อหาที่สลับซับซ้อนมากเกินไป ซึ่งทำให้ผู้เรียนเรียนได้งายยิ่งขึ้น

โดยการแบ่งเนื้อหาแต่ละหน้าไม่ให้มากจนเกินไป และนำเสนออย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ

- เพิ่มขนาดตัวอักษรให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และเพิ่มการโต้ตอบให้มากขึ้นทำให้ผู้

เรียนสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

เป็นการทดลองกับนักศึกษา 6 คน ที่ยังไม่เคยเรียนเรื่อง เฟตมาก่อน ผลการทดลองปรากฏว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและทำแบบทดสอบครบทุกหน่วย ได้คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียนเท่ากับ 24.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละได้ 81.67 ได้คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียน 24.17 คะแนน คิดเป็นร้อยละได้ 80.55 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 108) ซึ่งได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ก็ยังมีปัญหาและข้อบกพร่องจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและการสอบถาม คือ คำคิดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการตรวจและแก้ไขเพื่อให้เนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถูกต้องยิ่งขึ้น

4.2.3 การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ

เป็นการทดลองกับนักศึกษา 20 คนที่ยังไม่เคยเรียนเรื่อง เฟตมาก่อน ผลการทดลองปรากฏว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและทำแบบทดสอบครบทุกหน่วย ได้คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียนเท่ากับ 24.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละได้ 82.33 ได้คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียน 24.60 คะแนน คิดเป็นร้อยละได้ 82.00 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 109) ซึ่งผลการทดลองเชิงปฏิบัติการ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์จากการเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	t-test
กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	20	24.60	2.27*
กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน	20	23.85	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($\alpha=0.05$, $df=38$, $t=1.69$)

จากตารางที่ 4.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนผลปรากฏดังนี้ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 24.60 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนเท่ากับ 23.85 คะแนน นำมาหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติโดยใช้ t-test ได้เท่ากับ 2.27 ซึ่งสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กับกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามแผนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด ได้ผลดังนี้คือ

1. แบบประเมินด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยในการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.64 อยู่ในระดับดีมาก (ดูภาคผนวก จ หน้า 96)
2. แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ค่าเฉลี่ยในการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย 4.59 อยู่ในระดับดีมาก (ดูภาคผนวก จ หน้า 97)

แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟต มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด สำหรับนักเรียน โดยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 5.2 สมมติฐานการวิจัย
- 5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 5.7 สรุปผลการวิจัย
- 5.8 อภิปรายผล
- 5.9 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด

5.2 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์จากการเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนตามแผนการสอน

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 พ.ศ. 2545 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวนประมาณ 60 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 พ.ศ. 2545 เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับอ้างอิงในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ข้อมูลด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2545 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โดยให้กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองทั้งหมด ประกอบด้วย

5.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เป็นบทเรียนที่ใช้สอนเนื้อหาวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด เสนอเนื้อหาแบบโปรแกรมการสอน (Tutoring) มีการจัดเนื้อหาแบบเรียงลำดับซึ่งเนื้อหาประกอบด้วยบทนำ เนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใช้เวลาเรียนประมาณ 1 คาบ

5.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทั้งหมด 42 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามเนื้อหาแต่ละหน่วยย่อย (ดังแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์แบบทดสอบในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.1- ค.4) จากนั้นนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยผ่านการเรียนในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาแล้ว จำนวน 30 คน โดยให้ผู้เรียนตอบได้เพียงคำตอบเดียว ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (IOC) ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.79

5.4.3 แบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด ดังนี้

1. แบบประเมินด้านเนื้อหา โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาตรวจสอบและประเมิน จำนวน 3 ท่าน
2. แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อตรวจสอบและประเมิน จำนวน 3 ท่าน

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ติดต่องานบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย หนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลงานวิจัย (ดูภาคผนวก ก หน้า 54-63)

2. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ ($E_1:E_2$) โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้เรียนเข้าใจ

2.2 ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน เมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละบทแล้วผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

2.3 เก็บคะแนน $E_1:E_2$ โดยวิธีการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน E_1 (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ) และทำแบบทดสอบหลังเรียน E_2 (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ)

2.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกลุ่มทดลองด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 82.33 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.00 ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80:80 (ดูภาคผนวก ข หน้า 110)

4. หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกลุ่มควบคุมด้วยการสอนตามแผนการสอน

5. นำผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบหาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t -test แบบ Independent (ดูภาคผนวก ข หน้า 114)

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์หาค่าดังนี้

1.1 หาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ซึ่งข้อคำถามทั้งหมดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (ดูภาคผนวก ข หน้า 99)

1.2 ความยากง่าย (P) ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30-0.80

1.3 อำนาจจำแนก (D) ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (R_{tt}) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.79 (ดูภาคผนวก ก หน้า 106)

2. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 2 ด้านคือ

2.1 แบบประเมินด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยในการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ย 4.64 อยู่ในระดับดีมาก

2.2 แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ค่าเฉลี่ยในการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ค่าเฉลี่ย 4.59 อยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟต มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ($E_1:E_2$) ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 82.33 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.00 (ดูภาคผนวก ก หน้า 110)

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนตามแผนการสอน โดยใช้ t-test แบบ Independent คำนวณเฉลี่ยของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 24.6 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน เท่ากับ 23.85 คะแนน นำมาหาค่าสถิติโดยใช้ t-test ได้เท่ากับ 2.27 จากการวิจัยนี้สรุปได้ว่ากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามแผนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูภาคผนวก ก หน้า 114)

5.7 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟต สรุปผลวิจัยไว้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟต มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.33 : 82.00

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์จากการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามแผนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.8 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่สรุปไว้ข้างต้น สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ด้านการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟด ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.33 : 82.00 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของหลายๆ ท่าน เช่น ขงยุทธ สุทธิชาติ (2544 : 46) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ไดโอด หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 (ปวช.) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพบึงกาฬ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.30-0.74 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22-0.62 จากผลการวิจัยสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไดโอดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.67:84.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือ 80:80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการใช้เป็นตัวในการเรียนการสอนจริง และกุล อักษรนุ (2543 : 46) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โลจิกไดอะแกรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.ม.6ปกติ) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเลยและวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 60 คน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 44 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.60-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.45 จากผลการวิจัยสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไดโอดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 78.409 : 79.545

และผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัย ได้สร้างแบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. แบบประเมินด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยในการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.64 อยู่ในระดับดีมาก (ดูภาคผนวก จ หน้า 96)

2. แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ค่าเฉลี่ยในการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย 4.59 อยู่ในระดับดีมาก (ดูภาคผนวก จ หน้า 97)

แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟด มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำและการชี้แนะในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งต่อไปว่า ควรมีแบบทดสอบก่อนเรียนด้วย เพื่อใช้ทดสอบผู้เรียนว่าก่อนเรียนผู้เรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด

หลังเรียนผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ และหลักในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรออกแบบให้มีทั้งศาสตร์และศิลป์

2. ด้านการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน ปรากฏว่า กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์จากการเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุชา บุญแสนแสน (2544 : 38) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แมคเนติกคอนแทคเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 88.5 : 85.5 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และจากผลการ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่า การสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการใช้เป็นสื่อในการจัดเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงผลที่เกิดจากการวิจัยเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้น ได้ยึดหลักขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการสอนของ Robert Gagne' ซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นตอน นำมาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ มีการเร้าความสนใจ (Gain Attention) เพื่อกระตุ้นและจูงใจผู้เรียนให้เกิดความสนใจเรียน โดยในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้สร้างภาพและมีการโต้ตอบให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ มีการบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละหน่วยเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าแต่ละหน่วยผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรบ้าง เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนโดยผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในส่วนหนึ่งของเนื้อหาให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ มีการเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การเสนอเนื้อหาของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้เสนอเป็นภาพประกอบกับเนื้อหา ซึ่งแสดงแต่ละส่วนอย่างชัดเจน เพราะในเนื้อหา เรื่อง เฟด จะเกี่ยวกับโครงสร้างภายใน การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นนามธรรม มองไม่เห็น ผู้วิจัยจึงได้สร้างเป็นภาพประกอบการทำงานแสดงถึงโครงสร้างภายในอย่างชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย และมองเห็นภาพเป็นรูปธรรม ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) ให้ผู้เรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้วิจัยได้สร้างเป็น Hot spot และ Hypertext ผู้เรียนสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้และมีการกระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรมต่างๆ ในการเรียนการสอน โดยผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง พร้อมกันนั้นยังให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

เป็นการเร้าความสนใจแก่ผู้เรียน ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับใน
 เอกสารประกอบคำบรรยายเรื่อง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของแบบทดสอบระหว่างเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนอยู่จุดไหน ห่างจากเป้าหมายเพียงใด เป็นการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ และมีการสรุปประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนและสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ได้

จากการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามกระบวนการสอนของ Robert Gagne' จึงเป็นเหตุให้กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เวลาในการศึกษาน้อยกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้เวลาในการศึกษาประมาณ 1 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนใช้เวลาในการศึกษา 2 คาบหรือประมาณ 2 ชั่วโมง ดังนั้นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงเป็นสิ่งที่ช่วยแบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอน และยังช่วยประหยัดเวลาในการเรียนของผู้เรียนอีกด้วย

5.9 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สอนไม่ควรจำกัดเวลาในการเรียน เพราะผู้เรียนบางคนยังเรียนไม่ครบทุกหน่วยก็หมดเวลาแล้วทั้งนี้เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการรับรู้ต่างกัน ฉะนั้นไม่ควรกำหนดเวลาเพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมและได้เรียนตามความสามารถของแต่ละบุคคล

1.2 ก่อนที่ผู้เรียนจะเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ก่อน ทั้งนี้ผู้เรียนบางคนยังใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้นไม่คล่องตัว ไม่กล้าจะใช้งานคอมพิวเตอร์ จึงควรให้ผู้เรียนใช้คอมพิวเตอร์เสียก่อนเพื่อความคล่องตัวในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 ผู้เรียนบางคนไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้บทเรียน ไม่อ่านคำแนะนำก่อนที่จะเข้าบทเรียนโดยละเอียด จึงเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นก่อนที่จะทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรอธิบายขั้นตอนให้ผู้เรียนทราบก่อน

1.4 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขณะทดลอง ควรสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนด้วย เพื่อจะได้ทราบว่าผู้เรียนพึงพอใจด้านใด ต้องการเพิ่มเติมด้านใด มีข้อดี ข้อด้อยอย่างไร

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการสังเกตและผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้นควรมีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 ตลอดทั้งรายวิชา เพราะผู้เรียนจะได้มองเห็นโครงสร้าง หลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างเป็นรูปธรรมและควรเพิ่มการตอบสนองระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนให้มากขึ้น เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจให้มากขึ้นอีก



บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. 2536. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสต
ทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิติพงษ์ มะโน. 2542. วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : งานตำราและเอกสาร
การพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง.
- กุล อักษรณ. 2543. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโลจิกไดอะแกรม. วิทยานิพนธ์ ศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชาติรี เกิดธรรม. 2544. อยากทำวิจัยในชั้นเรียนแต่เขียนไม่เป็น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
เลียงเชียง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2534. “ชุดการสอนระดับประถม”. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อสารการ
สอนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ณรงค์ เวศนารัตน์. 2530. การพัฒนาเครื่องขับสัญญาณสื่อสารข้อมูล. คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ถนอมพร ตันพิพัฒน์. 2539. “คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.” วารสารครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 24 (3) : 1-2
- ทรงวุฒิ วิมลพัชร. 2543. ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1. กรุงเทพฯ :
เอมพันธ์.
- ธีระพงศ์ อ่อนอก. 2541. “เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แนะนำโปรแกรม Authorware และการใช้งานเบื้องต้น.”
กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- นภัทร วัจนเทพินทร์. 2542. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์.
- นิพนธ์ ภู่อภิสัทธ์. 2535. การจำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์.
ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.

- นิภาพรรณ คงแก้ว. 2540. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุริยาสาสน.
- ประคอง วรรณสูตร. 2538. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ประวิทย์ ลิ้มมาทัน. 2539. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้าสำหรับการฝึกอาชีพ หลักสูตรการเตรียมเข้าทำงาน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปรีชา จุลชัยวรกุล. 2538. “การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำด้วยลูกศร เคลื่อนที่มีเสียงและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำด้วยลูกศรเคลื่อนที่ไม่มีเสียง.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พรเทพ เมืองแมน. 2544. การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. 2538. ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ยงยุทธ สุทธิชาติ. 2544. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ใดโอด.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยีน ภู่วรรณ. 2531. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ยีน ภู่วรรณ. 2535. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุริยาสาสน.
- วสันต์ อดิศักดิ์. กุมภาพันธ์-มีนาคม 2530. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ว. ศึกษาสาตร์ มอ.

- วชิระ อินทร์อุดม. 2539. “เอกสารประกอบการบรรยายในการอบรมอาจารย์ระดับกลาง เรื่อง ความก้าวหน้าทางด้านการเรียนการสอน.” (วันที่ 26-28 กันยายน ณ ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องมหาวิทยาลัยขอนแก่นและโรงแรมแกรนด์ธานี อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย). เอกสารอัดสำเนา.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. “การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารรวมคำแหง. 3 (5) : 40 – 49.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2540. “เอกสารประกอบการเรียนวิชา คอมพิวเตอร์.” สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา กรุงเทพฯ. เอกสารอัดสำเนา.
- อนุชา บุญแสนแผน. 2544. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องแมคเนติกคอนแทคเตอร์.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Alessi, Stephen M. and Stanley R. Trollip. 1985. Computer – Based Instruction. New Jersey : Prentice – Hall, Inc.
- Chambers, J.a. 1983. “Computer Assisted Instruction : Current Trends and Critical Issues.” P. 107 – 119. in D.Harper and J. Stewart. Run Computer Education. California : Brooks / Cole Publishing Computer.
- Gange', R.M. and Briggs, L.J. 1979. Principles of Instrucyion Design. 2nd ed. New York : Holt, Rinchart and Winstion, Inc.
- Gothmann, Wiliam H. 1977. Digital Electronics. Prentice – Hall, New Jersey, U.S.A.
- Prenis, John. 1977. Running Press Glossary of Computer Terms. New Jersey : Kaiman & Polon, Inc.
- Sipplo, Cherles J. 1981. Microcomputer Dictionary. 2 edition. U.S.A. : Howard W. Sams. & co., Inc.
- Spencer, Donaid D. 1977. Computer Dictionary. 2nd.ed. Fiorida : Camelot Publishing Company Inc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมนาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา ที่ได้รับอนุมัติ ให้ดำเนินการดังนี้

นางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ รหัสประจำตัว 43064523 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต (COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON FIELD EFFECT TRANSISTOR (FET))" โดยมี รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ฉันทนา โหมดมณี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2545

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2545

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก วีระเชษฐ ชันเงิน)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รับที่ 31504
วันที่ 17 ก.ค. 45
เวลา 14.50 น.

