

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน
และการต่อสายดิน

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON GROUNDED
AND OVERCURRENT PROTECTIVE DEVICES

ประกิต ปอกุสุวรรณ
PRAKIT PORKUSUWAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการวิชาชีพและเทคนิคศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-811-2

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน
และการต่อสายดิน

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON GROUNDED
AND OVERCURRENT PROTECTIVE DEVICES

ประกิต ปอกุสุวรรณ
PRAKIT PORKUSUWAN

เลขหน้.....
เลขทะเบียน.....43230
วัน, เดือน, ปี.....12 6 ก.ค. 2545

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2545

ISBN 974-648-811-2

**COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON GROUNDED
AND OVERCURRENT PROTECTIVE DEVICES**

PRAKIT PORKUSUWAN

**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 THE TECHNOLOGY LADKRABANG**

2002

ISBN 974-648-811-2

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน กระแสไหลเกินและการต่อสายดิน	
นักศึกษา	นายประกิต ปอคูสุวรรณ	
รหัสประจำตัว	39064465	
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา	
พ.ศ.	2545	
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร	ไชยะ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น (21000201) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ที่เรียนตามปกติด้วยครูผู้สอน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน คือ กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มที่หาประสิทธิภาพของบทเรียน และกลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ได้จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ได้จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยสูตร t-test independent

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.67 : 89.71 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ที่ระดับ 80:80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยครูผู้สอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Thesis Title	Computer Assisted Instruction on Grounded and Overcurrent Protective Devices
Student	Mr. Prakit Porkusuwan
Student ID.	39064465
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	Associate Professor Dr. Somporn Chaiya

ABSTRACT

The purposes of this research were to construct and find out the efficiency of computer assisted instruction on Grounded and Overcurrent Protective Devices, The hypotheses of this study were the subject of the 'Basic Electricity' (21000201) will be efficient according to the criterion of high standard quality toward students' learning. Then having the experiment on students of regular learning students of Group 2 by learning with computer assisted instruction on Grounded And Overcurrent Protective Devices, finally, the result was relatively difference compared to those who learned without the computer assisted instruction on Grounded and Overcurrent Protective Devices.

The sample groups were randomly selected from the first year electrical power students at Rayong Technical College, The samples divided into 3 groups namely, Experimental Group 1 ,Experimental Group 2 and controlled Group consisted of 20 students, on each group, the Controlled Group represented the regular learning student, for the Experimental Group 1 and Experimental Group 2 and the students who study from a regular class combined with the special course of computer assisted instruction on Grounded and Overcurrent Protective Devices.

Consequently, the quality of using computer for computer assisted instruction on Grounded and Overcurrent Protective Devices of the Experimental Group 1 has shown high towards students. The result of the comparison by analyzing the statistic achievement means between the Experimental Group 2 and the Controlled Group was significantly difference, this has been done through the Independent Samples t-test Method.

The results of experiment system were that the computer assisted instruction on Grounded and Overcurrent Protective Devices contained the efficiency of 88.67:89.71 which higher than the standard level 80:80 and shown difference learning achievement on a Experiment Group 2 compare to controlled group at the level significant at .05 by the Experimental Group 2 have mean of efficiency higher than controlled group.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ รศ. ดร.สมพร ไชยะ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนคำแนะนำแนวทางในการดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ ตั้งแต่เริ่ม จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์โอวาท พูลศิริ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถพร ฤทธิเกิด และท่าน ดร. ฉันทนา โหมดมณี ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี , อาจารย์ วชิระ สุขมหา วิทยาลัยเทคนิคสศหีบ , ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข ปรับปรุงเนื้อหาให้ครอบคลุมและถูกต้อง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์อนุรัตน์ จันทร์วิธี วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี แห่งที่ 2, อาจารย์ สุนทร นพวิง วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยตรวจสอบเครื่องมือ และให้คำแนะนำ เพื่อปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์กฤษณา ศรีโสภา , อาจารย์ประมุข บุญเจริญปัญญา, อาจารย์อภิชาติ อนุกุลเวช , อาจารย์ราตรี พันธุ์ทับทิม , อาจารย์สันติชัย มีชอบ , อาจารย์หนู ปิ่นแก้ว อาจารย์สุรเชษฐ์ พรหมมิจิตร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในกระบวนการผลิตสื่อ และการรวบรวมข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ และคณาจารย์ในวิทยาลัยเทคนิคระยอง ที่ได้ให้ความสะดวกในการจัดทำเครื่องมือ และ การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ นักเรียน นักศึกษาในแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเรียน และ ทำแบบทดสอบตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบุคลากรของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุก ๆ ท่านที่ให้การสนับสนุน ในเรื่องประสานงานกับสถาบัน, การติดต่องาน, หนังสือราชการ ฯลฯ และขอบคุณรุ่นพี่ และเพื่อน ๆ สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือ ช่วยเร่งให้เกิดแรงบันดาลใจ กำลังใจ และเป็นแรงผลักดันให้วิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่รักเคารพอย่างยิ่ง รวมทั้งพี่ๆทุกคนที่ได้ให้ความรัก กำลังใจ ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือทุก ๆ ด้านตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบอบแต่ คุณพ่อ – คุณแม่ และครูอาจารย์ด้วยความรักเคารพยิ่ง

ประกิต ปอคูสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานในการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการทำวิจัย.....	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น พุทธศักราช 2538 รายวิชา 21000201 วิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น.....	6
2.2 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	10
2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	32
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	38
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	38
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	39
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	65
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	75
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	77
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	81
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	81
5.2 สมมุติฐานการวิจัย.....	81
5.3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	82
5.4 สรุปผลการวิจัย.....	85
5.5 การอภิปรายผลการวิจัย.....	85
5.6 ข้อเสนอแนะ.....	88
บรรณานุกรม.....	89
ภาคผนวก.....	95
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	96
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	111
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	113
ภาคผนวก ง เนื้อหาบทเรียนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน.....	122
ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	133
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูล.....	146
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งาน โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน.....	173
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแส ไหลเกินและการต่อสายดิน.....	186
ประวัติผู้เขียน.....	201

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างของบทเรียน โปรแกรมแบบเชิงเส้น.....	15
2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียน โปรแกรมชนิดไม่เป็นเชิงเส้น.....	15
2.3 แสดงโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทการสอน (Tutorial).....	27
2.4 แสดงโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทฝึกหัดและปฏิบัติ.....	27
2.5 แสดงโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทสถานการณ์จำลอง.....	28
2.6 แสดงโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทเกมส์.....	28
2.7 แสดงโครงสร้างการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบ.....	29
3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	39
3.2 แสดงลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัด.....	41
3.3 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	43
3.4 แสดงลำดับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	53
3.5 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	58
3.6 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินและการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	60
ง.1 พิวส์เส้น, สัญลักษณ์ และการนำไปใช้งาน โดยใส่ใน CUT OUT.....	124
ง.2 พิวส์ก้านปูขนาดต่างๆ , สัญลักษณ์ และการนำไปใช้งานโดยใส่ใน CUT OUT.....	125
ง.3 ปลั๊กพิวส์และตัวอย่างการนำไปใช้งาน.....	125
ง.4 ปลั๊กพิวส์แบบ D TYPE.....	126
ง.5 ปลั๊กพิวส์แบบ D TYPE และนำไปใช้งาน.....	126
ง.6 คาร์tridge พิวส์แบบปลอกและแบบใบมีด.....	127
ง.7 ตัวอย่างการนำคาร์tridge พิวส์ไปใช้งาน.....	127
ง.8 ตัวอย่างการใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบใช้ความร้อนและสัญลักษณ์.....	128
ง.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบใช้อ่านแม่เหล็กและโครงสร้างภายใน.....	128
ง.10 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผสม.....	129
ง.11 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผสม และนำไปใช้โดยใส่ในตัวโพลคอนเตออร์.....	129
ง.12 การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า.....	130
ง.13 การต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟดูดจากไฟรั่วลงอุปกรณ์ไฟฟ้า.....	130
ง.14 หลักดินชนิดต่างๆ.....	131
ง.15 แสดงการทดสอบหลักดิน.....	131