ที่ ทม 1504 / 0595

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

12 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายวัชร อนุศาสนกุล

ด้วย นางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยี
การศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง เฟด ” คณะกรรศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดอนุญาตให้นักศึกษา
ทดลองใช้แบบทดสอบเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน

มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ ทิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

17 ก.ค. 2545

นายวัชร อนุศาสนกุล

อ.ทกบ

โทร. 0-2326-9040, 0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิทยาลัยเทคโนโลยีพระนครวิทยาลัย
วันที่ 37/12
วันที่ 5 พ.ย. 45
เวลา 10.00 น.

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีระยองเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

2 กันยายน 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาวปารณีย์ ทิพย์สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด” และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2545 ในการทำวิจัยเรื่องนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยโดยทดลองสอนกับนักศึกษาแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวปารณีย์ ทิพย์สุวรรณ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน มา ณ

โงกาสนี่ด้วย

၂၆-၁၁ ဗဟု ခဏ္ဍာနိစ္စ

ข้อแสดงความนับถือ

9. $\frac{1}{2} \ln 2$

ໄຢ. ສິງເລດ

11 0745

(นายฉรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดี ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

แหล่งบับบัจฉการศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

g.mw

9. $\frac{1}{2}$

O. H. 136

[illegible]



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานทะเบียน หน่วยบันทึกศึกษา 3692

ที่ ทบ.รณ. 059๐

วันที่ ๙ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

ด้วย นางสาวปรางค์ ทิพย์สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด ” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบ ที่จะที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถามของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูล ของนางสาวปรางค์ ทิพย์สุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และพร้อมกันนี้ได้แนบบแบบทดสอบด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบันทึกศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานทะเบียน หน่วยบัณฑิตศึกษา 3692

ที่ ทบ 1504 0592

วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขณุญาตเป็นผู้อนุมัติตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช

ด้วย นางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยี การศึกษาและการอาชีวและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด ” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้อนุมัติตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถาม ของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูล ของนางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบทดสอบด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบลุน เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ สม 1504

059๕

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณเทพรัตนโกสินทร์

ถนนคลองกรุง เขตคลองกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

๖ กุมภาพันธ์ 2545

เรียน ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สุธี ทิพย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวปรางค์ ทิพย์สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
และการอาชีวศึกษา และเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เพลง ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามรถเกี่ยวกับเรื่อง
กล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อห
และเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถามของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลการวิจัยของ
นางสาวปรางค์ ทิพย์สุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทร. 327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรสาร 3269040



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานทะเบียน หน่วยบัณฑิตศึกษา 3692

ที่ คบ.รศ.บ 0593

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์กิติพงศ์ มะโน

ด้วย นางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ทางการอาชีพและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เศษ ” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถามของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูล ของนางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบทดสอบด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะ ได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม วนทะเบียน หมายเลขบันทึกศึกษา 3692

ที่ ทบ 1504 0592

วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์วรวิทย์ สมหา

ด้วย นางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เพลิดเพลิน ” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถาม ของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูล ของนางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบทดสอบด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะ ได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานทะเบียน หมายเลขหนังสือ 3692

ที่ ๓๒ ๒๕๖ ๐๕๙๐

วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ข. บัญชีเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผอ. วิทยาลัย อธิการธรรม

ด้วย นางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาและการศึกษาและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด ” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบที่จะที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถามของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูล ของนางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบททดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างดีมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ภาคผนวก ข

เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักสูตรวิชา ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 รหัสวิชา 21051008

จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 รหัสวิชา 21051008 เป็นวิชาชีพเฉพาะสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม เป็นภาคทฤษฎี ความยาวของภาคทฤษฎีคือ 2 คาบ/สัปดาห์ คาบละ 50 นาที เรียนประมาณ 16 – 18 สัปดาห์ รวม 32 – 36 คาบ/ภาคเรียน คิดเป็นจำนวน 2 หน่วยกิต ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา โครงสร้างอะตอม สารกึ่งตัวนำชนิดพี ชนิดเอ็น โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณลักษณะทางไฟฟ้า การวัดและทดสอบอุปกรณ์โวลิตสแตตต่าง ๆ เช่น ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต และไอ ซี ออปแอมป์เบื้องต้น การศึกษาการทำงานของวงจรเบื้องต้น เช่น วงจรคอมมอนแบบต่าง ๆ ของทรานซิสเตอร์ เฟต การให้ไบอัส วงจรขยาย และการคัปปลิง เช่น แคดเคด ดาร์ลิ่งตัน กราฟแสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้า ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ การใช้คู่มือของอุปกรณ์ต่าง ๆ

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจโครงสร้าง หลักการทำงาน คุณลักษณะทางไฟฟ้าของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการนำวงจรเบื้องต้นของอุปกรณ์ต่าง ๆ ไปใช้งาน

จากคำอธิบายรายวิชาสามารถแยกเป็นหน่วยการเรียนรู้วิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร 1 ดังนี้

หน่วยที่ 1 โครงสร้างของอะตอม

หน่วยที่ 2 สารกึ่งตัวนำ

หน่วยที่ 3 ไดโอด

หน่วยที่ 4 ทรานซิสเตอร์

หน่วยที่ 5 เฟต

หน่วยที่ 6 ออปแอมป์เบื้องต้น

สำหรับเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้คิดมาเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นเนื้อหาที่อยู่ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เฟต ในวิชาทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 ระดับ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยใช้เวลาในการเรียน 2 คาบ คาบละ 50 นาที มาจัดทำเป็น
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยประกอบด้วยเนื้อหาต่าง ๆ ดังนี้

- 1.1 ความหมาย โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของเฟต
- 1.2 ชนิดและประเภทของเฟต
- 1.3 เจเฟตชนิดเอ็นแซนแนล
- 1.4 เจเฟตชนิดพีแซนแนล
- 1.5 คีพลีชั้นมอสเฟตชนิดพี – เอ็นแซนแนล
- 1.6 เอนฮานซ์เม้นต์มอสเฟตชนิดพี – เอ็นแซนแนล

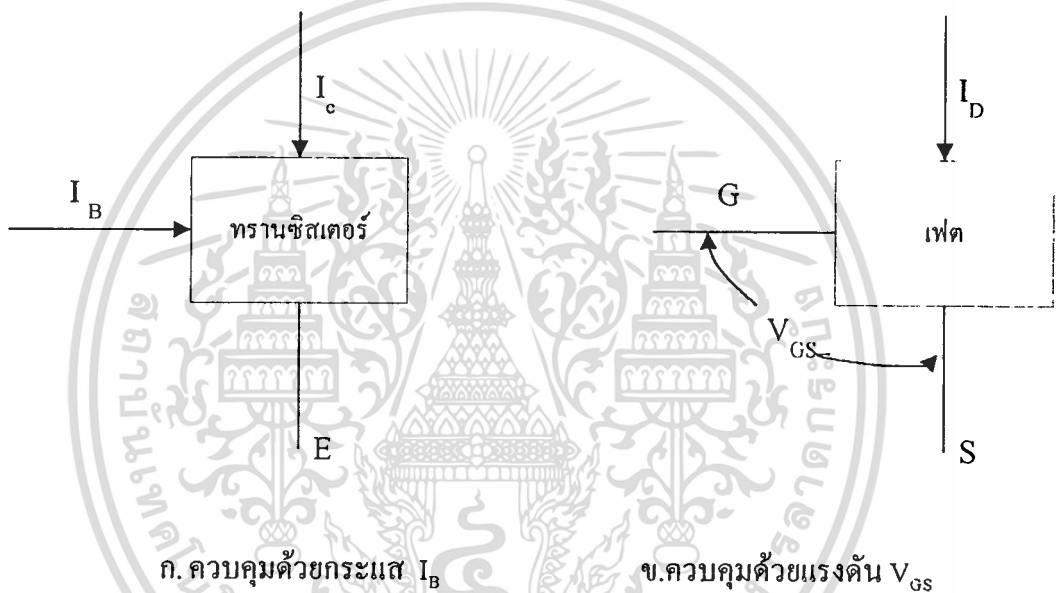
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของเฟตได้
2. อธิบายโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเฟตแบบต่าง ๆ ได้
3. อธิบายการทำงานของเจเฟตชนิดเอ็นแซนแนลและพีแซนแนลได้
4. อธิบายการทำงานของคีพลีชั้นมอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนลและพีแซนแนลได้
5. อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เม้นต์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนลและพีแซนแนลได้

เฟต

1.1 บทนำ

เฟต (FET) มาจากคำว่า ฟิวด์เอฟเฟคทรานซิสเตอร์ (Field Effect Transistor) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดขั้วเดียว (Unipolar) มีลักษณะโครงสร้างและหลักการทำงานแตกต่างไปจากทรานซิสเตอร์ เพราะทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดสองขั้ว การทำงานของทรานซิสเตอร์ต้องอาศัยกระแสช่วยควบคุมการทำงานทั้งกระแสเบสและกระแสโหลด ส่วนเฟตต้องใช้แรงดันในการควบคุมการทำงาน ลักษณะการควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์และเฟต แสดงดังภาพ ที่ ข.1



ภาพที่ ข.1 แสดงการเปรียบเทียบการควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์และเฟต

ภาพที่ ข.1(ก)ทรานซิสเตอร์ถูกควบคุมการทำงานด้วยกระแสเบส (I_B) ส่วนภาพที่ ข.1(ข)เฟตถูกควบคุมการทำงานด้วยแรงดันที่ขั้วเกตและขั้วซอร์ส (V_{GS}) กระแส I_C ของทรานซิสเตอร์จะถูกควบคุมโดยตรงจากกระแส I_B ส่วนกระแส I_D ของเฟตจะถูกควบคุมโดยตรงจากแรงดัน V_{GS}

เฟตเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานในการขยายสัญญาณและใช้งานในหน้าที่ต่าง ๆ เช่นเดียวกับทรานซิสเตอร์ นับวันเฟตยังมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในการนำไปใช้งาน เพราะเฟตมีคุณสมบัติหลายประการดีกว่าทรานซิสเตอร์ สรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. ขบวนการผลิตเฟตสามารถนำไปใช้ในการผลิต IC ได้
2. เฟตสามารถต่อขยายสัญญาณแบบหลายภาคได้ดี
3. เฟตทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่าทรานซิสเตอร์
4. สามารถสร้างเฟตให้มีขนาดเล็กลงได้มากกว่าทรานซิสเตอร์
5. เฟตไม่มีผลต่อแรงดันด้านภายในเมื่อนำไปใช้เป็นสวิตช์
6. อุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเฟตน้อยกว่าทรานซิสเตอร์มาก
7. คุณสมบัติโครงสร้างบางชนิดของเฟตสามารถสร้างให้มีความไวในการทำงานได้ดีกว่าทรานซิสเตอร์
8. เฟตมีสัญญาณรบกวนต่ำกว่าทรานซิสเตอร์ จึงเหมาะสมกับการใช้งานในภาคขยายสัญญาณอัตราขยายต่ำ
9. อิมพีแดนซ์ทางอินพุตของเฟตสูงมากประมาณ ๑๐๐ เมกกะโอห์ม มากกว่าในทรานซิสเตอร์มาก ซึ่งมีค่าเพียงประมาณ 2 กิโลโอห์ม เท่านั้น

การทำงานของเฟต ต้องใช้แรงดันในการควบคุมกระแสเหมือนกับการทำงานของหลอดสุญญากาศนั่นคือกระแสจะถูกควบคุมด้วยสนามไฟฟ้าที่เกิดจากแรงดัน สิ่งนี้เองเป็นเหตุให้สิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำชนิดนี้มีชื่อเรียกว่า ฟิวด์เอฟเฟคทรานซิสเตอร์ ซึ่งมีความหมายว่า ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานเนื่องจากผลของสนามไฟฟ้า

1.2 ชนิดและประเภทของเฟต

ในปัจจุบันเฟตได้ถูกพัฒนาให้สามารถทำงานและใช้งานได้กับอุปกรณ์หลายชนิดมากขึ้น ตัวเฟตเองก็ถูกพัฒนาให้มีประเภทและชนิดมากขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น เกิดคุณภาพและประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น เฟตที่สร้างมาใช้งานแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

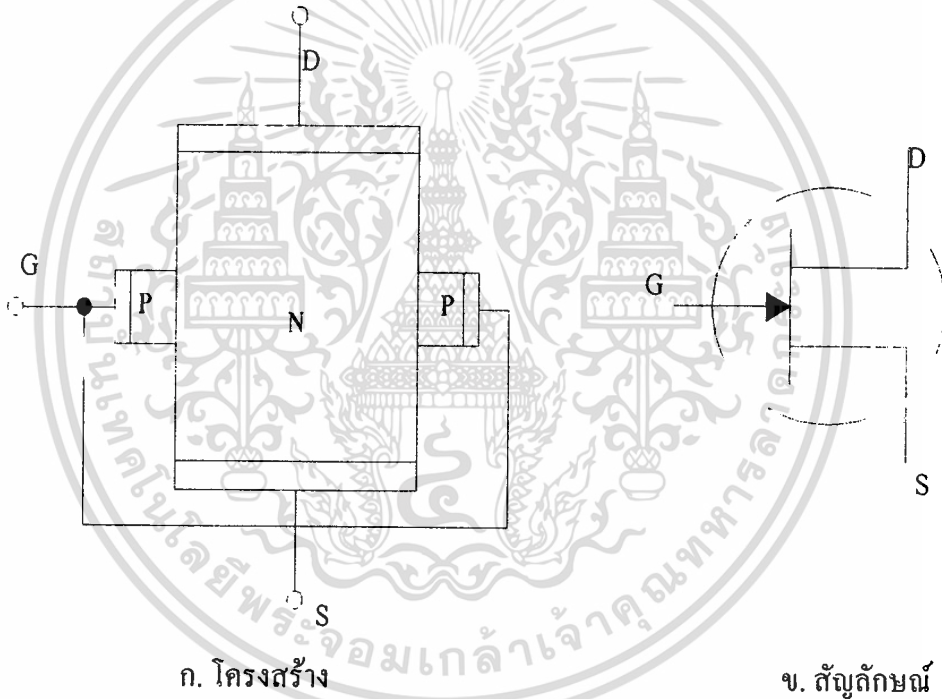
1. จังก์ชันฟิวด์เอฟเฟคทรานซิสเตอร์ (Junction Field Effect Transistor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า เจเฟต (JFET) แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิดพีแชนแนล (P-Channel) และชนิดเอ็นแชนแนล (N-Channel)
2. มีทอลอ็อกไซด์เซมิคอนดักเตอร์ ฟิวด์เอฟเฟคทรานซิสเตอร์ (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า มอสเฟต (MOSFET) แบ่งย่อยออกได้เป็น 2 แบบคือ

ก. คิพลีชั้นมอสเฟต (Depletion MOSFET: D-MOSFET) แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิด P แชนแนล และชนิด N แชนแนล

ข. เอนฮานซ์เมนตัมมอสเฟต (Enhancement MOSFET :E-MOSFET) แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิด P แชนแนล และชนิด N แชนแนล

1.3 เจเฟตชนิดเอ็นแชนแนล

JFET ชนิด N แชนแนลแบบเบื้องต้น ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด N เป็นสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่ และมีสารกึ่งตัวนำชนิด P ตอนเล็กสองตอน ประกอบรวมด้านข้าง ใช้การต่อเชื่อมกันแบบแพร่กระจาย (Diffused) โครงสร้างและสัญลักษณ์แสดงดังภาพที่ ข.2

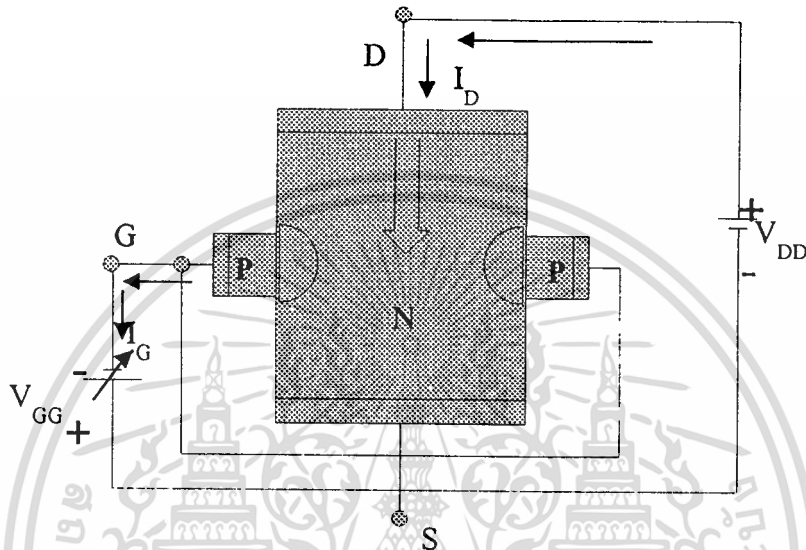


ภาพที่ ข.2 JFET ชนิด N แชนแนล

จากภาพที่ ข.2 เป็นโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ JFET ชนิด N แชนแนล ภาพที่ข.2 (ก) เป็นโครงสร้างของ JFET ชนิด N แชนแนล ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่ชนิด N มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา คือขาเดรน (Drain) หรือขา D และขาซอส (Source) หรือขา S ส่วนของเดรนและซอสนี้เองเป็นส่วนที่บอกถึงแชนแนลของ JFET และด้านข้างมีสารกึ่งตัวนำชนิด P ตอนเล็ก 2 ตอน ประกอบรวมอยู่ มีขาต่อออกมาเป็นขาเกต (Gate) หรือขา G

ส่วนภาพที่ ข.2 (ข) เป็นสัญลักษณ์ของ JFET ชนิด N แชนแนล มีหัวลูกศรชี้เข้าแสดงไว้ที่ขาเกต บอกให้ทราบว่าขาเกตเป็นสารชนิด P (Positive) (ใช้หลักการท่องจำบวกเข้าลบออก เช่นเดียวกับทรานซิสเตอร์) ซึ่งจะเป็นสารชนิดตรงข้ามกับขาเดรนและขาซอร์ส

การจ่ายไบอัสที่ต้องให้ JFET ต้องจ่ายไบอัสดังนี้ จ่ายไบอัสตรงให้ขา S จ่ายไบอัสกลับให้ขา D กับขา G เทียบกับขา S ลักษณะวงจรไบอัสเบื้องต้น แสดงดังภาพที่ ข.3

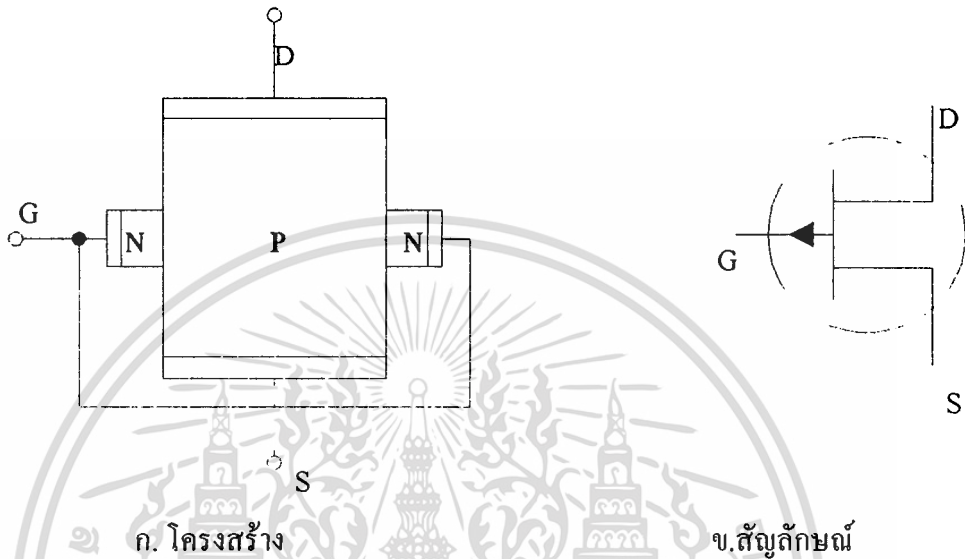


ภาพที่ ข.3 วงจรไบอัสเบื้องต้นของ JFET ชนิด N แชนแนล

จากภาพที่ ข.3 เป็นวงจรขยายไบอัสเบื้องต้นของ JFET ชนิด N แชนแนลการทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ ถ้าจ่ายไบอัสให้เฉพาะขา D กับขา S ด้วยแรงดัน V_{DD} จะมีกระแสเดรน (I_D) ไหลผ่านระหว่างขา D กับขา S สูงมากค่าหนึ่ง กระแส I_D ไหลคงที่ตลอดเวลา นั่นคือ JFET ทำงาน เมื่อจ่ายแรงดัน V_{GG} เป็นลบให้ขา G เทียบกับขา S เป็นการจ่ายไบอัสกลับให้รอยต่อขา G กับขา S เหมือนกับการจ่ายแรงดันไบอัสให้ไดโอด ทำให้เกิดดีพลีชันริจิ้นขึ้นระหว่างรอยต่อ PN ดีพลีชันริจิ้นนี้เป็นตัวขัดขวางการไหลของกระแส I_D ที่ไหลระหว่างขา D กับขา S ให้ไหลได้น้อยลง ยิ่งจ่ายไบอัสกลับให้ขา G มากขึ้น ดีพลีชันริจิ้นระหว่างรอยต่อ PN ยิ่งกว้างขึ้น ยิ่งเกิดการต้านกระแส I_D ให้ไหลน้อยลง นั่นคือเกิดค่าความต้านทานระหว่างขา D กับขา S มีค่ามากขึ้น ค่าความต้านทานนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าแรงดันไบอัสกลับที่ขา G กับขา S ทำให้กระแส I_D ไหลเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย กระแส I_D ที่ไหลเปลี่ยนแปลงนี้สามารถควบคุมได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัน V_{GG}

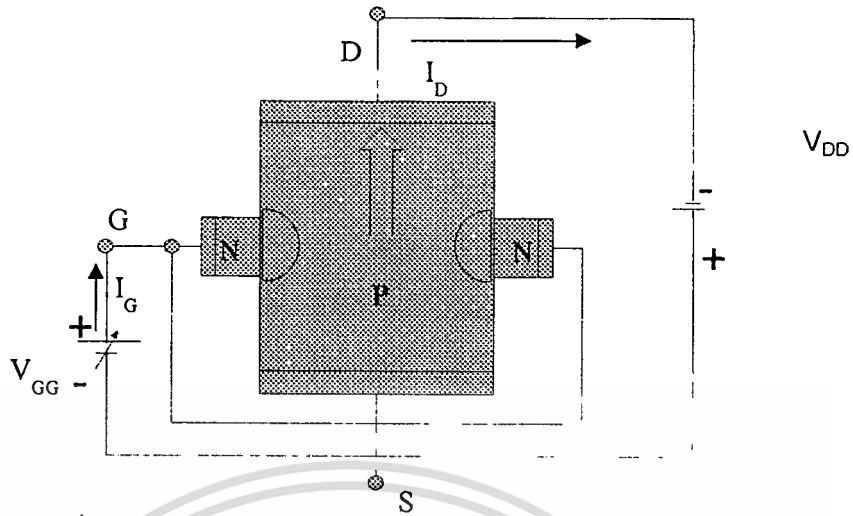
1.4 เจเฟตชนิดพีแชนแนล

JFET ชนิด P แชนแนลแบบเบื้องต้น ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P เป็นสารกึ่งตัวนำตอนใหญ่ และมีสารกึ่งตัวนำชนิด N ตอนเล็กสองตอน ประกอบรวมด้านข้างใช้การเชื่อมต่อกันแบบแพร่กระจาย โครงสร้างและสัญลักษณ์แสดงดังภาพที่ ข.4



ภาพที่ ข.4 JFET ชนิด P แชนแนล

จากภาพที่ ข.4 เป็นโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ JFET ชนิด P แชนแนล ซึ่งคล้ายกับชนิด N แชนแนล แตกต่างกันเพียงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้ามกัน และสัญลักษณ์มีหัวลูกศรชี้ออกที่ขา G เป็นการบอกให้ทราบว่าขา G เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N (Negative) ซึ่งจะเป็นสารชนิดตรงข้ามกับขา D กับขา S การจ่ายไบอัสที่ถูกต้องให้ JFET ชนิด P แชนแนล ต้องจ่ายไบอัสให้ในลักษณะเดียวกับชนิด N แชนแนล คือ จ่ายไบอัสตรงให้ขา S จ่ายไบอัสกลับให้ขา D กับขา G เทียบกับขา S ลักษณะวงจรไบอัสเบื้องต้น แสดงดังภาพที่ ข.5



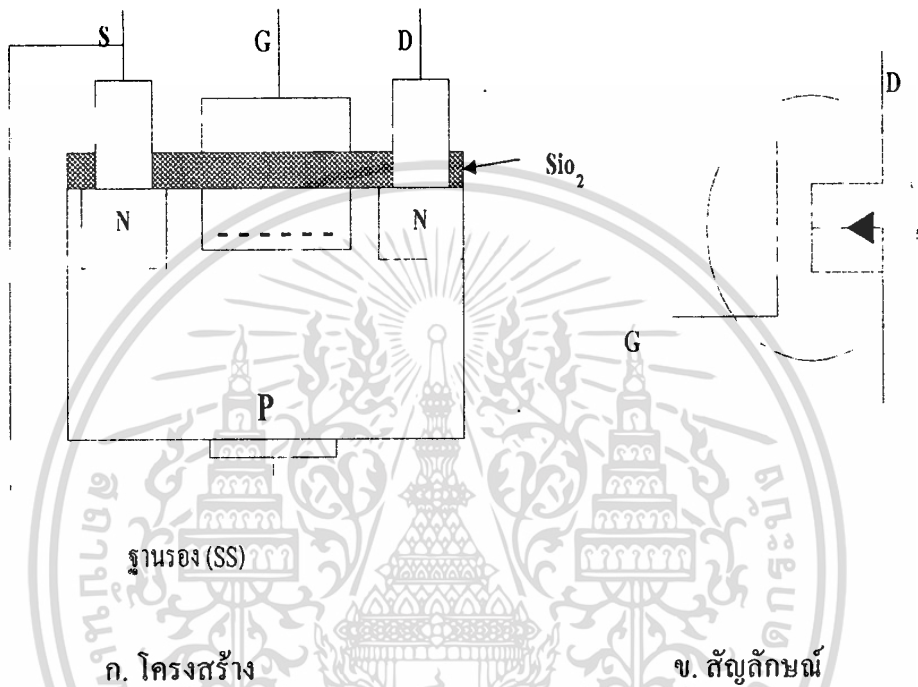
ภาพที่ ข.5 วงจรไบอัสเบื้องต้นของ JFET ชนิด P แชนแนล

จากภาพที่ ข.5 เป็นวงจรไบอัสเบื้องต้นของ JFET ชนิด P แชนแนล การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ ถ้าจ่ายไบอัสให้เฉพาะขา D กับขา S ด้วยแรงดัน V_{DD} จะมีกระแส I_D ไหลผ่านระหว่างขา S กับขา D สูงมากค่าหนึ่ง มีกระแสคงที่ตลอดเวลา นั่นคือ JFET ทำงานเมื่อจ่ายแรงดัน V_{GG} เป็นบวกให้ขา G เทียบกับขา S เป็นการจ่ายไบอัสกลับให้รอยต่อขา G กับขา S เหมือนกับการจ่ายไบอัสกลับให้ไดโอด ทำให้เกิดแบตเตอรี่สมมติหรือดีฟิชั่นริจินขึ้นระหว่างรอยต่อ PN ดีฟิชั่นริจินนี้เป็นตัวขัดขวางการไหลของกระแส I_D ที่ไหลระหว่างขา S กับขา D ให้ไหลได้น้อยลง ยิ่งจ่ายไบอัสกลับให้ขา G มากขึ้น ดีฟิชั่นริจินระหว่างรอยต่อ PN จะยิ่งกว้างขึ้น ยิ่งเกิดการต้านกระแส I_D ให้ไหลน้อยลงไปอีก นั่นคือเกิดความต้านทานระหว่างขา D กับขา S มีค่ามากขึ้น ค่าความต้านทานนี้เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย กระแส I_D ที่ไหลเปลี่ยนแปลงนี้สามารถควบคุมได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัน V_{GG}

1.5 ดีฟิชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล

MOSFET จะมีโครงสร้างที่แตกต่างไปจาก JFET โดยสิ้นเชิง เพราะส่วนที่สร้างเป็นขา G ของ MOSFET ถูกสร้างขึ้นโดยไม่ถูกต่อชนกับส่วน D และ S แต่แยกตัวเป็นอิสระ โดยมีแนวชั้นกลางคล้ายตัวเก็บประจุ ส่วน D และ S ถูกสร้างขึ้นบนฐานรองสารกึ่งตัวนำหรือซับสเตรด (Substrate) ที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้ามกับส่วน D และ S และขบวนการผลิต MOSFET เป็นขบวนการเดียวกับการผลิต IC