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ฉ.1 แสดงค่า t ที่คำนวณได้อยู่ในเขตวิกฤต.....	165
ฉ.2 Histogram ของกลุ่มทดลอง.....	167
ฉ.3 Histogram ของกลุ่มควบคุม.....	169
ช.1 แสดงรูป WINDOWS EXPLORER ของแผ่น CD ROM เพื่อหา FILE ชื่อ INTRO.....	176
ช.2 แสดงหน้าจอเมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรม.....	176
ช.3 แสดงหน้าจอคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม.....	177
ช.4 แสดงหน้าจอแสดงคำแนะนำการแบ่งเนื้อหาบทเรียน.....	177
ช.5 แสดงหน้าจอ แสดงรายละเอียดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	178
ช.6 แสดงหน้าจอการป้อนรายละเอียดข้อมูลของผู้เรียน.....	178
ช.7 แสดงหน้าจอชี้แจงการทำแบบทดสอบและ บอกรายละเอียดการใช้ปุ่มบนหน้าจอ.....	179
ช.8 แสดงหน้าจอข้อสอบ และปุ่มที่ใช้งาน.....	179
ช.9 แสดงหน้า MENU หลัก และการใช้งาน.....	180
ช.10 แสดงหน้าจอเนื้อหา และการใช้งานปุ่มเปิดหน้าต่างไป,ปุ่มย้อนกลับหน้าต่างที่ผ่านมา, ปุ่มกลับสู่ MENU หลัก และปุ่มเพิ่มเติม.....	181
ช.11 แสดงหน้าจอเนื้อหา และการใช้งานปุ่มทดลอง ซึ่งทำไว้อยู่ด้านบนของปุ่มเลื่อนหน้า.....	182
ช.12 แสดงการใช้งานปุ่มแสดงภาพนิ่งขั้นตอนการทำงาน.....	182
ช.13 แสดงการใช้งานปุ่มแสดงภาพนิ่งขั้นตอนการทำงาน.....	183
ช.14 แสดงการใช้งานปุ่มแสดงภาพเคลื่อนไหว.....	183
ช.15 ภาพแสดงการทำงานของปุ่มแบบทดสอบ ปุ่มผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ปุ่มผู้จัดทำ และปุ่มออกจากโปรแกรม.....	184
ช.16 แสดงภาพเมื่อคลิกเลือก MENU ออกจากโปรแกรม.....	184
ช.17 แสดง WINDOWS EXPLORER แสดง FOLDER ที่เก็บข้อมูลของผู้เรียน.....	185
ช.18 แสดงภาพหลังจากดับเบิลคลิกที่ FILE ชื่อ “ คะแนนหลังเรียน ” เพื่อดูคะแนนทดสอบเรียนของผู้เรียนแต่ละคน.....	185

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการสอนรายวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น.....	7
3.1 แสดงจำนวนกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	47
3.2 แสดงเวลาเฉลี่ยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	48
3.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ ขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง.....	49
3.4 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย.....	51
3.5 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย.....	55
3.6 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย.....	55
3.7 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และความหมาย.....	56
3.8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน.....	57
3.9 แสดงขอบเขตค่าเฉลี่ยและความหมายของระดับความคิดเห็น.....	59
3.10 แสดงขอบเขตค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความหมาย.....	60
3.11 ผลการประเมินสื่อการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน กระแสไหลเกินและการต่อสายดิน จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา.....	62
3.12 ผลการประเมินสื่อการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน กระแสไหลเกินและการต่อสายดิน จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	63
3.13 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย.....	70
3.14 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย.....	71
3.15 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และความหมาย.....	71
3.16 แสดงขอบเขตค่าเฉลี่ยและความหมายของระดับความคิดเห็น.....	74
3.17 แสดงขอบเขตค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความหมาย.....	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ ขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ.....76
4.2	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....77
4.3	แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ.....79
4.4	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผลต่างระหว่าง ค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน.....80
ฉ.1	แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน จำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติ กรรมและระดับการวัดผลพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive).....147
ฉ.2	แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อนำไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จำนวน 30 ข้อ เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน.....149
ฉ.3	แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มเก่งเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่า ความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่ คำนวณได้ $r_{ii} = 0.70$150
ฉ.4	แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มอ่อนเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่า ความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่ คำนวณได้ $r_{ii} = 0.70$152
ฉ.5	คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และการทดสอบหลัง เรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้น ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง.....155
ฉ.6	คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนแบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย.....157

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ.7 คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบขึ้น ทดสอบเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1.....	159
ฉ.8 คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2.....	161
ฉ.9 คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม.....	162
ฉ.10 ค่าสถิติของคะแนน POSTTEST ของกลุ่มทดลอง.....	166
ฉ.11 ค่าความถี่ของจำนวนนักศึกษาในกลุ่มทดลองที่ระดับคะแนนต่างๆ.....	166
ฉ.12 ค่าสถิติของคะแนน POSTTEST ของกลุ่มควบคุม.....	168
ฉ.13 ค่าความถี่ของจำนวนนักศึกษาในกลุ่มควบคุมที่ระดับคะแนนต่างๆ.....	168
ฉ.14 แสดงตารางที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..	170
ฉ.15 แสดงตารางที่ได้จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	170
ช.1 แสดงรายละเอียดไฟล์ต่างๆในแผ่น CD ROM.....	174
ช.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลที่เก็บไว้ในโฟลเดอร์.....	175

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม กองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้กำหนดให้วิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น รหัสวิชา 21000201 เป็นวิชาบังคับ ของนักเรียนแผนกช่างไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้นปีที่ 1 โดยเรียนทฤษฎี 1 คาบต่อสัปดาห์ 1 หน่วยกิต ซึ่งวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นนั้นเป็นวิชาที่นักเรียนแผนกช่างไฟฟ้าต้องเรียนรู้ให้เข้าใจ เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการเรียนวิชาอื่นๆ อีกต่อไป

จากประสบการณ์การสอนนักเรียนแผนกช่างไฟฟ้าระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้นปีที่ 1 ในวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นในหน่วยเรียนที่ 13 เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ของผู้วิจัยและเพื่อนครูที่สอนในรายวิชาเดียวกันจะมีปัญหาในเรื่องการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ซึ่งมีการทำงานของโครงสร้างภายในที่ซับซ้อน การทดลองในกรณีที่เกิดอันตรายได้เช่นการลัดวงจร หรือการจำลองภาพเหตุการณ์แสดงให้เห็นการทำงานของสายล่อฟ้าในกรณีที่มีฟ้าผ่าก็ไม่สามารถทำได้ ซึ่งทั้งนี้ในการเรียนการสอนโดยปกติครูผู้สอนจะต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจโดยดูรูปภาพจากหนังสือประกอบ ซึ่งในความซับซ้อนของโครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ หรือการทำงานของอุปกรณ์ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถเห็นการทำงานจริงได้ ทำให้นักเรียนเสียเวลามากในการทำความเข้าใจ และครูผู้สอนเองต้องใช้เวลามากในการอธิบาย ทำให้ไม่สามารถสอนได้ตรงตามเวลาที่หลักสูตรกำหนด

จากการสังเกตเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาต่างๆในการเรียน โดยเฉพาะในวิชาสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เนื้อหาส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของนามธรรมซึ่งเข้าใจได้ยาก จึงต้องหาสื่ออุปกรณ์เพื่อนำมาแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและศึกษาด้วยความเข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหา (สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์. 2531 : 116) การออกแบบการสอนเนื้อหาที่ดีควรกำหนดลำดับขั้นความต่อเนื่องของเนื้อหาและพฤติกรรมจากระดับเบื้องต้นไประดับสูง การเรียนรู้เนื้อหาในระดับต่างๆ จำเป็นต้องมีเทคนิค และวิธีการต่างๆ เข้าไปสอดแทรกในเนื้อหาต่างๆด้วย เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (จิระศักดิ์ กาญจนะ. 2535 : 9)

จากเทคนิคการใช้แผ่นภาพโปร่งใสที่ตัวอย่างหนึ่งที่พบเสมอก็คือ

1. การใช้เทคนิคการปิด เพื่อแสดงเนื้อหาหรือข้อความทีละส่วน โดยใช้กระดาษปิด จะทำให้นักเรียนเพิ่มความสนใจไปที่บริเวณที่ปิด ช่วยให้ติดตามเรื่องที่อธิบายได้ตามลำดับ

2. การเสนอเนื้อหาที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่าย โดยใช้ภาพโปร่งใสซ้อน (Overlay Transparencies) จะช่วยให้ผู้สอนสามารถอธิบายเนื้อหาที่ซับซ้อนเป็นขั้นๆ ทำให้ผู้เรียนไม่สับสน (เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528 : 20)

จึงสังเกตเห็นว่าการใช้แผ่นภาพโปร่งใสทั้ง 2 แบบ มีลักษณะการนำเสนอเนื้อหา ทั้งภาพหรือข้อความให้ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน แต่ใช้เทคนิคดังกล่าวจะทำพร้อมๆกัน ในแผ่นภาพโปร่งใส ชุดเดียวกันได้ลำบาก

องค์ประกอบอย่างหนึ่งของกลวิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพก็คือ การรู้จักเทคโนโลยี เพื่อนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน (บุปผชาติ ทัทพิตรณ. 2529 : 76) หนึ่งในเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ดีก็คือคอมพิวเตอร์ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน มีความสำคัญและแพร่หลายมากขึ้นเป็นลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และโปรแกรม (Software) มีราคาถูกลง ประกอบกับในปัจจุบันโปรแกรมสำเร็จรูปมีให้เลือกเป็นจำนวนมาก ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนได้รับการยอมรับและเป็นที่ยอมรับมากขึ้น

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยนักเรียนด้านการเรียนการสอน มีข้อดีอยู่หลายประการเนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบมัลติมีเดียสามารถทำให้ผู้เรียนได้รับรู้จากการมองเห็น พร้อมการได้ยินเสียงบรรยายบทเรียน และผู้เรียนสามารถโต้ตอบระหว่างการเรียนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงผลภาพนิ่งจากหนังสือเรียนให้มีลักษณะการเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และความเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นทางหนึ่งในการแก้ปัญหาคารอธิบายสิ่งที่ซับซ้อนและการขาดแคลนผู้สอนและแหล่งความรู้ได้เป็นอย่างดี

ในลักษณะของสื่อการเรียนการสอนที่ทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะทำให้นักเรียนได้เห็นการทำงานของอุปกรณ์ที่มีโครงสร้างภายในที่ซับซ้อนประกอบไปกับการทำงานได้ หรือการทำงานในลักษณะที่เป็นอันตรายหรือไม่อาจทดลองได้ในความเป็นจริงนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็สามารถทำให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพการทำงานหรือการทดลองประกอบคำบรรยายได้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสร้างบทเรียนที่มีเนื้อหาในรูปของข้อความ ตัวหนังสือ และรูปภาพ ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว นอกจากนั้นยังสามารถสร้างภาพให้เคลื่อนไหวได้ จึงเป็นการเร้าความสนใจของผู้เรียนได้ดีและมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการสอนแบบปกติ (สมบุรณ์ สุวรรณภิกษาติ. 2535 : 18)

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาและความสำคัญของปัญหานี้จึงได้คิดจะทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI (Computer Assisted Instruction) เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนวิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน และเป็นการช่วยครูผู้สอนอีกด้วยเพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้จะแสดงให้นักเรียนได้เห็นขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินในแต่ละชนิด และ

การทำงานของสายดินแต่ละชนิดประกอบคำอธิบาย ซึ่งจะให้นักเรียนเข้าใจการทำงานของ อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการทำงานของสายดิน โดยจะได้ภาพเคลื่อนไหวในลักษณะ ต่างๆ เช่น การไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรการทำงาน กระแสไฟฟ้าในลักษณะของการ Short Circuit หรือการทำงานของสายดินในลักษณะที่เป็นอันตรายเช่น ไฟรั่วหรือฟ้าผ่า ซึ่งจะให้นัก เรียนเกิดความเข้าใจในการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินได้อย่าง รวดเร็วทันตามเวลาคาบที่กำหนดและถูกต้องตรงตามหลักสูตรการเรียน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติ

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติแตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตของการทำวิจัย

1. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินตามหัวข้อต่อไปนี้

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

1. อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน
 - 1.1 ฟิวส์
 - 1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์
2. การต่อสายดิน
 - 2.1 การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า
 - 2.2 การต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟฟ้าว

2. ประชากรเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ที่ไม่เคยเรียนวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นมาก่อน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่วิธีการสอนซึ่งจำแนกเป็น การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนด้วยครูผู้สอนตามปกติ

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ระหว่างการเรียนรู้เนื้อหาต้องไม่มีครูเป็นผู้ชี้แนะ
2. เมื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน แล้ว ต้องทำการวัดผลทันที
3. ซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นโปรแกรม Authorware
4. คอมพิวเตอร์ที่ใช้ต้องมีขีดความสามารถดังนี้
 - 4.1 ฮาร์ดดิสก์มีความจุอย่างน้อย 1.2 GB
 - 4.2 ติดตั้ง CD ROM ที่มีความเร็วในการอ่านข้อมูล 12 X เป็นอย่างต่ำ
 - 4.3 จอภาพเป็น VGA หรือ Super VGA แสดงผลได้ตั้งแต่ 256 สีขึ้นไป
 - 4.4 มีการติดตั้ง Sound Card และ Speaker
 - 4.5 มีหน่วยความจำตั้งแต่ 16 MB ขึ้นไป
5. นักศึกษาที่ใช้ในการทดลองเรียน เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินจะต้องผ่านการเรียนรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงสื่อการเรียนการสอนที่ได้นำเสนอเนื้อหา แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน มาจัดทำโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อใช้สำหรับนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเองได้

กลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพสื่อ หมายถึง กลุ่มผู้เรียนจำนวน 20 คนที่นำมาทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อปรับปรุงให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 80 : 80 ตามเกณฑ์มาตรฐาน

กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มผู้เรียนจำนวน 20 คนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มผู้เรียนจำนวน 20 คนที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติ

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คุณภาพของบทเรียน ซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80 : 80

เกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการประสิทธิภาพของบทเรียน

80 ตัวแรก หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนหน่วยย่อย ซึ่งคำนวณมาจากค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียนแต่ละบท โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณมาจากค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องจากแบบทดสอบรวมหลังจบบทเรียนทั้งหมด โดยคิดเป็นร้อยละ

ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคระยอง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคระยอง ปีการศึกษา 2544 ภาคเรียนที่ 1

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่เรียนเนื้อหาวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนทันที โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความสำคัญต่องานวิจัย สรุปได้ดังนี้

- 2.1. หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น พ.ศ. 2538 รายวิชา 21000201 ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น
- 2.2. ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น พ.ศ. 2538 รายวิชา 21000201 ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น

จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม กองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง และ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้กำหนดให้วิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น รหัส 21000201 เป็นวิชาบังคับ 1 หน่วยกิต เรียนสัปดาห์ละ 1 คาบ ทฤษฎี 1 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้เวลาในการเรียนทั้งหมด 18 สัปดาห์ รวม 18 คาบ

2.1.1 คำอธิบายรายวิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น (21000201)

เพื่อศึกษามาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์ ความต้านทาน ตัวนำ ฉนวน แหล่งกำเนิดไฟฟ้า หน่วยวัดไฟฟ้า การใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าเบื้องต้น สัญลักษณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งไฟฟ้า สายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกัน และการต่อสายดิน มอเตอร์ไฟฟ้า และการควบคุมเบื้องต้น เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ วิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เครื่องวัดไฟฟ้า วัสดุ อุปกรณ์ติดตั้งและควบคุม