ดีฟลิชั่น MOSFET ชนิด N แชนแนล เป็น MOSFET ที่ส่วนของ D และ S เป็นสารชนิด N ถูกสร้างขึ้นบนฐานรอง (SS) ชนิด P ส่วนที่เป็น D และ S ถูกต่อถึงกันด้วยฐานรองที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกับสารส่วน D และ S ส่วนของ G ถูกแยกออกไปต่างหาก โดยมีฉนวนซิลิกอนไดออกไซด์ (Silicon Dioxide) หรือ SiO_2 ชั้นกลาง ส่วนของ G เป็นแผ่นโลหะมีคุณสมบัติเหมือนเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกับฐานรอง (SS) โครงสร้างแสดงดังภาพที่ ข.6



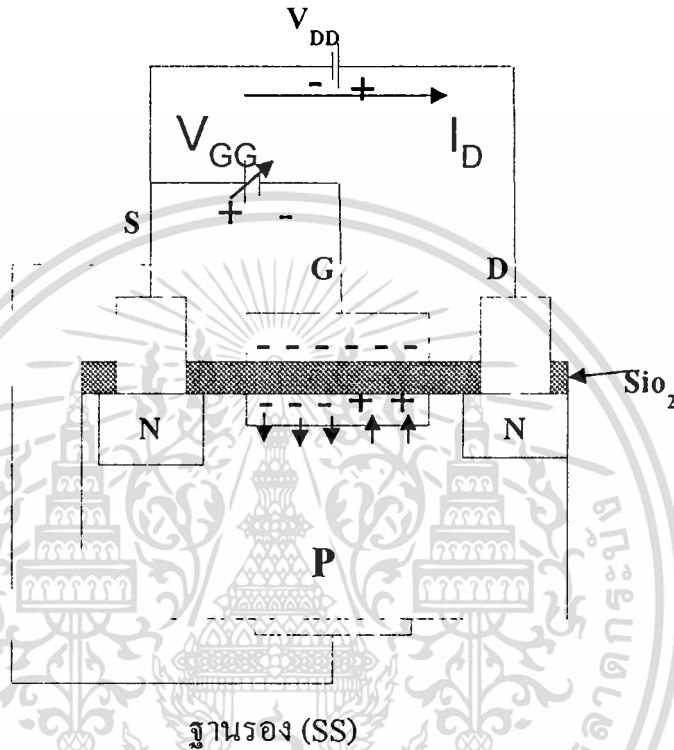
ภาพที่ ข.6 ดีฟลิชั่น MOSFET ชนิด N

จากภาพที่ ข.6 เป็นโครงสร้างและสัญลักษณ์ของดีฟลิชั่น MOSFET ชนิด N แชนแนล แชนแนลของ MOSFET คูได้จากสารที่นำมาสร้างเป็นส่วน D และ S ถ้าเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดใด ก็เป็นแชนแนลของชนิดขั้ว เช่นเป็นสารชนิด N ก็เป็น N แชนแนล หรือเป็นสารชนิด P ก็เป็น P แชนแนล ส่วนสารกึ่งตัวนำที่เป็นฐานรอง (SS) ต้องเป็นสารชนิดตรงข้ามกับแชนแนลเสมอ

ในภาพที่ ข.6 (ข) เป็นสัญลักษณ์ของดีฟลิชั่น MOSFET ชนิด N แชนแนล มีขา G เขียนแยกออกต่างหาก เพราะถูกฉนวน SiO_2 ชั้นกลาง ส่วนของ D และ S เขียนต่อถึงกัน แสดงให้ทราบว่าส่วน D และ S ต่อถึงกันภายในตัวของดีฟลิชั่น MOSFET สัญลักษณ์หัวลูกศรแสดงไว้ที่ฐานรอง (SS) หัวลูกศรชี้เข้าแสดงว่าเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P (ใช้หลักการจำคือบวกเข้า ลบออก) ส่วน D และ S ใช้สารชนิดตรงข้าม คือสารชนิด N การต่อใช้งานของ

MOSFET ขาฐานรอง (SS) ต้องต่อเข้ากับขา S เสมอ จึงเขียนสัญลักษณ์ให้ขาฐานรอง (SS) ต่อกับขา S ทำให้มีขาต่อออกใช้งานจริงเพียง 3 ขา

การจ่ายไบอัสที่ถูกต้องให้ดีฟิชั่น MOSFET เหมือนกับการจ่ายไบอัสให้กับ JFET คือ จ่ายไบอัสตรงให้ขา S จ่ายไบอัสกลับให้ขา D กับขา G เทียบกับขา S ลักษณะวงจรไบอัสเบื้องต้นแสดงดังภาพที่ ข.7



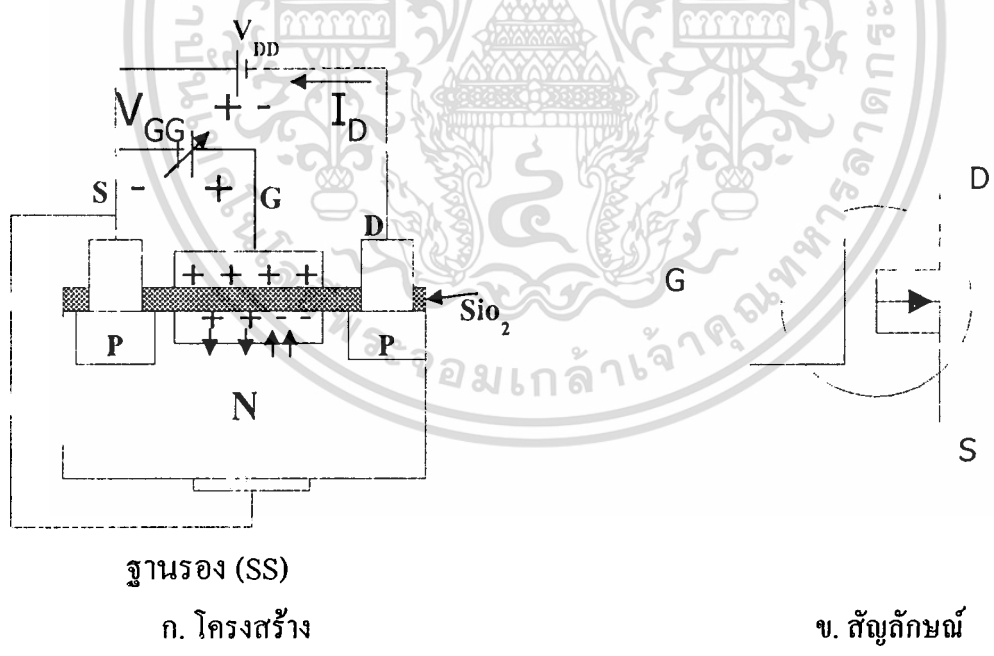
ภาพที่ ข.7 วงจรไบอัสเบื้องต้นของดีฟิชั่น MOSFET ชนิด N แชนแนล

จากภาพที่ ข.7 เป็นวงจรไบอัสเบื้องต้นของดีฟิชั่น MOSFET ชนิด N แชนแนลการทำงาน ของ วงจรอธิบายได้ดังนี้ ถ้าจ่ายไบอัสเฉพาะขา D กับขา S ด้วยแรงดัน V_{DD} จะมีกระแส I_D ไหลผ่านระหว่างขา D กับขา S สูงมากค่าหนึ่ง มีค่ากระแสไหลคงที่ตลอดเวลา นั่นคือ ดีฟิชั่น MOSFET ทำงาน เมื่อจ่ายแรงดันลบ V_{GG} ให้ขา G เทียบกับขา S เป็นการจ่ายไบอัสกลับให้ขา G และขา S สักลบทที่ขา G จะผลักให้อิเล็กตรอนอิสระระหว่างรอยต่อ D และ S เคลื่อนที่ออกไป และดึงโฮลเข้าไปแทนที่ ทำให้สารกึ่งตัวนำระหว่างรอยต่อ D และ S เปลี่ยนสภาพจากสารกึ่งตัวนำชนิด N เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P ด้านการไหลของกระแส I_D ที่ไหลจากขา D ไปขา S ให้ไหลได้น้อยลง

ถ้าปรับแรงดันไบอัสกลับที่จ่ายให้ขา G กับขา S มากขึ้น ศักย์ลบที่ขา G จะผลักอิเล็กตรอนอิสระออกไปจากสารระหว่างรอยต่อ D และ S มากขึ้น ดึงโฮลเข้ามาแทนที่มากขึ้น สภาพสารระหว่างรอยต่อ D และ S เปลี่ยนสภาพไปเป็นสารชนิด P มากขึ้น ด้านกระแส I_D ให้ไหลได้ยิ่งน้อยลง ในทางตรงข้ามถ้าจ่ายแรงดันไบอัสกลับที่ขา G กับขา S ให้ยิ่งน้อยลง ศักย์ลบที่ขา G จะผลักอิเล็กตรอนอิสระออกไปจากสารระหว่างรอยต่อ D และ S ได้น้อย กระแส I_D ไหลได้มากขึ้น สามารถควบคุมการทำงานของดีฟลิชัน MOSFET ชนิด N แชนแนลได้ ซึ่งจะเหมือนกับการทำงานของ JFET ชนิด N แชนแนล

1.6 ดีฟลิชันมอสเฟตชนิดพีแชนแนล

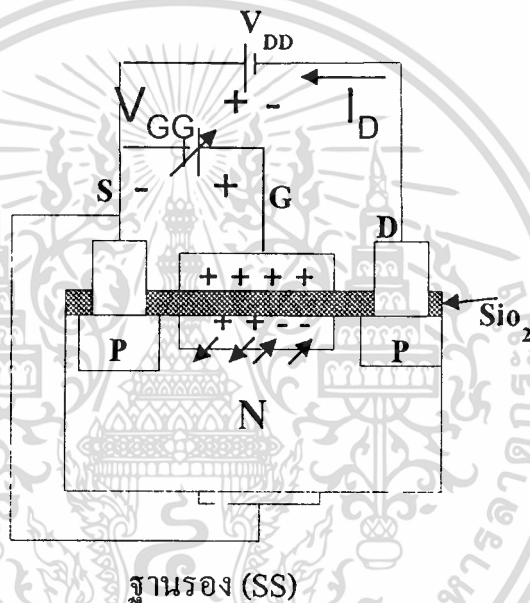
ดีฟลิชัน MOSFET ชนิด P แชนแนล เป็น MOSFET ที่ส่วนของ D และ S เป็นสารชนิด P ถูกสร้างขึ้นบนฐานรอง (SS) ชนิด N สารส่วนที่เป็น D และ S ถูกต่อถึงกันด้วยฐานรอง ที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกับสารส่วน D และ S ส่วนของ G ถูกแยกออกไปต่างหากโดยมีฉนวนซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ชั้นกลาง ส่วนของ G เป็นแผ่นโลหะ มีคุณสมบัติเสมือนเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกับฐานรอง (SS) โครงสร้างแสดงดังภาพที่ ข.8



ภาพที่ ข.8 ดีฟลิชัน MOSFET ชนิด P แชนแนล

จากภาพที่ ข.8 เป็นโครงสร้างและสัญลักษณ์ของดีฟลิซัน MOSFET ชนิด P แชนแนล ในภาพที่ ข.8 (ข) เป็นสัญลักษณ์ของดีฟลิซัน MOSFET ชนิด P แชนแนล สัญลักษณ์หัวถูกสรซึ่งออกแสดงไว้ที่ฐานรอง (SS) บอกให้ทราบว่าฐานรอง (SS) เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N ส่วน D กับ S ใช้สารชนิดตรงข้ามคือสารชนิด P การต่อใช้งานหาฐานรอง (SS) ต้องต่อเข้ากับ S เสมอ

การจ่ายไบอัสที่ถูกต้องให้ดีฟลิซัน MOSFET ชนิด P แชนแนล จะจ่ายไบอัสเหมือนกับ JFET ชนิด P แชนแนล คือจ่ายลบ V_{DD} ให้ขา D เทียบกับขา S และจ่ายบวก V_{GG} ให้ขา G เทียบกับขา S ลักษณะวงจรไบอัสเบื้องต้นแสดงดังภาพที่ ข.9



ภาพที่ ข.9 วงจรไบอัสเบื้องต้นของดีฟลิซัน MOSFET ชนิด P แชนแนล

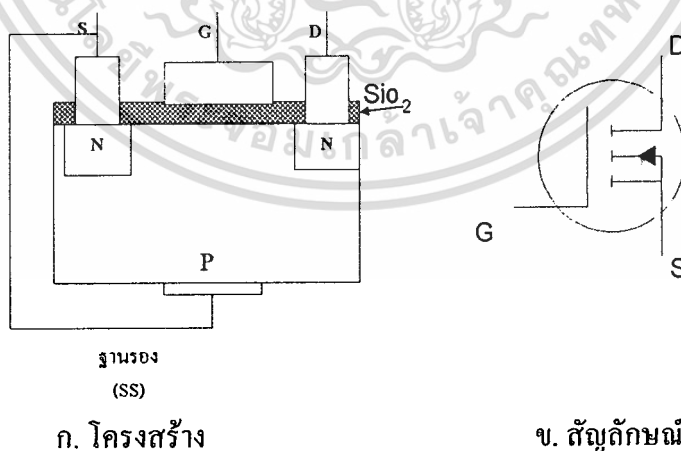
จากภาพที่ ข.9 เป็นวงจรไบอัสเบื้องต้นของดีฟลิซัน MOSFET ชนิด P แชนแนล การทำงานของ วงจรอธิบายได้ดังนี้ ถ้าจ่ายไบอัสเฉพาะขา D กับขา S ด้วยแรงดัน V_{DD} จะมีกระแส I_D ไหลผ่านระหว่างขา D กับขา S สูงมากค่าหนึ่งมีค่ากระแสที่ตลอดเวลานั้นคือ ดีฟลิซัน MOSFET ทำงานเมื่อจ่ายแรงดันบวก V_{GG} ให้ขา G เทียบกับขา S เป็นการจ่ายไบอัส กลับให้ขา G และขา S ศักย์บวกที่ขา G จะผลักดันให้โฮลระหว่างรอยต่อ D และ S เคลื่อนที่ออกไปและดึงอิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่ ทำให้สารกึ่งตัวนำระหว่างรอยต่อ D และ S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N เหมือนฐานรอง (SS) ด้านการไหลของกระแส I_D ที่ไหล