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนรายวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น

หน่วยที่	รายการสอน	เวลา
1.	มาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า	1 คาบ
	1.1 อันตรายจากไฟฟ้า	
	1.2 การช่วยเหลือและการปฐมพยาบาล	1 คาบ
2.	ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์	1 คาบ
	2.1 สสาร	
	2.2 โครงสร้างอะตอม	
	2.3 การเคลื่อนของอิเล็กตรอน	
3.	คุณสมบัติของสสาร	1/2 คาบ
	3.1 ตัวนำ	
	3.2 กึ่งตัวนำ	
	3.3 ฉนวน	
4.	ความต้านทาน	1/2 คาบ
	4.1 ความต้านทานจำเพาะ	
	4.2 ตัวแปรที่มีผลต่อความต้านทาน	
	4.3 ความต้านทานและความนำ	
5.	แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า	1/2 คาบ
6.	ชนิดของไฟฟ้า	1/2 คาบ
	6.1 ไฟฟ้าสถิตย์	
	6.2 ไฟฟ้ากระแส	
	6.2.1 ไฟฟ้ากระแสตรง	
	6.2.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ	
7.	ระบบจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแรงต่ำ	1/2 คาบ
	7.1 ระบบ 1 เฟส	
	7.2 ระบบ 3 เฟส	
	7.2.1 ระบบ 3 เฟส 3 สาย	
	7.2.2 ระบบ 3 เฟส 4 สาย	
8	หน่วยวัดทางไฟฟ้า	1/2 คาบ
	8.1 หน่วยของกระแสไฟฟ้า	

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	รายการสอน	เวลา
9.	8.2 หน่วยของแรงดันไฟฟ้า 8.3 หน่วยของความต้านทาน 8.4 หน่วยของกำลังไฟฟ้า 8.5 หน่วยของพลังงานไฟฟ้า เครื่องวัดไฟฟ้า 9.1 โวลต์มิเตอร์ 9.1.1 สัญลักษณ์บนหน้าปัด 9.1.2 การอ่านค่าเสกกล 9.1.3 วงจรการต่อใช้งาน 9.2 แอมป์มิเตอร์ 9.2.1 สัญลักษณ์บนหน้าปัด 9.2.2 การอ่านค่าเสกกล 9.2.3 วงจรการต่อใช้งาน 9.3 มิลลิแอมป์มิเตอร์ 9.3.1 การเลือกค่าทางไฟฟ้า 9.3.2 การเลือกย่านวัด 9.3.3 การอ่านเสกกล 9.3.4 วงจรการต่อใช้งาน 9.4 กิโลวัตต์-ฮิวมิเตอร์ 9.4.1 การอ่านพลังงานไฟฟ้า 9.4.2 วงจรการต่อและการติดตั้ง	2 คาบ
10	การต่อวงจรไฟฟ้า 10.1 องค์ประกอบ 10.2 แบบอนุกรม 10.3 แบบขนาน 10.4 แบบผสม	1 คาบ
11	สัญลักษณ์และอุปกรณ์ติดตั้งไฟฟ้า 11.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน ANSI และ DIN	2 คาบ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	รายการสอน	เวลา
12	11.1.1 สัญลักษณ์อุปกรณ์ติดตั้ง <ul style="list-style-type: none"> - สวิตช์แบบต่างๆ - เต้ารับ - หลอดไฟแบบต่างๆ 11.1.2 สัญลักษณ์อุปกรณ์ป้องกันแบบต่างๆ 11.1.3 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าอื่นๆ 11.2 อุปกรณ์ติดตั้ง สายไฟฟ้า 12.1 วัสดุตัวนำที่ใช้ทำสายไฟฟ้า 12.2 ลักษณะของตัวนำในสายไฟฟ้า 12.2.1 ตัวนำเส้นเดียว 12.2.2 ตัวนำหลายเส้น 12.3 ชนิดของสายไฟและการนำไปใช้งาน 12.3.1 สายเปลือย 12.3.2 สายหุ้มฉนวน 12.4 ชนิดของสายหุ้มฉนวน 12.5 รหัสสีของสาย 12.6 หน่วยที่ใช้ในการวัดขนาดของสายไฟฟ้า 12.7 เครื่องมือที่ใช้วัดขนาดสาย 12.8 การต่อสายแบบต่างๆ	1 คาบ
13	อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน 1. อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน 1.1 ฟิวส์ 1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ 2. การต่อสายดิน 2.1 การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า 2.2 การต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่ว	1 คาบ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	รายการสอน	เวลา
14	มอเตอร์ไฟฟ้าและการควบคุมเบื้องต้น	2 คาบ
	14.1 สปลิตเฟสมอเตอร์	
	14.1.1 วงจรและการต่อใช้งาน	
	14.1.2 วงจรการต่อกลับทางหมุน	
	14.2 สามเฟสมอเตอร์	
	14.2.1 วงจรและการต่อใช้งาน	
	14.2.2 วงจรการต่อกลับทางหมุน	
	14.3 การควบคุมเบื้องต้น	2 คาบ
15	เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก	2 คาบ
	1.5.1 ประเภทให้แสงสว่าง	
	1.5.2 ประเภทให้ความร้อน	
	วัดผล	2 คาบ
	รวม	18 คาบ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในส่วนของความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้วิจัยได้ค้นคว้าโดยแบ่งออกเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

- 2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.2.2 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.2.3 ชนิดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.2.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำศัพท์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนนั้น นิยมใช้คำศัพท์แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ซึ่งคำว่า ซีเอไอ (CAI : Computer – Assisted Instruction) เป็นศัพท์เดิมที่นิยมใช้ในสหรัฐอเมริกา มีความหมายว่าการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย อีกคำหนึ่งที่นิยมใช้คือคำว่า ซีเอ็มไอ (CMI : Computer – Managed Instruction) หมายถึงการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการให้ ส่วนยุโรปมักจะใช้คำแตกต่างไปจากสหรัฐอเมริกา คำที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันคือ ซีบีอี (CBE : Computer – Based Education) หมายถึงการศึกษาโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นหลัก นอกจากนี้ ยังมีอีกหลายคำที่แพร่หลาย เช่น ซีเอแอล (CAL : Computer –

Assisted Learning) และ ซีเอ็มแอล (CML : Computer – Managed Learning) (ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535 : 1)

นักวิชาการทางการศึกษาหลายท่าน และนักคอมพิวเตอร์ของประเทศไทยได้กล่าวถึงความหมายของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction ; CAI) หมายถึง กลวิธีการสอนที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ (สุพิทย์ กาญจนพันธ์. 2541 : 52)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับ วิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างมีระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน (ยีน ภู่วรรณ. 2531 : 121)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ กระบวนการสอนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นสื่อในการเสนอบทเรียนแบบโต้ตอบ (Interaction Mode) เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล สำหรับผู้เรียนแต่ละคนได้แก่ การฝึกทักษะ การสอนแบบตัวต่อตัว สถานการณ์จำลอง เกม และการแก้ปัญหา (Splittgerber. 1979 : 20)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า CAI นั้น หมายถึง บทเรียนที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง และบันทึกลงในจานแม่เหล็ก เพื่อให้ผู้เรียนนำไปศึกษาใหม่ ทบทวน หรือทดสอบเนื้อหาที่ศึกษามาแล้ว โดยผ่านทางจอภาพ ลักษณะบทเรียนจะเน้นการศึกษารายบุคคล และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และเลือกตัดสินใจโดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2529 : 32)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวเป็นการสอนโดยตรง และเป็นการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ในการใช้คอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายบทเรียนโปรแกรม (Programed Instruction) (กำพล ดำรงค์วงศ์. 2528 : 150)

2.2.2 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องดังนี้

2.2.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา

บุคลากรด้านนี้จะเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมความไปถึง การกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learner) ขอบข่ายของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และการสอน ขอบข่ายรายละเอียดคำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและการประเมินผลของหลักสูตร บุคคล

กลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดีเรียกว่า Resource Person ทางด้านหลักสูตร

2.2.2.2 ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน

บุคคลกลุ่มนี้หมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่ในการเสนอในเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดีเป็นต้นว่ามีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งสามารถจัดลำดับความยากง่ายความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหาหรือวิธีการสอน การออกแบบและสร้างบทเรียน ตลอดจนมีวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมาเป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยทำให้การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2.2.2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนและการสอน

ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนจะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านการวางแผนการออกแบบบทเรียน อันประกอบด้วยเรื่อง การออกแบบและการจัด Layout การจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมต่างๆ การเลือกและวิธีการใช้ ตัวอักษร เส้น รูปทรง กราฟิก แผนภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงานและสื่อการเรียนการสอนอื่นๆ ที่ช่วยทำให้บทเรียนมีความสวยงามและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2.2.2.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1) การสร้างบทเรียน CAI ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพจน์บทเรียน โปรแกรมระบบนี้จะถูกเขียนและพัฒนาขึ้นด้วยผู้ชำนาญการและผู้เชี่ยวชาญทางการเขียน โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมเมอร์โดยตรง ระบบนี้จึงออกแบบไว้สำหรับการสร้างและการนำเสนอบทเรียน CAI โดยเฉพาะ ดังนั้นการใช้งานจึงง่ายและสะดวกต่อครูและผู้สอนที่ไม่มีทักษะทางการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างและผลิตบทเรียน CAI แต่เนื่องจากระบบนี้กำลังเริ่มพัฒนาเข้าสู่มาตรฐาน โดยเฉพาะมาตรฐานภาษาไทยที่กำลังพัฒนาอยู่ในขณะนี้ คาดว่าอีกไม่นาน Authoring System ฉบับภาษาไทยคงจะเป็นมาตรฐานมากขึ้นตามระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ Authoring System ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ได้แก่ Authorware Professional , Ten CORE , PINE , Icon Author และอื่นๆ

สำหรับในประเทศไทยเอง ได้มีการนำเอา Authoring System เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียน CAI โดยตรงเป็นรายแรกเมื่อประมาณ 10 ปีมาแล้ว โดยมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้นำเอาโปรแกรมชื่อ VITAL เป็น Authoring System จากประเทศ Canada แต่การใช้งานไม่แพร่หลายเท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาด้านลิขสิทธิ์และตัวโปรแกรมเองก็สร้างบทเรียน CAI ได้ค่อนข้าง

ยาก ในปัจจุบันนี้ ภายหลังจากที่ได้มีการพัฒนาระบบภาษาไทยภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ทำให้ตลาด Authoring System กว้างไกลขึ้น ได้มีการนำเอาโปรแกรม Authorware Professional , Ten Core และอื่นๆ เพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียน CAI นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาและนักคอมพิวเตอร์ในประเทศไทยที่ได้ทุ่มเทกำลังความสามารถผลิต Authoring System ฉบับไทยแท้ขึ้นมาเพื่อใช้สร้างบทเรียน CAI แต่คุณภาพการใช้งานก็สามารถทำได้ในระดับพื้นฐานเท่านั้น โปรแกรมเหล่านี้ได้แก่ Thaishow , Thaitas เป็นต้น

2) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์การใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ทั้งภาษาระดับสูงและภาษาระดับต่ำ เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาแอสเซมบลีและอื่นๆ สามารถใช้สร้างบทเรียน CAI ได้ซึ่งการสร้างบทเรียน CAI ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์นี้จะอยู่ในวงการของนักคอมพิวเตอร์เสียเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากการสร้างบทเรียนด้วยการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เขียนต้องอาศัยความชำนาญการและประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก ดังนั้นระบบการสร้างบทเรียนวิธีนี้จึงอยู่ในหมวกของผู้สอนและครูน้อยมาก การใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียน CAI จะช่วยสนับสนุนรูปแบบของบทเรียน CAI ประเภทจำลองสถานการณ์ (Simulations) โดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากภาษาคอมพิวเตอร์จะสนับสนุนคณิตศาสตร์ทุกระดับได้เป็นอย่างดี ซึ่งจำเป็นต้องใช้บทเรียนดังกล่าว โดยที่ระบบนิพนธ์บทเรียนสำเร็จรูปจะไม่สามารถสนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์สูงมากนักจึงไม่สามารถใช้ได้ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 14 – 16)

ข้อควรพิจารณาเลือกโปรแกรมสร้างบทเรียนหรือระบบนิพนธ์บทเรียนที่ดีนั้น ควรมีลักษณะที่ใช้งานได้ง่าย โดยที่ครูผู้สร้างบทเรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์อย่างมากมาย และสามารถใช้โปรแกรมนี้สร้างและผลิตบทเรียนได้อย่างดี ซึ่งพอสรุปหน้าที่ของ Authoring System ไว้ดังนี้

- 1) ใช้ผลิตตัวหนังสือและตัวอักษรต่างๆ
- 2) ใช้สร้างภาพ ลวดลายแบบและกราฟิกต่างๆ
- 3) ใช้สร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ
- 4) ใช้ควบคุมการทำงานและข้อมูลต่างๆ
- 5) ใช้จัดการเพิ่มข้อมูล
- 6) ใช้สร้างบทเรียนและควบคุมการดำเนินบทเรียน
- 7) ใช้ควบคุมการทำงานของโมดูลและเฟรมต่างๆ ของบทเรียน
- 8) ใช้ Run บทเรียน
- 9) ใช้เก็บ System Environment และพจนานุกรมหรือ Dictionary ต่างๆ
- 10) ใช้สนับสนุนอย่างอื่นๆ เช่น การรับภาพ การรับเสียงจากแหล่งภายนอก (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 20 – 21)

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับการพัฒนามาจากบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งเป็นการสอนแบบโปรแกรม ที่เรียนและวิธีการมีลักษณะสำคัญดังนี้ (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 211-213)