จากขา S ไปขา D ให้ไหลได้น้อยลง ถ้าจ่ายไบอัสกลับที่ขา G กับขา S มากขึ้น ศักย์บวกที่ขา G จะผลักโฮลออกไปมากขึ้นจึงอิเล็กตรอนอิสระเข้ามาแทนที่มากขึ้น สารระหว่างรอยต่อ D และ S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N มากขึ้น ด้านกระแส I_D ให้ไหลได้ยังน้อยลงในทางตรงข้ามถ้าจ่ายไบอัสกลับที่ขา G กับขา S ให้ยังน้อยลง ศักย์บวกที่ขา G จะผลักโฮลออกไปน้อยลง จึงอิเล็กตรอนอิสระเข้ามาแทนที่น้อยลง ที่สารระหว่างรอยต่อ D และ S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N น้อยลง ด้านกระแส I_D ได้น้อยลง กระแส I_D ไหลได้มากขึ้น สามารถควบคุมการทำงานของดีฟลิชัน MOSFET ชนิด P แชนแนลได้ ซึ่งจะเหมือนกับการทำงานของ JFET ชนิด P แชนแนล

1.7 เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล

เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET มีโครงสร้างคล้ายกับดีฟลิชัน MOSFET คือขา G ถูกแยกออกเป็นอิสระโดยมีแนวซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ชั้นกลางเช่นเดียวกัน ส่วนของ D และ S ถูกสร้างขึ้นบนฐานรอง (SS) ที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้ามเช่นเดียวกัน ส่วนที่แตกต่างจากดีฟลิชัน MOSFET ตรงที่สารกึ่งตัวนำระหว่างรอยต่อของ D และ S เป็นชนิดตรงข้าม คือเป็นชนิดเดียวกับฐานรอง (SS) ทำให้แยกส่วนของ D และ S ออกจากกัน

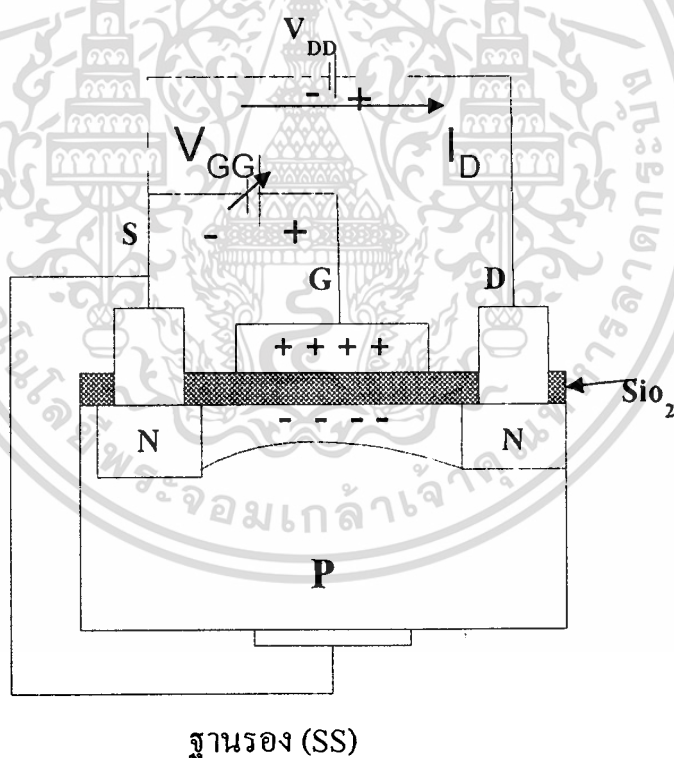
เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด N แชนแนล เป็น MOSFET ที่ส่วนของ D และ S เป็นสารชนิด N ถูกสร้างขึ้นบนฐานรอง (SS) ชนิด P ส่วนของ D และ S ถูกแยกออกจากกันด้วยฐานรอง (SS) โครงสร้างแสดงดังภาพที่ ข.10



ภาพที่ ข.10 เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด N แชนแนล

จากภาพที่ ข.10 เป็นโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด N แชนแนล แชนแนลของ MOSFET ดูได้จากสารที่นำมาสร้างเป็นส่วน D และ S ถ้าใช้สารกึ่งตัวนำชนิด N ก็เป็น N แชนแนล ถ้าใช้สารกึ่งตัวนำชนิด P ก็เป็น P แชนแนล ส่วนภาพที่ ข.10 (ข) เป็นสัญลักษณ์ของ เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด N แชนแนล ส่วนของ D และ S ถูกเขียนแยกออกจากกันเป็นเส้นประ บอกให้ทราบว่าส่วน D และ S ไม่ต่อถึงกัน และส่วนของ G ก็ถูกแยกออก เพราะถูกฉนวนซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ขึ้นไว้ สัญลักษณ์ลูกศรชี้เข้าแสดงไว้ที่ส่วนฐานรอง (SS) บอกให้ทราบว่าสารกึ่งตัวนำของฐานรอง (SS) เป็นชนิด P (ใช้หลักการจำบวกเข้า ลบออก) ส่วน D และ S ใช้สารชนิดตรงข้ามคือชนิด N การต่อใช้งานของ MOSFET ขาฐานรอง (SS) ต้องต่อเข้ากับ S เสมอ จึงเขียนสัญลักษณ์ให้ขาฐานรอง (SS) ต่อกับขา S เหลือขาใช้งานเพียง 3 ขาคือ D, ขา S, และขา G

การจ่ายไบอัสให้เอนทรานซ์เมนต์ MOSFET ต้องจ่ายไบอัสดังนี้ จ่ายไบอัสตรงให้ขา G กับขา S เทียบกัน จ่ายไบอัสกลับให้ขา D ลักษณะวงจรไบอัสเบื้องต้น แสดงดังภาพที่ ข.11



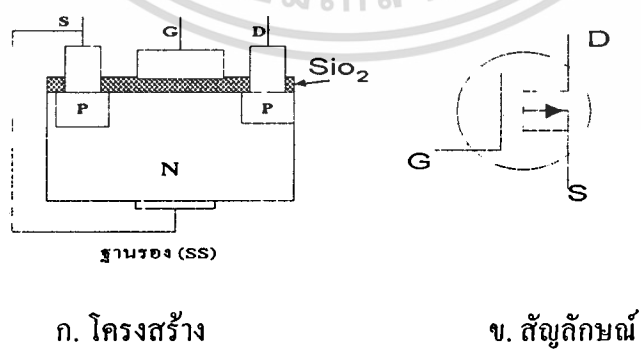
ภาพที่ ข.11 วงจรไบอัสเบื้องต้นของ เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด N แชนแนล

จากภาพที่ ข.11 เป็นวงจรไบอัสเบื้องต้นของเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด N แชนแนลการทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ ถ้าจ่ายไบอัสเฉพาะขา D กับขา S ด้วยแรงดัน V_{DD} จะไม่มีกระแส I_D ไหลในวงจรระหว่างขา D กับขา S เพราะขา D กับขา S ภายในถูกขึ้นด้วยฐานรอง (SS) ที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้าม เกิดความต้านทานสูงระหว่างรอยต่อส่วนของ D กับ S ด้านการไหลของกระแส I_D นั่นคือเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ไม่ทำงานเมื่อจ่ายแรงดันบวก V_{DD} ให้ขา G เทียบกับขา S เป็นการจ่ายไบอัสตรงให้ขา G กับขา S ศักย์บวกที่ขา G จะผลักให้โฮลที่สารระหว่างรอยต่อ D กับ S เคลื่อนที่ออกไป และดึงอิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่ ทำให้สารกึ่งตัวนำระหว่างรอยต่อ D กับ S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N เหมือนกับ D และ S ต่อสารกึ่งตัวนำ D กับ S เข้าด้วยกัน เกิดกระแส I_D ไหลในวงจร

ถ้าจ่ายไบอัสตรงที่ขา G กับขา S น้อยศักย์บวกที่ขา G จะผลักโฮลออกไปน้อยดึงอิเล็กตรอนเข้ามาแทนที่น้อยสารระหว่างรอยต่อ D กับ S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N น้อย เกิดกระแส I_D ไหลน้อยถ้าจ่ายไบอัสตรงที่ขา G กับขา S มากศักย์บวกที่ขา G ผลักโฮลออกไปมากดึงอิเล็กตรอนอิสระเข้ามาแทนที่มาก สารระหว่างรอยต่อ D กับ S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N มากเกิดกระแส I_D ไหลมาก สามารถควบคุมการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด N แชนแนลได้ ลักษณะการทำงานเหมือน NPN ทรานซิสเตอร์

1.8 เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแชนแนล

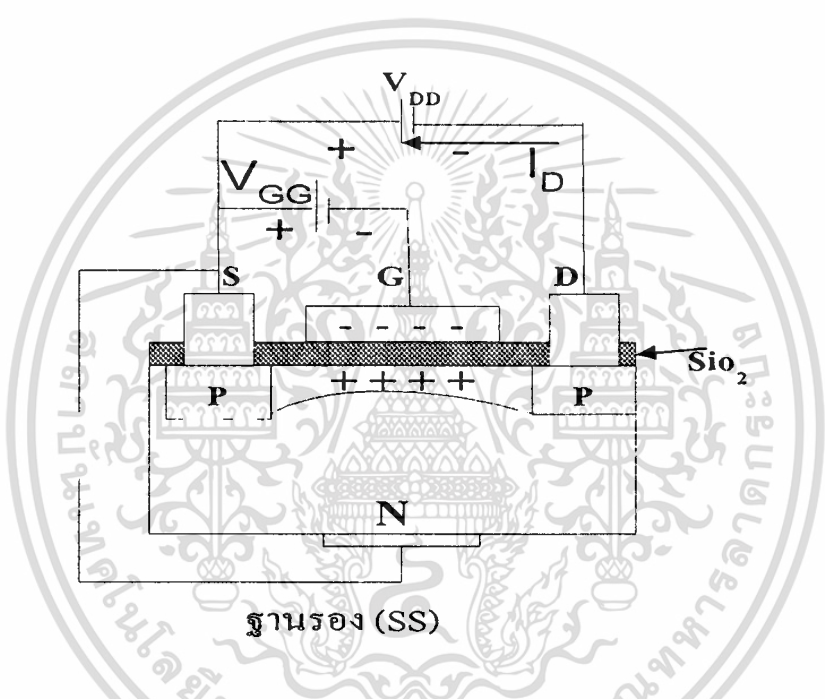
เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด P แชนแนล เป็น MOSFET ที่ส่วน D กับ S เป็นสารชนิด P ถูกสร้างขึ้นบนฐานรอง (SS) ชนิด N สารส่วน D กับ S ถูกแยกออกจากกันด้วยฐานรอง (SS) ที่เป็นสารชนิด N ขา G ถูกแยกออกไปอย่างอิสระ มีฉนวนซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ชั้นกลาง โครงสร้างแสดงดังภาพที่ ข.12



ภาพที่ ข.12 เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด P แชนแนล

จากภาพที่ ข.12 เป็นโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด P แชนแนลโดยมีส่วนของ D กับ S เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P ในภาพที่ ข.12 (ข) เป็นสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด P แชนแนล สัญลักษณ์ถูกสรุข้อแสดงไว้ที่ฐานรอง (SS) บอกให้ทราบว่าฐานรอง (SS) เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N ส่วน D กับ S ใช้สารชนิดตรงข้ามคือชนิด P การต่อใช้งานของฐานรอง (SS) ต้องต่อเข้ากับขา S เสมอ

การจ่ายไบอัสที่ถูกต้องให้เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด P แชนแนล คือจ่ายบวก V_{DD} ให้ขา S และจ่ายลบให้ขา D ส่วนแรงดัน V_{GG} จ่ายลบให้ขา G และจ่ายบวกให้ขา S ลักษณะของวงจรดังภาพที่ ข.13



ภาพที่ ข.13 วงจรไบอัสเบื้องต้นของเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด N แชนแนล

จากภาพที่ ข.13 เป็นวงจรไบอัสเบื้องต้นของเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด P แชนแนล การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ ถ้าจ่ายไบอัสเฉพาะขา D กับขา S ด้วยแรงดัน V_{DD} จะไม่มีกระแส I_D ไหลในวงจรระหว่างขา D กับขา S ภายในถูกขั้วด้วยฐานรอง (SS) ที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดตรงข้าม เกิดความต้านทานสูงระหว่างรอยต่อส่วนของ D กับ S ด้านการไหลของกระแส I_D นั่นคือเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ไม่ทำงาน เมื่อจ่ายแรงดันลบ V_{GG} ให้ขา G เทียบกับขา S เป็นการจ่ายไบอัสตรงให้ขา G กับขา S ตักยลบที่ขา G จะผลักดันให้อิเล็กตรอนอิสระที่สารระหว่างรอยต่อ D กับ S เคลื่อนที่ออกไป คึงไหลเข้าไปแทนที่ทำให้สารกึ่งตัวนำระหว่าง

รอยต่อ D กับ S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P เหมือนกับ D กับ S ต่อสารกึ่งตัวนำ D กับ S เข้าด้วยกัน ทำให้เป็นกระแส I_D ไหลในวงจร

ถ้าจ่ายไบอัสตรงที่ขา G กับขา S น้อย เกิดการดึงโฮลเข้าแทนที่สารระหว่างรอยต่อ D กับ S น้อย กระแส I_D ก็ไหลน้อย ถ้าจ่ายไบอัสตรงที่ขา G กับขา S มาก เกิดการดึงโฮลเข้าแทนที่สารระหว่างรอยต่อ D กับ S มาก กระแส I_D ไหลมาก สามารถควบคุมการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET ชนิด P แชนแนลได้ ลักษณะการทำงานเหมือน PNP ทรานซิสเตอร์

บทสรุป

เฟตเป็นทรานซิสเตอร์ชนิดหนึ่ง มีโครงสร้างแตกต่างไปจากทรานซิสเตอร์ทั่วไปและมีข้อดีกว่าทรานซิสเตอร์ทั่วไปหลายประการคือ ต่อขยายหลายภาคได้ดี ทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ดี มีสัญญาณรบกวนต่ำ มีอิมพีแดนซ์สูง เป็นต้น

เฟตแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ JFET และ MOSFET โครงสร้างมี 2 ชนิด คือ P แชนแนลและ N แชนแนล MOSFET ยังแบ่งย่อยออกได้เป็นดีฟลิชัน MOSFET และ เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET

JFET นั้นส่วนของเกต, เดรน และซอส ถูกต่อถึงกันทั้งหมด การจ่ายไบอัสให้ JFET ทำงานต้องจ่ายไบอัสตรงให้ขา S จ่ายไบอัสกลับให้ขา D กับขา G เทียบกับ S JFET ทำงานเหมือนหลอดสุญญากาศ