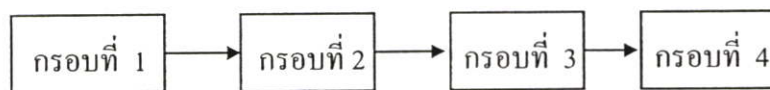
1. เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปถึงสิ่งที่ไม่รู้ จัดการเรียนให้เนื้อหาเรียงไปตามลำดับ (Linear Sequence) เริ่มจากเรื่องที่คุณเรียนรู้อยู่แล้วไปจนถึงเรื่องใหม่ ๆ ที่ยังไม่รู้ โดยทำเป็นกรอบ (Frame) หลาย ๆ กรอบผู้เรียนจะค่อย ๆ เรียนไปที่ละกรอบตามลำดับจากง่ายไปสู่ยาก
2. เนื้อหาที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อยก่อนข้างง่าย และมีสาระใหม่ไม่มากนัก ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
3. แต่ละกรอบจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่เพียงอย่างเดียว การแนะนำความรู้เนื้อหาใหม่ที่ละมาก ๆ จะทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่าย
4. ในระหว่างการเรียนจะต้องให้ผู้เรียนแต่ละคน มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามไปด้วยเช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ไม่ใช่คิดตามอย่างเดียวเพราะจะทำให้เบื่อ
5. การเลือกคำตอบที่ผิด อาจทำให้ต้องกลับไปทบทวนกรอบของแบบเรียนเก่า หรือไม่ก็เป็นกรอบใหม่ที่อธิบายถึงความเข้าใจผิด หรือความคิดพลาดที่เกิดขึ้น หรือถ้าเป็นคำตอบถูกต้อง ผู้เรียนก็จะได้เรียนเรื่องใหม่เพิ่มเติม การได้รู้เฉลยและได้รับคำตอบ หรือรู้ผลในทันที จะทำให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานไปด้วย คำตอบที่ถูกมักได้รับคำชมเชยทำให้มีกำลังใจส่วนคำตอบที่ผิดบางทีก็อาจถูกตำหนิซึ่งก็ไม่มีใคร ไฉนทำให้ไม่รู้สึกร้ออายหรือหมกมุ่นใจ
6. การเรียนโดยวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง จะใช้เวลาในการทบทวนบทเรียน หรือคิดตอบคำถามแต่ละข้อนานเท่าใดก็ได้ ผู้เรียนจะไม่รู้สึกถูกกดดันด้วยเวลาที่จะต้องรอเพื่อน หรือตามเพื่อนให้ทัน
7. การเรียนในลักษณะนี้ เป็นการเรียนโดยเน้นที่ความถนัดของแต่ละบุคคล แต่ละคนจะมีความถนัดต่างกัน แม้แต่ในวิชาเดียวกันการเรียนบทเรียนแต่ละบทก็ใช้เวลาไม่เท่ากัน
8. ในการเสนอบทเรียนลักษณะนี้การทำสรุปท้ายบทเรียนแต่ละยก จะช่วยให้ผู้เรียนได้วัดผลตนเอง การสรุปนั้นหมายถึง สรุปเนื้อหาและสรุปการติดตามผลของผู้เรียนด้วยว่าผู้เรียนใช้เวลาเรียนมากน้อยเพียงใด ผลเป็นอย่างไรจำเป็นต้องค้นคว้าหรือทำงานเพิ่มเติมหรือไม่ ในการเรียนในห้องเรียนยิ่งครูทดสอบบ่อยเท่าไรการเรียนก็ยิ่งมีผลเท่านั้น แต่การทดสอบธรรมดามีปัญหาเรื่องการตรวจ ยิ่งเสียเวลามากความกระตือรือร้นของผู้เรียนอาจจะค่อย ๆ หดไป หากครูไม่ช่วยพอ
9. การทำกรอบบทเรียนแต่ละบทนั้นถ้าทำได้ดี เราจะสามารถวิเคราะห์คำตอบไปได้ด้วยประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน อาจทำให้คำตอบแตกต่างกันไปเราสามารถวิเคราะห์จาก คำตอบของนักเรียนได้ว่าสิ่งที่เลือกคำตอบข้อนั้น ๆ (ในกรณีที่เป็นการให้เลือกคำตอบที่ถูก) ถ้าเป็นคำตอบที่ผิดเป็นเพราะอะไร อาจเป็นเพราะสับสนกับเรื่องอื่น ๆ ตีความคำถามผิด หรือไม่ เข้าใจ

เลย การทำแบบทดสอบที่ดีหากผู้ทำสามารถเรียบเรียงเนื้อหาได้เป็นขั้นตอนจริง ๆ ผู้เรียนควรจะทำได้ถูกต้องหมดบางทีก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

10. การกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทางว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้รู้อะไรบ้าง จะช่วยให้การแบ่งเนื้อหาซึ่งจะต้องเรียนไปตามลำดับทำได้ดีขึ้น ไม่ออกนอกกลุ่มนอกทางโดยไม่จำเป็น

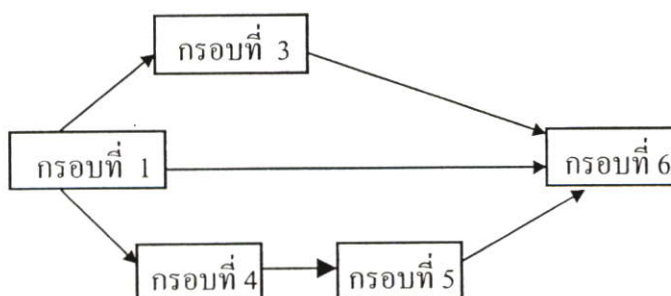
จิตติรัตน์ ทัดเทียมมรย์. (2514 : 7) ได้เสนอรูปแบบของคอมพิวเตอร์แบบพื้นฐานแบ่งได้ 2 ลักษณะ

1. บทเรียนโปรแกรมเชิงเส้น จะประกอบด้วยกรอบ ซึ่งแบ่งเป็นหน่วยเล็ก ๆ จากง่ายไปหายาก ผู้เรียนทุกคนจะได้เห็นข้อความเดียวกัน ตามลำดับเหมือนกันและตอบคำถามเช่นเดียวกัน ผู้เรียนจะเริ่มเรียนจากกรอบแรกก้าวต่อไปข้างหน้าตามลำดับกรอบสุดท้ายจะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไปไม่ได้ สิ่ง que ผู้เรียนได้รับจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานของการเรียนกรอบต่อ ๆ ไป บทเรียนชนิดนี้มักจะให้ผู้เรียนตอบคำถามว่าถูกหรือผิด หรืออาจเป็นการเติมตัวเลขหรือข้อความลงในช่องว่างโดยทั่วไป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกรอบเหมือนสไลด์ ซึ่งอาจผสมกับข้อความก็ได้ จึงมองเห็นเป็นกรอบ ๆ ลักษณะของบทเรียนเชิงเส้นแยกเป็นหลายบท ดังรูป



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างบทเรียนโปรแกรมชนิดเชิงเส้น

2. บทเรียนโปรแกรมชนิดไม่เป็นเชิงเส้น บทเรียนชนิดนี้คำนึงถึงความแตกต่างและความคิดของแต่ละคนเป็นสำคัญ โดยให้มีการทดสอบผู้เรียนอยู่เสมอเพื่อที่จะได้นำคำตอบที่ได้มาวิเคราะห์แล้วเลือกบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน การจัดกรอบของบทเรียนจะต้องมีการกำหนดเชื่อมโยงระหว่างกรอบอย่างเหมาะสม และเป็นข่างานตามความสามารถของการเรียนรู้ ดังรูปที่แสดง



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมชนิดไม่เป็นเชิงเส้น

ชนิดของกรอบบทเรียน

1. กรอบให้เนื้อหา ได้แก่ บทเรียนที่ใช้สำหรับการให้เนื้อหาใหม่ๆ โดยจะต้องมีโครงสร้างภายในที่จะต้องประกอบด้วยเนื้อหาใหม่ และคำถามวัดความเข้าใจของ ผู้เรียนในเนื้อหาที่ให้ไปนั้นพร้อม คำเฉลย ซึ่งบางครั้งอาจจะประกอบด้วยเนื้อหาเพียงอย่างเดียวก็ได้ ตามปกติแล้วกรอบบทเรียนทุกชนิดต้องการให้ผู้เรียนตอบสนอง ดังนั้นจึงมีการเว้นช่องว่างไว้ให้ผู้เรียนได้เติมคำตอบลงไป ซึ่งเป็นการกระตุ้นความคิดและความสนใจของผู้เรียนให้อ่านอย่างระมัดระวัง

2. กรอบแบบฝึกหัดหรือกรอบทดสอบ ได้แก่ กรอบบทเรียนที่ไม่ต้องการให้เนื้อหาใหม่แต่ต้องการจะทดสอบความรู้ที่ผู้เรียนได้รับไป โดยมีลักษณะโครงสร้างภายในจะไม่มีเนื้อหาใหม่จะเป็นการทบทวนหรือฝึกฝนความรู้เดิม ดังนั้นจึงมีรูปแบบคำถามมากกว่าเนื้อหา เพราะต้องการตอบสนองจากผู้เรียนมากขึ้น

3. กรอบสรุปหรือกรอบสุดท้าย ได้แก่ กรอบบทเรียนที่ใช้สำหรับประเมินผลขั้นสุดท้ายของผู้เรียนว่าบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ โครงสร้างภายในกรอบนี้จะมีเนื้อหาหรือข้อมูลน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย แต่ต้องการคำตอบของนักเรียนมากที่สุด เพื่อใช้ประเมินผลขั้นสุดท้ายว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ตามต้องการหรือไม่ (ผดุง อารยะวิญญู, 2527 : 64-70)

นอกจากนี้ ความสามารถในการปรับการสอนให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงมีลักษณะโดยทั่วไปดังนี้ (Caldwell, 1980 : 7-8)

1. การควบคุมโปรแกรมโดยผู้เรียน ได้อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถควบคุมลำดับการเรียนรู้ด้วยตัวให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งรวมถึงการให้การทบทวนในกรอบที่ผ่านมา หรือการเลือกทางเลือกที่จะนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนในเวลาที่ยาวที่สุด นั่นคือ การให้โอกาสผู้เรียนที่จะก้าวไปข้างหน้า หรือทบทวน หรือออกจากบทเรียนในเวลาใดก็ได้

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนและสนองตอบต่อรายบุคคล โดยผู้เรียนจะเรียนตามความสามารถของตนเอง (Self Pacing) สามารถเลือกสาขาหรือทางเลือกในการทบทวน หรือเสริมความรู้โดยอิสระตามต้องการ

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะเป็น โมดูลย่อย ๆ และมีโครงสร้างที่ต่อเนื่องกันไปเป็นเรื่องราว มีรูปแบบที่เป็นระเบียบ แต่ก็ต้องมีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้ได้สูง ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนได้

4. ทักษะต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุ จะต้องตั้งเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมความละเอียดของบทเรียน จะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะที่ให้ผู้เรียนสามารถบรรลุและประเมินความก้าวหน้าได้

5. ความก้าวหน้าในการเรียนสามารถวัดได้ ในรูปแบบของการบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. ยุทธศาสตร์สำหรับการวินิจฉัยการตอบสนองของผู้เรียน การวางแผน และการแนะนำในบทเรียนต้องนำมาใช้ให้เหมาะสม ประสิทธิภาพของบทเรียน จะนำไปสู่การตรวจ

สอบทักษะของผู้เรียน และข้อมูลที่ได้ จะนำผู้เรียนไปสู่ตำแหน่งที่เหมาะสมกับผู้เรียนได้ในที่สุด

7. บทเรียนควรมีรูปแบบในการตอบสนองหลาย ๆ รูปแบบ

นอกจากนี้ วสันต์ อติศัพท์ (2530 : 77-80) ได้กล่าวถึง ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่ว ๆ ไป จะมีลักษณะการเรียนรู้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว เสียงหรือผสมผสานหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตัวเอง

2. ขั้นเสนอเนื้อหา คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบ ๆ (frame) โดยอาจจะเสนอในรูปของตัวอักษร ภาพ เสียงต่าง ๆ ตลอดจนกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อสร้างความสนใจในการเรียน และสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่าง ๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีเส้นการโยงไปมาระหว่างกรอบต่าง ๆ แต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาที่ประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปหายากเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนอาจจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้ได้เรียนรู้ให้มากที่สุดตามความสามารถของเขา และมีการชี้แนะ (Prompting Cues) หรือจัดเนื้อหาสำหรับช่วยเหลือผู้เรียน (Help Sequence) เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

3. ขั้นคำถาม และคำตอบ หลังจากการเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อจะวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อเรื่องที่เรียนผ่านมา ก็จะมีการทบทวน โดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนใจกว่าแบบทดสอบธรรมดาและผู้เรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์ (keyboard) นอกจากนี้แล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ ถ้าผู้เรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งเอาไว้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอความช่วยเหลือได้

1. ขั้นตรวจคำตอบ เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียน คอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจจะออกมาในรูปของข้อความ กราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น คำชมเชย เสียงเพลงหรือกราฟิก ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจจะบอกใบ้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้คำตอบใหม่ และเมื่อตอบได้ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้น ๆ

2. ขั้นปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียนโดยให้ทำแบบทดสอบ ซึ่งมีจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ สามารถสุ่ม (Random) ข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่สร้างไว้ และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่เหมือนกัน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการทำในครั้งแรก หรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์

ได้เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้เรียนจะได้ทราบคะแนนการสอบผ่านเกณฑ์หรือไม่ รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียน

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำมาใช้เป็นหลักในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายทฤษฎี เช่น กระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne' ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการปฏิบัติ (Operant Conditioning) ของสกินเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) ของธอร์นไคลด์

กระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne'

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะทำเรียน ดังนั้นบทเรียนควรจะเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียงหรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวตามลักษณะของบทเรียน CAI การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ก็คือการสร้าง Title ของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้ก็คือการสร้าง Title นั้นควรออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ แต่หากว่า Title ดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น การกด Space Bar หรือด้วยการกด Key ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

สิ่งที่จะต้องพิจารณาเพื่อได้รับความสนใจของผู้เรียน มีดังนี้

- 1) ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหาและกราฟิกนั้นควรมีขนาดใหญ่ ง่ายและไม่ซับซ้อน
- 2) ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว แต่ควรสั้นและง่าย
- 3) ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้มอื่นๆ ที่ตัดกับพื้นชัดเจน
- 4) ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก
- 5) กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกด Key หรือ Space Bar
- 6) ในกราฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย
- 7) ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว
- 8) กราฟิกนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specific Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นนอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ นี้เองจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดใน

รายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น และนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย

การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้างๆ จนกระทั่งถึงการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อความที่เสนอบนจอควรเป็นข้อความที่สั้น และได้ใจความและข้อเสนอแนะถ้าเป็นไปได้ควรมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย ดังนั้นการบอกถึงวัตถุประสงค์ในบทเรียน CAI จึงนิยมใช้ข้อความที่สั้นและโน้มน้าวใจผู้เรียน ส่วนจะเป็นวัตถุประสงค์กว้างๆ หรือเชิงพฤติกรรมนั้น คงขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้เรียนบทเรียน แต่โดยหลักการเรียนการสอนแล้วมักจะกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากสามารถวัดได้และสังเกตเห็นได้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์ มีดังนี้

- 1) ใช้คำสั้นๆ และเข้าใจได้ง่าย
- 2) หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป
- 3) ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ
- 4) ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบหลังจากเรียนจบแล้วจะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง
- 5) หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อยหลายๆ บทเรียน หลังจากบอกวัตถุประสงค์กว้างๆ แล้วควรจะตามด้วย Menu และหลังจากนั้นควรเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย
- 6) อาจกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอทีละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงด้านเวลาระหว่างช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อดูวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้
- 7) เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วยโดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

3. ทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้นๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งผู้ออกแบบบทเรียน CAI จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ให้ ทั้งนี้ นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pretest) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย

ในขั้นทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้า การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมจะมากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับ

กับความเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น ในการสอนสมการ 2 ชั้น หากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจสมการสองชั้นได้ ในกรณีนี้ควรมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะเรียนสมการสองชั้นหรือไม่ ลักษณะนี้การทดสอบความจำเป็นหากพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจ ก็อาจแนะนำให้กลับไปเรียนบทเรียนสมการชั้นเดียวก่อน หรือผู้เรียนบทเรียนอาจต้องเรียนบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องสมการชั้นเดียวเพื่อการทบทวนก่อนก็ได้

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

- 1) ไม่ควรคาดเดาเอาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
- 2) การทบทวนหรือการทดสอบควรให้กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด
- 3) ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจาก การทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
- 4) หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิมผู้เขียนโปรแกรมควรรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
- 5) อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

4. การเสนอเนื้อหา (Present Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดที่สั้น ง่ายและได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือคำเขียนเพียงอย่างเดียว ภายใต้หลักพื้นฐานที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการหลายๆ วิธีที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้แต่จำนวนน้อยก็ดียิ่งดีกว่าคำเขียนทั้งหมด

ภาพที่ใช้ในบทเรียนช่วยสอน จำแนกออกได้ 2 ส่วนหลักๆ คือภาพนิ่ง (Still Picture) ได้แก่ภาพถ่ายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ และอื่นๆ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) เช่น ภาพจากสัญญาณวีดิทัศน์ (Video) ภาพจากสัญญาณดิจิตอลอื่นๆ เช่น Photo Cd จาก Laser Disc จากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์โดยตรง เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบการศึกษาเนื้อหาในส่วนนี้อาจจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพนั้น