ดีฟลิชัน MOSFET ส่วนของเกตถูกแยกออกต่างหากจากส่วนเดรนและซอสโดยใช้ฉนวน SiO_2 ขึ้นไว้ ส่วนของเดรนและซอสถูกต่อถึงกันด้วยฐานรอง (SS) ที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกับส่วนเดรนและซอส การจ่ายไบอัสให้ดีฟลิชัน MOSFET ต้องจ่ายไบอัสตรงให้ขา S จ่ายไบอัสกลับให้ขา D กับขา G เทียบกับ S เหมือนการจ่ายไบอัสให้ JFET

เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET มีโครงสร้างเหมือนดีฟลิชัน MOSFET แตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของเดรนและซอสที่ไม่ต่อถึงกัน การจ่ายไบอัสให้เอนฮานซ์เมนต์ MOSFET จ่ายไบอัสตรงให้ขา G กับขา S เทียบ และจ่ายไบอัสกลับให้ขา D ทำให้การทำงานของเอนฮานซ์เมนต์ MOSFET เหมือนการทำงานของทรานซิสเตอร์



ภาคผนวก ค
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 แสดงน้ำหนักความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับ
เนื้อหารายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟด

หัวข้อการสอน / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมเชิงความรู้						รวม	ลำดับ
	รู้	ใจ	ใช้	วิ	สัง	ประ		
1. เจฟเทคนิคเอ็นแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของเจฟเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเจฟเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเจฟเทคนิคเอ็นแซนแนลได้	8	8	5	6	-	-	27 13.1%	6
2. เจฟเทคนิคพีแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของเจฟเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเจฟเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเจฟเทคนิคพีแซนแนลได้	8	9	6	6	-	-	29 14%	5
3. ดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้	8	9	6	6	5	-	34 16.5%	4
4. ดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคพีแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้	8	8	6	8	5	-	35 17%	3
5. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้	8	8	7	8	5	5	41 20%	1
6. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้	8	8	6	7	5	6	40 19.4%	2
รวม	48	50	36	41	20	11	206 100%	
ลำดับความสำคัญ	2	1	4	3	5	6		

รู้ = ความรู้ ความจำ, ใจ = ความเข้าใจ, ใช้ = ประยุกต์ใช้, วิ = วิเคราะห์, สัง = สังเคราะห์, ประ = ประเมินค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดน้ำหนักและความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้ค่าอันดับเชิงคุณภาพดังนี้

9-10	หมายถึง	วัตถุประสงค์การสอนเนื้อหามีความสำคัญมากที่สุด
7-8	หมายถึง	วัตถุประสงค์การสอนเนื้อหามีความสำคัญมาก
5-6	หมายถึง	วัตถุประสงค์การสอนเนื้อหามีความสำคัญปานกลาง
3-4	หมายถึง	วัตถุประสงค์การสอนเนื้อหามีความสำคัญน้อย
1-2	หมายถึง	วัตถุประสงค์การสอนเนื้อหามีความสำคัญน้อยที่สุด

จากตารางที่ ค.1 แสดงว่าเนื้อหาเรื่องเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนลมีความสำคัญที่สุด และในการสอนต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทางด้านความเข้าใจมากที่สุด จากตารางที่ ค.1 นำไปหาสัดส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาในรายวิชาเรื่อง เฟต โดยแปลงจากคะแนนเต็ม 206 คะแนน ให้เหลือ 30 คะแนน และปิดจากจำนวนเศษส่วนให้เป็นจำนวนเต็ม ดังแสดงในตารางที่ค.2-ค.3



ตารางที่ ค.2 แสดงสัดส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหารายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรเรื่อง เฟด โดยแปลงคะแนนจาก 206 คะแนนเป็น 30 คะแนน (เป็นทศนิยม)

หัวข้อการสอน / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมเชิงความรู้						รวม
	รู้	ใจ	ใช้	วิ	สัง	ประ	
1. เจฟเทคนิคเอ็นแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของเจฟเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเจฟเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเจฟเทคนิคเอ็นแซนแนลได้	1.16	1.16	0.78	0.89	-	-	3.99
2. เจฟเทคนิคพีแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของเจฟเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเจฟเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเจฟเทคนิคพีแซนแนลได้	1.16	1.30	0.88	0.88	-	-	4.22
3. ดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้	1.16	1.3	0.89	0.89	0.71	-	4.95
4. ดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคพีแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของดีฟลิชั่นมอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้	1.16	1.16	0.89	1.16	0.73	-	5.10
5. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคเอ็นแซนแนลได้	1.16	1.16	1.02	1.16	0.7	0.7	5.90
6. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแซนแนล - อธิบายโครงสร้างของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตเทคนิคพีแซนแนลได้	1.16	1.16	0.89	1.00	0.74	0.89	5.84
รวม	6.96	7.24	4.9	5.72	2.80	1.5	30

รู้ = ความรู้, ความจำ, ใจ = ความเข้าใจ, ใช้ = ประยุกต์ใช้, วิ = วิเคราะห์, สัง = สังเคราะห์, ประ = ประเมินค่า

ตารางที่ ก.3 แสดงสัดส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหารายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง เฟต โดยแปลงคะแนนจาก 206 คะแนนเป็น 30 คะแนน (ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

หัวข้อการสอน / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมเชิงความรู้						รวม
	รู้	ใจ	ใช้	วิ	สัง	ประ	
1. เจฟต์ชนิดเอ็นแชนแนล - อธิบายโครงสร้างของเจฟต์ชนิดเอ็นแชนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเจฟต์ชนิดเอ็นแชนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเจฟต์ชนิดเอ็นแชนแนลได้	1	1	1	1	-	-	4
2. เจฟต์ชนิดพีแชนแนล - อธิบายโครงสร้างของเจฟต์ชนิดพีแชนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเจฟต์ชนิดพีแชนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเจฟต์ชนิดพีแชนแนลได้	1	1	1	1	-	-	4
3. ดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล - อธิบายโครงสร้างของดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนลได้ - อธิบายการทำงานของดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนลได้	1	1	1	1	1	-	5
4. ดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดพีแชนแนล - อธิบายโครงสร้างของดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดพีแชนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดพีแชนแนลได้ - อธิบายการทำงานของดิฟลิชั่นมอสเฟตชนิดพีแชนแนลได้	1	1	1	1	1	-	5
5. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล - อธิบายโครงสร้างของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนลได้	1	1	1	1	1	1	6
6. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแชนแนล - อธิบายโครงสร้างของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแชนแนลได้ - อธิบายสัญลักษณ์ของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแชนแนลได้ - อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแชนแนลได้	1	1	1	1	1	1	6
รวม	6	6	6	6	4	2	30

ตารางที่ ค.4 กำหนดความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการออกแบบทดสอบ

หัวข้อการสอบ	พฤติกรรมเชิงความรู้						รวม	ลำดับ ที่
	รู้	ใจ	ใช้	วิ	ตั้ง	ประ		
1. เจฟเทคนิคเอ็นแซนแนล	1	1	1	1	-	-	4	6
2. เจฟเทคนิคพีแซนแนล	1	1	1	1	-	-	4	5
3. ดิพลีชั่นมอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนล	1	1	1	1	1	-	5	4
4. ดิพลีชั่นมอสเฟตชนิดพีแซนแนล	1	1	1	1	1	-	5	3
5. เกนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนล	1	1	1	1	1	1	6	1
6. เกนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดพีแซนแนล	1	1	1	1	1	1	6	2
รวม	6	6	6	6	4	2	30	
ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	2	1	3	4	5	6		

รู้ = ความรู้ ความจำ, ใจ = ความเข้าใจ, ใช้ = ประยุกต์ใช้, วิ = วิเคราะห์, ตั้ง = ตั้งเคราะห์, ประ = ประเมินค่า

จำนวนข้อสอบแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาแต่ละหน่วย ได้จำนวน 30 ข้อ โดยเรียงลำดับความสำคัญทางด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาดังตารางที่ ค.4 ซึ่งนำไปใช้ทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต

คำชี้แจง จงเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อดีของเฟตที่ดีกว่าทรานซิสเตอร์ ข้อใดไม่ถูกต้อง(วิเคราะห์)
 - ก. ทนกำลังไฟฟ้าได้สูงกว่า
 - ข. อินพุตอิมพีแดนซ์มีค่าสูงกว่าทรานซิสเตอร์
 - ค. อุณหภูมิมีผลต่อเฟตน้อยและทำงานได้ดีที่อุณหภูมิสูง
 - ง. มีสัญญาณรบกวนต่ำ ใช้นับการขยายสัญญาณอัตราขยายสัญญาณต่ำได้
2. แชนแนลของเฟต ดูได้จากขาใดของเฟต (ความรู้)
 - ก. เกต
 - ข. เดรน
 - ค. ซอร์ส
 - ง. เดรนและซอร์ส
3. เมื่อต้องการนำเฟตไปใช้งาน ขาเกตของเฟตต้องจ่ายไบอัสตรงจึงจะทำงาน ต้องใช้เฟตชนิดใด (นำไปใช้)
 - ก. เจเฟต
 - ข. มอสเฟต
 - ค. ดิฟฟิชั่นมอสเฟต
 - ง. เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต
4. ข้อใดคือข้อแตกต่างของเฟตกับทรานซิสเตอร์ (วิเคราะห์)
 - ก. เฟตเป็นอุปกรณ์ชนิด Bipolar
ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ชนิด Unipolar
 - ข. ทรานซิสเตอร์ใช้แรงดันควบคุมการทำงาน เฟตใช้กระแสควบคุมการทำงาน
 - ค. เฟตเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N ส่วน
ทรานซิสเตอร์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P
 - ง. ทรานซิสเตอร์ใช้กระแสควบคุมการทำงาน เฟตใช้แรงดันควบคุมการทำงาน
5. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
 - ก. เฟตทำจากสารกึ่งตัวนำ
 - ข. เฟตมีขาคู่ใช้งานมากกว่าทรานซิสเตอร์
 - ค. เฟตทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่าทรานซิสเตอร์
 - ง. ทรานซิสเตอร์และเฟตสามารถใช้ทำเป็น IC ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ถ้าต้องการให้กระแส I_D ของเจฟต ชนิด N ไหลในวงจร สามารถควบคุมได้ด้วยข้อใดต่อไปนี้ (นำไปใช้)
- I_S
 - V_{DD}
 - V_{GG}
 - V_{DS}
7. เมื่อจ่ายไบอัสกลับให้ขาเกตเพิ่มมากขึ้น เจฟตจะเกิดผลอย่างไร (นำไปใช้)
- กระแส I_D ไหลได้น้อย
 - กระแส I_D ไหลได้มากขึ้น
 - แรงดัน V_{DD} มีค่ามากขึ้น
 - แรงดัน V_{DD} มีค่าน้อยลง
8. เจฟต แตกต่างจาก มอสเฟตด้วยเหตุผลใด (วิเคราะห์)
- ขา G ไม่ต่อชนกับส่วนของขา D และขา S
 - ขา D ไม่ต่อชนกับส่วนของขา G และขา S
 - ใช้สารกึ่งตัวนำชนิดต่างกัน
 - สัญลักษณ์หัวลูกศรชี้เข้าออกต่างกัน
9. ขาเกต ถูกกั้นกลางด้วยสารชนิดใด(ความรู้)
- อินเดียม
 - แกลเซียมออกไซด์
 - แกลเซียมอาเซไนด์
 - ซิลิกอนไดออกไซด์
10. ฟิวด์เอฟเฟกทรานซิสเตอร์ หมายถึงข้อใด(ความรู้)
- ทรานซิสเตอร์ที่ทำงาน โดยใช้กระแสควบคุม
 - ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานด้วยการใช้ขั้วแม่เหล็ก
 - ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานด้วยการป้อนแหล่งจ่าย
 - ทรานซิสเตอร์ที่ทำงานเนื่องจากผลของสนามไฟฟ้า
11. ขาของฐานรองซับสเตรต (SS) ต่อเข้ากับขาใดของดีฟลิชั่นมอสเฟต(ความเข้าใจ)
- ขา G
 - ขา D
 - ขา S
 - ขา G และขา S
12. ข้อใดบอถึงความแตกต่างระหว่างดีฟลิชั่นมอสเฟตกับเอนฮารันเมนต์มอสเฟต(วิเคราะห์)
- สารกึ่งตัวนำระหว่างขา D และขา S เป็นชนิดตรงข้ามกับสารที่ฐานรอง
 - สารกึ่งตัวนำระหว่างขา D และขา S เป็นชนิดเดียวกันสารที่ฐานรอง
 - สารกึ่งตัวนำระหว่างขา G และขา S เป็นชนิดตรงกันข้ามกัน
 - สารกึ่งตัวนำระหว่างขา G และขา D เป็นชนิดตรงกันข้ามกัน

13. สัญลักษณ์ของเฟตชนิดต่างๆ ถ้าหัวลูกศรชี้เข้าหมายถึงข้อใด(ความเข้าใจ)
- เป็นเฟตชนิด N แชนแนล
 - เป็นเฟตชนิด P แชนแนล
 - ดิฟฟิชั่นมอสเฟต ชนิด P แชนแนล
 - ดิฟฟิชั่นมอสเฟต ชนิด N แชนแนล
14. เหตุใดเจเฟตมีหลักการทำงานเหมือนกับหลอดสุญญากาศ(ความเข้าใจ)
- ใช้พลังงานไฟฟ้าควบคุมเหมือนกัน
 - ใช้สนามแม่เหล็กควบคุมกระแสเหมือนกัน
 - ใช้กระแสควบคุมการทำงานเหมือนกัน
 - ใช้แรงดันที่เกิดจากสนามแม่เหล็กเหมือนกัน
15. ต้องการนำเฟตไปใช้ออกแบบวงจร จะต้องป้อนแรงดันไบอัสให้ขาใดบ้าง(นำไปใช้)
- เกต เดรน ซอส
 - อินพุต กราวด์ เอคัพ
 - เกต อาโนด แคโทด
 - เบส คอลเล็กเตอร์ อิมิตเตอร์
16. ขณะที่จ่ายแรงดัน VDD ไบอัสให้ขาเดรนและขาซอสของดิฟฟิชั่นมอสเฟต จะเกิดผลอย่างไร(ประเมินค่า)
- กระแสไหลได้น้อยลง
 - กระแสไหลได้มากขึ้น
 - กระแสไหลคงที่ตลอดเวลา
 - เกิดกระแสรั่วไหลขึ้นเล็กน้อย
17. ต้องป้อนแรงดันไบอัสให้ขาซอสของเจเฟตอย่างไรถึงเจเฟตจะทำงาน(สังเคราะห์)
- ไบอัสตรง
 - ไบอัสกลับ
 - ต่อเข้ากับ $+V_{cc}$
 - ต่อเข้ากับ $-V_{cc}$
18. หากจะทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเฟต ผู้เรียนต้องทดสอบที่อุณหภูมิใด(นำไปใช้)
- 20°C
 - 22°C
 - 25°C
 - 27°C
19. เฟต (FET) มาจากคำว่าอะไร(ความรู้)
- Fill Effect Timer
 - Field Effect Transistor
 - Fire Emitting Transistor
 - Field Emitting Transformer

20. ถ้าต้องการสร้างเอนฮานซ์เมนต์ออฟเฟต ชนิด N แชนแนล ต้องใช้สารกึ่งตัวนำที่ฐานรองซับซ้อน (SS) เป็นสารชนิดใด(สังเคราะห์)
- ก. สาร P
 - ข. สาร N
 - ค. สาร P และ N
 - ง. สาร P, N และ P
21. เฟต (FET) มีกี่ชนิด(ความรู้)
- ก. J-FET , MOSFET
 - ข. J-FET , Depletion MOSFET
 - ค. N-Channel , P-Channel J-FET
 - ง. Enhancement , Depletion MOSFET
22. ดิฟฟิชั่นมอสเฟต สามารถควบคุมการทำงานได้เปรียบเทียบกับได้กับการทำงานของอุปกรณ์ใด(ประเมินค่า)
- ก. ดีเลย์
 - ข. สวิตช์
 - ค. ก้อนน้ำ
 - ง. วงจรขยาย
23. สัญลักษณ์ของดิฟฟิชั่นมอสเฟตกับ เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต ต่างกันอย่างไร(วิเคราะห์)
- ก. แตกต่างกันที่สารกึ่งตัวนำ
 - ข. เส้นประเชื่อมโยระหว่างขา D และขา S ไม่ต่อเนื่องกัน
 - ค. ดิฟฟิชั่นมอสเฟตมีหัวลูกศรชี้เข้า เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตมีหัวลูกศรชี้ออก
 - ง. ดิฟฟิชั่นมอสเฟตมีหัวลูกศรชี้ออก เอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตมีหัวลูกศรชี้เข้า
24. เฟตชนิดใดทำงานได้ทั้งสองโหมด(สังเคราะห์)
- ก. J-FET
 - ข. MOSFET
 - ค. DEPLETION MOSFET
 - ง. ENHANCEMENT MOSFET
25. ต้องการให้กระแสไหลจากขาเดรนไปขาซอร์สมาทุก ๆ ต้องป้อนไฟให้กับเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟต อย่างไร(นำไปใช้)
- ก. จ่าย - ให้ G จ่าย + ให้ S คำน้อยๆ
 - ข. จ่าย + ให้ G จ่าย - ให้ S ค่าน้อยๆ
 - ค. จ่าย + ให้ S จ่าย - ให้ D คำน้อยๆ
 - ง. จ่าย - ให้ S จ่าย + ให้ D คำน้อยๆ

26. ลักษณะของเฟตคือ(ความเข้าใจ)
- มี 3 ขั้วคือ เกรน ซอส เกต
 - แบ่งตามโครงสร้างมี J-FET กับ MOSFET
 - มีสองชนิดคือเอ็นแชลแนลและพีแชลแนล
 - ถูกทุกข้อ
27. การป้อนรีเวิร์ไบอัสที่ขาเกตของ J-FET เพื่อ(วิเคราะห์)
- ไม่ต้องการกระแสเกต
 - ต้องการกระแสที่ขั้วเกต
 - สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ขาเกตได้
 - ถูกทุกข้อ
28. เมื่อต้องการให้ดิฟฟิชั่นมอสเฟตทำงานเหมือนเจเฟต ต้องป้อนไบอัสขาเกตอย่างไร(สังเคราะห์)
- ป้อนรีเวิร์ไบอัสที่ขาเกต
 - ป้อนฟอร์เวิร์ไบอัสที่ขาเกต
 - ไบอัสเกตด้วยแรงดันศูนย์โวลต์
 - ถูกทุกข้อ
29. มอสเฟตมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า(ความรู้)
- เจเฟต
 - อิกเฟต
 - คีมอส
 - เอนมอส
30. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเจเฟต(ความเข้าใจ)
- จ่ายแรงดัน VDD ให้ขาเกรนและขาซอส กระแสเกรนไหลมาก
 - จ่ายแรงดัน VDD ให้ขาเกรนและขาเกต กระแสเกรนไหลมาก
 - จ่ายแรงดัน VGG ให้ขาเกรนและขาซอส กระแสเกรนไหลมาก
 - จ่ายแรงดัน VGG ให้ขาเกรนและขาเกตมาก กระแสเกรนไหลมาก

เฉลยแบบทดสอบ

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1. ก | 11. ค | 21. ก |
| 2. ง | 12. ข | 22. ค |
| 3. ก | 13. ข | 23. ข |
| 4. ง | 14. ง | 24. ค |
| 5. ค | 15. ก | 25. ข |
| 6. ค | 16. ค | 26. ง |
| 7. ก | 17. ก | 27. ง |
| 8. ก | 18. ก | 28. ก |
| 9. ง | 19. ข | 29. ข |
| 10. ง | 20. ก | 30. ก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินสื่อการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินสื่อการสอน

ผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา ดังมีรายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. อาจารย์สุธี กิจฉวี วุฒิการศึกษา ค.อ.ม. (สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคนิคศึกษา)

ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

2. อาจารย์วรวิทย์ สมหา วุฒิการศึกษา วศ.ม. (ไฟฟ้า)

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ดร.สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช วุฒิการศึกษา กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา)

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้านเนื้อหา

1. อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน วุฒิการศึกษา วศ.ม. (ไฟฟ้า)

ตำแหน่ง อาจารย์ระดับ 7 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ศศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม วุฒิการศึกษา วศ.ม. (ไฟฟ้า)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 7 หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ วุฒิการศึกษา วศ.ม. (ไฟฟ้า)

ตำแหน่ง อาจารย์ระดับ 5 รองคณบดีฝ่ายพัฒนา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1

เรื่อง เฟด

ตารางที่ จ.1 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

หัวข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	รวม	$\bar{X}$	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ						
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	5	5	4	14	4.67	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	5	5	5	15	5	ดีมาก
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	5	5	5	15	5	ดีมาก
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	5	4	13	4.33	ดี
1.6 ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	4	4	4	12	4	ดี
2. ภาพและภาษา						
2.1 ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้	5	5	5	15	5	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	4	4	13	4.33	ดี
2.3 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย	5	5	4	14	4.67	ดีมาก
3. เวลา						
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	5	5	4	14	4.67	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	5	5	4	14	4.67	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด	5	5	4	14	4.67	ดีมาก
รวม					4.64	ดีมาก

ความคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ควรสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในส่วนของการปฏิบัติควบคู่ไปด้วย
2. เมื่อผู้เรียนเรียนเนื้อหาในหน่วยใดแล้ว ควรป้องกันไม่ให้ผู้เรียนเรียนซ้ำอีก
3. ควรสร้างเนื้อหาเกี่ยวกับการตั้งโจทย์ให้นักเรียนถามตอบก่อนเข้าสู่บทเรียน

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1
เรื่อง เฟด

ตารางที่ จ.2 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หัวข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่าเฉลี่ย	
	1	2	3	รวม	$\bar{X}$	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ						
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	5	5	4	14	4.67	ดีมาก
1.2ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
1.3 ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา	4	4	4	12	4	ดี
2. ภาพและตัวอักษร						
2.1 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
2.2 ความชัดเจนของภาพที่นำมาใช้	5	4	5	14	4.67	ดีมาก
2.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	5	15	5	ดีมาก
2.4 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรที่ใช้	5	5	5	15	5	ดีมาก
3. ภาษาและเสียงประกอบ						
3.1 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4	5	4	13	4.33	ดี
3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4	4	4	12	4	ดี
3.3 ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
3.4 ความเหมาะสมของระดับเสียงบรรยายกับเสียงประกอบ	4	4	5	13	4.33	ดี
4. เวลา						
4.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
4.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4	5	5	14	4.67	ดีมาก
4.3 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด	5	5	5	15	5	ดีมาก
รวม					4.59	ดีมาก

ความคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ควรมีแบบทดสอบก่อนเรียนด้วย เพื่อทดสอบผู้เรียนว่าก่อนเรียนผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานมากน้อยเพียงใด หลังเรียนผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่
2. ควรใช้สีเทาหรือสีขาวเป็นสีพื้นหลังในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาคผนวก จ
รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ๑.1 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับจุดประสงค์และผล
การวิเคราะห์

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

ตารางที่ ฌ.1 (ต่อ)

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X'$	IOC
		1	2	3		
4	28	+1	+1	+1	3	1
	29	+1	+1	+1	1	1
	30	+1	+1	+1	3	1
	31	+1	+1	+1	3	1
	32	+1	+1	+1	3	1
	33	+1	+1	+1	3	1
	34	+1	+1	+1	3	1
	35	+1	+1	+1	3	1
5	36	+1	+1	+1	3	1
	37	+1	+1	+1	3	1
	38	+1	+1	+1	3	1
	39	+1	+1	+1	3	1
	40	+1	+1	+1	3	1
	41	+1	+1	+1	3	1
	42	+1	+1	+1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฌ.2 แสดงค่าความขากง่าย (P)

ข้อที่	ตอบถูกในกลุ่มเก่ง R_v (15 คน)	ตอบถูกในกลุ่มอ่อน R_L (15 คน)	รวมคนตอบถูก R (30 คน)	$P = \frac{R}{N}$	ค่าความขากง่าย
1	13	10	23	0.77	ง่าย
2	14	10	24	0.80	ง่าย
3	13	8	21	0.70	ง่าย
4	13	10	23	0.77	ง่าย
5	14	10	24	0.80	ง่าย
6	13	8	21	0.70	ง่าย
7	10	5	15	0.50	ง่ายปานกลาง
8	12	8	20	0.67	ง่าย
9	13	6	19	0.63	ง่าย
10	14	10	24	0.80	ง่าย
11	14	5	19	0.63	ง่าย
12	10	6	16	0.53	ง่ายปานกลาง
13	12	6	18	0.60	ง่าย
14	12	9	21	0.70	ง่าย
15	12	9	21	0.70	ง่าย
16	11	7	18	0.60	ง่าย
17	12	8	20	0.67	ง่าย
18	8	5	13	0.43	ง่ายปานกลาง
19	10	6	16	0.53	ง่ายปานกลาง
20	10	6	16	0.53	ง่ายปานกลาง
21	9	5	14	0.47	ง่ายปานกลาง
22	8	4	12	0.40	ค่อนข้างขาก
23	10	5	15	0.50	ง่ายปานกลาง
24	8	4	12	0.40	ค่อนข้างขาก
25	7	2	9	0.30	ค่อนข้างขาก
26	12	9	21	0.70	ง่าย
27	10	6	16	0.53	ง่ายปานกลาง
28	10	6	16	0.53	ง่ายปานกลาง
29	12	6	18	0.60	ง่าย
30	7	2	9	0.30	ค่อนข้างขาก

ตารางที่ ๓.3 แสดงค่าอำนาจจำแนก (D)

ข้อที่	ตอบถูกในกลุ่มเก่ง R_v (15 คน)	ตอบถูกในกลุ่มอ่อน R_L (15 คน)	$D = \frac{R_v - R_L}{\frac{N}{2}}$	ค่าอำนาจจำแนก
1	13	10	0.20	พอใช้
2	14	10	0.26	พอใช้
3	13	8	0.33	ดี
4	13	10	0.20	พอใช้
5	14	10	0.26	พอใช้
6	13	8	0.33	ดี
7	10	5	0.33	ดี
8	12	8	0.26	พอใช้
9	13	6	0.46	ดีมาก
10	14	10	0.26	พอใช้
11	14	5	0.60	ดีมาก
12	10	6	0.26	พอใช้
13	12	6	0.40	ดี
14	12	9	0.20	พอใช้
15	12	9	0.20	พอใช้
16	11	7	0.26	พอใช้
17	12	8	0.26	พอใช้
18	8	5	0.20	พอใช้
19	10	6	0.26	พอใช้
20	10	6	0.26	พอใช้
21	9	5	0.26	พอใช้
22	8	4	0.26	พอใช้
23	10	5	0.33	ดี
24	8	4	0.26	พอใช้
25	7	2	0.33	ดี
26	12	9	0.20	พอใช้
27	10	6	0.26	พอใช้
28	10	6	0.26	พอใช้
29	12	6	0.40	ดีมาก
30	7	2	0.33	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.4 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน (เต็ม 30 คะแนน)

คนที่ (N)	คะแนนที่ได้ (X)	(X ²)
1	12	144
2	14	196
3	13	169
4	14	196
5	13	169
6	15	225
7	12	144
8	14	196
9	15	225
10	12	144
11	12	144
12	13	169
13	11	121
14	12	144
15	13	169
16	22	484
17	20	400
18	22	484
19	20	400
20	24	576
21	22	484
22	21	441
23	25	625
24	22	484
25	25	625
26	20	400
27	21	441
28	27	729
29	26	676
30	26	676
รวม	$\sum X = 538$	$\sum X^2 = 10,480$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าความแปรปรวน

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

$$S_x^2 = \frac{30(10,480) - 538^2}{30(30-1)} = 28.68$$

ดังนั้นได้ค่าความแปรปรวน 28.68



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.5 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	p=สัดส่วนของผู้ตอบถูก	q= สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p.q
1	0.77	0.23	0.18
2	0.80	0.20	0.16
3	0.70	0.30	0.21
4	0.77	0.23	0.18
5	0.80	0.20	0.16
6	0.70	0.30	0.21
7	0.50	0.50	0.25
8	0.67	0.33	0.22
9	0.63	0.37	0.23
10	0.80	0.20	0.16
11	0.63	0.37	0.23
12	0.53	0.47	0.25
13	0.60	0.40	0.24
14	0.70	0.30	0.21
15	0.70	0.30	0.21
16	0.60	0.40	0.24
17	0.67	0.33	0.22
18	0.43	0.57	0.25
19	0.53	0.47	0.25
20	0.53	0.47	0.25
21	0.47	0.53	0.25
22	0.40	0.60	0.24
23	0.50	0.50	0.25
24	0.40	0.60	0.24
25	0.33	0.67	0.22
26	0.70	0.30	0.21
27	0.53	0.47	0.25
28	0.53	0.47	0.25
29	0.60	0.40	0.24
30	0.33	0.67	0.22
รวม			6.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความเชื่อมั่น

สูตร
$$r_s = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right\}$$

$$r_s = \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.68}{28.68} \right\} = 0.79$$

ดังนั้นได้ค่าความเชื่อมั่น 0.79



ตารางที่ ๑.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน(แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (3 คน)

คนที่	บทที่ 1 5 คะแนน	บทที่ 2 5 คะแนน	บทที่ 3 5 คะแนน	บทที่ 4 5 คะแนน	บทที่ 5 5 คะแนน	บทที่ 6 5 คะแนน	คะแนนรวม แบบทดสอบ ระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)
(เก่ง)								
1	5	5	4	5	4	4	26	25
(ปานกลาง)								
2	5	4	4	5	4	3	25	25
(อ่อน)								
3	4	5	3	4	3	3	23	23
รวม	14	14	11	14	11	10	74	73
เฉลี่ยรวม							24.67	24.33
ร้อยละ							82.23	81.10

การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ($E_1:E_2$) ขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100 \qquad E_1 = \frac{74}{30} \times 100 = 82.23$$

สูตร

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \qquad E_2 = \frac{73}{30} \times 100 = 81.10$$

ตารางที่ ๗.7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน(แบบฝึกหัด) และแบบ
ทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย
สอน แบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย (6 คน)

คนที่	บทที่ 1	บทที่ 2	บทที่ 3	บทที่ 4	บทที่ 5	บทที่ 6	คะแนนรวม แบบทดสอบ ระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)
	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน	5 คะแนน		
(เก่ง)								
1	5	5	4	5	4	4	27	27
2	5	5	4	4	4	4	26	26
(ปาน กลาง)								
3	5	5	4	4	4	3	25	25
4	5	4	4	4	4	3	24	24
(อ่อน)								
5	4	4	4	4	3	4	23	22
6	4	4	4	3	3	4	22	21
รวม	28	27	24	24	22	22	147	145
เฉลี่ยรวม							24.5	24.17
ร้อยละ							81.67	80.55

การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ($E_1:E_2$) ขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100 \qquad E_1 = \frac{147}{30} \times 100 = 81.67$$

สูตร $E_2 = \frac{\sum X}{B} \times 100 \qquad E_2 = \frac{145}{30} \times 100 = 80.55$

ตารางที่ ๘.8 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน(แบบฝึกหัด) และแบบ
ทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย
สอน แบบขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ (20 คน)

คนที่	บทที่ 1 5คะแนน	บทที่ 2 5คะแนน	บทที่ 3 5คะแนน	บทที่ 4 5คะแนน	บทที่ 5 5คะแนน	บทที่ 6 5คะแนน	คะแนนรวม แบบทดสอบ ระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)
(เก่ง)								
1	5	5	5	5	5	4	29	27
2	5	5	5	4	5	4	28	26
3	5	5	5	4	4	5	28	26
4	5	5	5	4	5	4	28	26
5	5	5	4	4	4	5	27	25
6	5	5	4	4	4	4	26	26
7	5	5	4	4	4	4	26	25
(ปาน กลาง)								
8	5	5	4	3	4	3	24	25
9	5	5	4	3	3	4	24	25
10	5	4	5	4	4	3	25	25
11	5	5	5	3	4	3	25	24
12	5	4	4	4	4	3	24	25
13	4	4	4	3	3	4	22	24
14	5	4	4	4	5	4	26	23
(ก่อน)								
15	5	4	3	4	4	3	23	23
16	4	4	3	3	4	3	21	23
17	4	4	4	3	3	4	22	24
18	4	4	4	3	4	4	23	24
19	5	4	4	3	4	3	23	23
20	4	4	3	3	3	3	20	23
รวม	95	90	83	72	80	74	494	492
เฉลี่ยรวม							24.7	24.6
ร้อยละ							82.33	82.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E₁:E₂) ขึ้นทดลองเชิงปฏิบัติการ

สูตร

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

$$E_1 = \frac{\frac{494}{20}}{30} \times 100 = 82.33$$

สูตร

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

$$E_2 = \frac{\frac{492}{20}}{30} \times 100 = 82.00$$



ตารางที่ ๑.๙ แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนและกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มทดลอง) X_1	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มควบคุม) X_2
1	27	25
2	26	25
3	26	24
4	26	25
5	25	25
6	26	24
7	25	25
8	25	24
9	25	24
10	25	24
11	24	24
12	25	23
13	24	24
14	23	23
15	23	23
16	23	23
17	24	23
18	24	23
19	23	23
20	23	23
รวม	492	477
ค่าเฉลี่ย	$\bar{X}_1 = 24.6$	$\bar{X}_2 = 23.85$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.10 แสดงการหาค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตาม
แผนการสอนและกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มทดลอง)	$(X_1 - \bar{X})^2$	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มควบคุม)	$(X_2 - \bar{X})^2$
27	5.76	25	1.32
26	1.96	25	1.32
26	1.96	24	0.02
26	1.96	25	1.32
25	0.16	25	1.32
26	1.96	24	0.02
25	0.16	25	1.32
25	0.16	24	0.02
25	0.16	24	0.02
25	0.16	24	0.02
24	0.36	24	0.02
25	0.16	23	0.72
24	0.36	24	0.02
23	2.56	23	0.72
23	2.56	23	0.72
23	2.56	23	0.72
24	0.36	23	0.72
24	0.36	23	0.72
23	2.56	23	0.72
23	2.56	23	0.72
$\sum X_1 = 492$	$(X_1 - \bar{X})^2 = 28.8$	$\sum X_2 = 477$	$(X_2 - \bar{X})^2 = 12.6$

การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X_1}{N} = \frac{492}{20} = 24.6$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X_2}{N} = \frac{477}{20} = 23.85$$

การหาค่าความแปรปรวน

$$S_1^2 = \frac{\sum (X_1 - \bar{X})^2}{N - 1} = \frac{28.8}{19} = 1.52$$

$$S_2^2 = \frac{\sum (X_2 - \bar{X})^2}{N - 1} = \frac{12.6}{19} = 0.66$$

สมมุติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์จากการเรียนเท่ากับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

การตั้งสมมุติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

- โดยที่ μ_1 คือ กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 μ_2 คือ กลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน
 H_0 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน
 H_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

การกำหนดระดับนัยสำคัญ

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 หมายความว่า การทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95%

คำนวณหาค่า t – test Independent

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

สมมุติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

ให้ $\alpha = 0.05$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 20 + 20 - 2 = 38$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$
$$t = \frac{24.6 - 23.85}{\sqrt{\frac{(20 - 1)1.52 + (20 - 1)0.66}{20 + 20 - 2} \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right)}}$$

$$t = \frac{0.75}{\sqrt{\frac{28.88 + 12.54}{38} (0.1)}}$$
$$t = \frac{0.75}{\sqrt{0.109}} = \frac{0.75}{0.33} = 2.27$$

หาค่า t จากตารางดังนี้

โดยที่	α	=	0.05
	df	=	$n_1 + n_2 - 2 = 20 + 20 - 2 = 38$
	t	=	1.69

ดังนั้นค่า t คำนวณ (2.27) มีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง (1.69) จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุณาป้อนชื่อ-สกุล และรหัสนักศึกษา

ชื่อ - สกุล *

รหัสนักศึกษา

(ป้อนข้อมูลแล้วกดปุ่ม Enter)

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต

เมนูหลัก

บทนำ

การวัดผลและประเมินผล

รายละเอียดบทเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

แบบทดสอบ

ไฟล์ประกอบบทเรียน

บทสรุป

เลือกคลิกหัวข้อที่จะเรียน

เริ่ม

ออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต

เจฟเฟตชนิดเอ็นแชนแนล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ผู้เรียนสามารถอธิบายโครงสร้างของเจฟเฟตชนิดเอ็นแชนแนลได้
2. ผู้เรียนสามารถอธิบายสัญลักษณ์ของเจฟเฟตชนิดเอ็นแชนแนลได้
3. ผู้เรียนสามารถอธิบายการทำงานของเจฟเฟตชนิดเอ็นแชนแนลได้

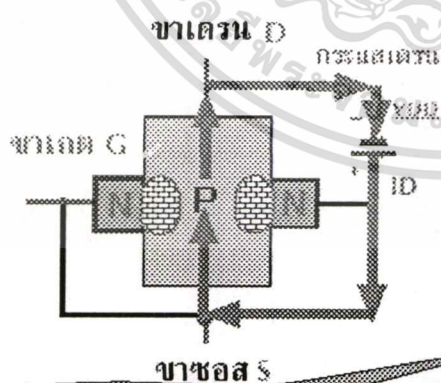
คำถาม : โครงสร้างของเจฟเฟตชนิดเอ็นแชนแนลเป็นอย่างไร

คลิกเพื่อเข้าสู่เจฟเฟตชนิดเอ็นแชนแนล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟต

เจฟเฟตชนิดพีแชนแนล

หน้า 3/4



เมื่อแรงดันเกตเป็นลบ จะทำให้ช่องว่างของอิเล็กตรอนที่ไหลผ่านแคโนลลดลง

การจ่ายไบอัสให้ JFET ชนิด P แชนแนล ต้องจ่ายไบอัสให้ในลักษณะเดียวกับชนิด N แชนแนล คือ จ่ายไบอัสตรงให้ขา S จ่ายไบอัสกลับให้ขา D กับขา G เทียบกับขา S ถ้าจ่ายไบอัสให้เฉพาะขา D กับขา S ด้วยแรงดัน V_{DD} จะมีกระแส I_D ไหลผ่านระหว่างขา S กับขา D ตามค่าหนึ่ง ซึ่งมีกระแสที่ลดลงเวลา นั่นคือ JFET ทำงาน

เมนูหลัก

แบบทดสอบ

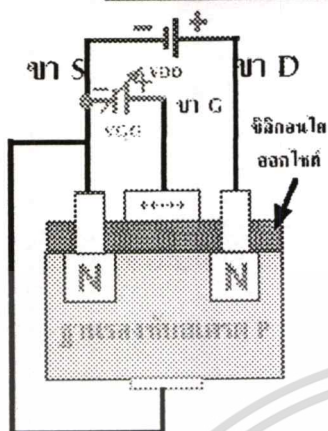
ย้อนกลับ

ถัดไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟล็ด

เอนฮานต์เมนต์มอดไฟชนิดเอ็นแซนแนล

หน้าที่ 5/5



เมื่อจ่ายแรงดันบวก V_{GG} ให้ขา G เทียบกับขา S เป็นการจ่ายไบอัสลงให้ขา G กับขา S ศักย์บวกที่ขา G จะผลักให้โฮลที่สารกึ่งตัวนำระหว่างรอยต่อขา D กับขา S เคลื่อนที่ออกไป และดึงอิเล็กตรอนอิสระเข้าไปแทนที่ ทำให้สารกึ่งตัวนำระหว่างรอยต่อขา D กับขา S เปลี่ยนสภาพเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N ซึ่ง เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเดียวกับส่วนขา D และขา S ทำให้ เกิดกระแส I_D ไหลในวงจร

เมนูหลัก

แบบทดสอบ

ย้อนกลับ

ถัดไป

Presentation Window

ข้อสอบมี 5 ข้อให้ทำทุกข้อก่อน ตรวจคำตอบ
ต้องมั่นใจว่า เลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดแล้ว
เมื่อตรวจคำตอบแล้วจะต้องทำข้อต่อไป
โดยไม่สามารถกลับมาแก้ไขข้อที่ตรวจคำตอบ
แล้วได้อีก ใช้เวลา 10 นาที

หมายเหตุ : คำถามแต่ละข้อสามารถเปลี่ยนตัวเลือก ก ข ค ง
ได้ไม่เกิน 4 ครั้ง

เมนูหลัก

แบบทดสอบ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด

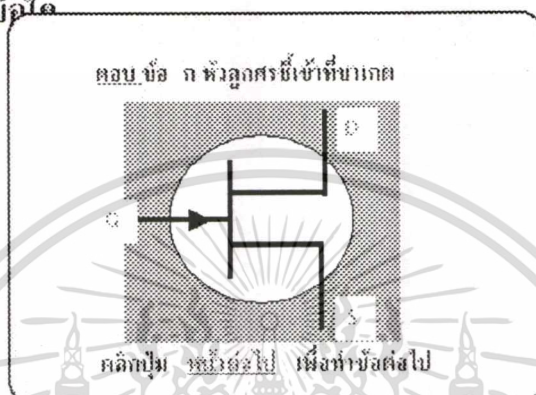
Date : 28 November 2023 Time : 17:43:31

Start time : 17:43:18 Time out : 17:52:18

2) สัญลักษณ์ของเจเฟดชนิด N แขนแต่ละเป็นไป

ตรวจคำตอบ

ตามข้อใด



เมนูหลัก

หน้าต่อไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด

แบบทดสอบ

ข้อแนะนำ

ข้อสอบมี 30 ข้อ ให้นักศึกษาทำทุกข้อ โดย
เลือกคลิกตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว
หากต้องการแก้ไขคำตอบใหม่ในข้อใด ๆ ก็ให้ย้อน
กลับไปแก้ไขใหม่ได้ ใช้เวลา 50 นาที

ขอให้ตั้งใจทำข้อสอบให้ดีที่สุด

(ขณะที่ทำข้อสอบเมื่อคลิกออกจากโปรแกรมจะแสดงกระแหน่ที่ได้ แต่ไม่สามารถกลับมาทำข้อสอบได้อีก)

เมนูหลัก

แบบทดสอบ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด

4) เมื่อต้องการนำเฟดไปใช้รักษา ขาเกศของเฟดกล่องป้อน
ไบอัสควรจึงจะทำงาน ห้างใช้เฟลชนิดใด

- ☐ ก. เจเฟด
- ☐ ข. มอสเฟต
- ☐ ค. ดีฟลักซ์มอสเฟต
- ☐ ง. เอนอานซ์เมนต์มอสเฟต

วันที่ : 28 November 2002

เวลา : 17:44:05

หมดเวลา : 18:34:38

5) ข้อใดคือข้อแตกต่างระหว่างเฟดกับทรานซิสเตอร์

- ☐ ก. เฟดเป็นอุปกรณ์ชนิด Bipolar ส่วนทรานซิสเตอร์เป็นชนิด Unipolar
- ☐ ข. ทรานซิสเตอร์ใช้แรงดันควบคุมการทำงาน ส่วนเฟดใช้กระแส
- ☐ ค. เฟดเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N ส่วน ทรานซิสเตอร์เป็นชนิด P
- ☐ ง. ทรานซิสเตอร์ใช้กระแสควบคุมการทำงาน ส่วนเฟดใช้แรงดัน

ออกจาโปรแกรม

ค้นหาหน่วย

หน่วยแรก

ย้อนกลับ

ทำต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวปราณี ทิพย์สุวรรณ
วัน เดือน ปี เกิด	10 เมษายน 2519
สถานที่เกิด	พัทลุง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	105 หมู่ 5 ต. คลองเฉลิม อ. กงหรา จ. พัทลุง 93180
สถานทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
ตำแหน่ง	อาจารย์พิเศษ
ประวัติการศึกษา	- ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง - ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จากสถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	-