- 1) มีรายละเอียดมากเกินไป
- 2) ใช้เวลามากไปในการปรากฏภาพบนจอ
- 3) ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเท่าที่ควร
- 4) ชับซ้อน เข้าใจยาก
- 5) ไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ไม่สมดุล

ในส่วนของเนื้อหาที่เสนอเป็นคำอ่านหรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะนอกจากผู้เรียนอาจรู้สึกเบื่อก่อนที่ต้องนั่งอ่านๆ โดยไม่ได้ทำอะไรเลย แม้กระทั่งกด Space Bar การบรรจุข้อความมากๆ และเบียดเสียดกันยังทำให้อ่านยากอีกด้วย

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ มีดังนี้

- 1) ใช้ภาพประกอบในการนำเสนอเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
- 2) พยายามใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น
- 3) ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ
- 4) ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้นั้นในส่วนที่ยากของข้อความสำคัญซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สีหรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น ดูที่ด้านล่างของภาพ
- 5) ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- 6) จัดรูปแบบของคำอ่านให้หน้าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน
- 7) คำที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจง่าย
- 8) หากเครื่องแสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
- 9) ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรม และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมาโดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
- 10) คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ กู้เคยและเข้าใจตรงกัน
- 11) ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่น แทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว เช่น โต้ตอบบทเรียนด้วยการพิมพ์ หรือการใช้ Mouse ร่วมกับแป้นพิมพ์

5 ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่าการเรียนที่กระจำชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียน วิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียน CAI ในขั้นนี้ก็คือพยายามหาเทคนิคในการที่กระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคของการใช้เปรียบเทียบดังได้กล่าวข้างต้น เทคนิคการให้ตัวอย่างและตัวอย่างนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคของการใช้ภาพเปรียบเทียบดังได้กล่าวข้างต้น เทคนิคการให้ตัวอย่างและตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง อาจช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจ Concept ต่างๆ ชัดเจนขึ้น

ในบางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียน CAI อาจใช้หลักของ Guided Discovery ซึ่งหมายถึงการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลง จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง และเช่นกันเทคนิคการใช้ตัวอย่างและให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างได้ในข้อนี้ นอกจากนั้นการใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ได้ สรุปแล้วในขั้นนี้ผู้ออกแบบบทเรียน CAI จะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งยากไปสู่สิ่งที่ย่าง และเป็นไปตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการแนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

- 1) แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
- 2) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้ หรือประสบการณ์มาแล้ว
- 3) พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบาย Concept ใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของถ้วยหลายๆ ชนิด หลายๆ ขนาด
- 4) ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น ให้อุณหภูมิของน้ำ ภาพของจาน และบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่ถ้วย เป็นต้น
- 5) การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม
- 6) กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถามการตอบ ในด้านของการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าผู้เรียน โดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่นๆ อย่าง เช่น วิทยุทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่นๆ ซึ่งจัดเป็นการสอนแบบ Non - interactive คือการเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรมและการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายและเมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนร่วมคิด การคิดนำหรือติดตาม ย่อมมีส่วนผูกประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรม ขั้นตอนต่างๆ ซึ่งมีข้อแนะนำดังนี้

- 1) พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน
- 2) ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้นๆ เพื่อสร้างความสนใจแต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
- 3) ถามคำถามเป็นช่วงๆ ตามความเหมาะสมของเนื้อหา
- 4) ได้รับความคิด และจินตนาการด้วยคำถาม
- 5) ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก
- 6) หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิดสักครั้งสองครั้งควรจะให้ Feedback และเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป
- 7) ในการตอบสนองที่ผิดพลาดบ้าง ด้วยความเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 หรือ Space Bar ในการพิมพ์ อาจเกินไปหรือขาดหาย บางครั้งใช้ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก ควรคำนึงถึงด้วย
- 8) ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถาม และการตรวจปรับคำตอบจะต้องอยู่บนเฟรมเดียวกันด้วย ซึ่งอาจจะเป็นเฟรมซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักเดิมก็ได้

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

การวิจัยพบว่าบทเรียน CAI นั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำท่ายุ่เล่น โดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การ Feedback ที่เป็นภาพจะช่วยสร้างความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไรก็ดีการให้ Feedback เป็นภาพหรือ Visual Feedback นี้อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูว่าหากทำผิดมากๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้เกมแขวนคอ (Hanged Man) ในการสอนศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบด้วยวิธีการกด Space Bar ไปเรื่อยๆ ไม่สนใจเนื้อหา ทั้งนี้เพื่ออยากดูรูปคนถูกแขวนคอ เป็นต้น วิธีการหลีกเลี่ยงก็คือ Visual Feedback นี้ควรเป็นภาพในทางบวก เช่น เล่นเรือเข้าหาฝั่ง ขับยานสู่ดวงจันทร์ และจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้นเป็นต้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียน CAI ที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายในระดับสูงขึ้น การ Feedback ด้วยคำเขียนหรือภาพ เช่น กราฟ ก็เป็นทางเลือกที่เหมาะสมดีพอแล้ว

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลตอบสนอง มีดังนี้

- 1) ให้ Feedback ทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบได้
- 2) บอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าตอบถูกหรือผิดโดยแสดงคำถามคำตอบและ Feedback ในเฟรมเดียวกัน
- 3) ถ้าใช้ภาพ Feedback ควรเป็นภาพที่ง่ายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

- 4) หลีกเลียงผลทางจอภาพ (Visual Effects) หรือการให้ Feedback ที่ตื่นตา หากผู้เรียนทำผิด
- 5) อาจใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้จริงๆ
- 6) อาจจะใช้เสียงสำหรับการ Feedback เช่น คำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบที่ผิด โดยใช้เสียงแตกต่างกัน
 - 7) เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนทำผิด 2-3 ครั้ง
 - 8) อาจจะใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
 - 9) พยายามสู่การ Feedback เพื่อสร้างความสนใจ

8. ทดสอบความรู้หลังบทเรียน (Access Performance)

บทเรียน CAI จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนหรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนที่เรียกว่า Post Test เป็นสิ่งที่จำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองการทดสอบเพื่อเก็บคะแนนหรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษา บทเรียนต่อไป หรือยัง อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายส่วน อาจจำแนกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเรียนเองว่าจะต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

- 1) ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- 2) ข้อทดสอบ คำตอบและ Feedback อยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
- 3) หลีกเลียงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกเสียจากว่าต้องการจะทดสอบการพิมพ์
- 4) ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม ยกเว้นในหนึ่งคำถามมีคำถามอยู่ด้วยให้แยกเป็นหลายๆ คำถาม
 - 5) บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้ กด T ถ้าเห็นว่าถูกและกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น
 - 6) คำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
 - 7) อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษร แต่ผู้เรียนพิมพ์เลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ไม่ใช่บอกว่าตอบผิด
 - 8) อย่าทดสอบโดยใช้เขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบบ้าง

9) ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็ก แทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

9. การจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer)

ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอแนะของ กาย่ (Gagne') นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียน CAI จึงมีข้อพิจารณาดังนี้

1) สรุปกับผู้เรียนว่าความรู้ใหม่ มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร

2) ทบทวนแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหาเพื่อเป็นการสรุป

3) เสนอแนะเนื้อหาที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้

4) บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

ขั้นการสอน 9 ขั้นของ Gagne' นี้ เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ใช้ได้กว้างๆ แต่โดยวัตถุประสงค์ของเทคนิคดังกล่าวนี้ ก็เพื่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติเทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียน CAI คือการพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้ชิดเกี่ยวกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง คัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ขั้นการสอน 9 ขั้นนี้ ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นลำดับตามที่เรียงไว้และไม่จำเป็นว่าจะต้องมีครบทั้ง 9 ข้อ จะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอแบบใด หรือครอบคลุมขั้นการสอนอย่างไร ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหาของบทเรียนนั้นด้วย การยึดขั้นตอนทั้ง 9 ขั้นเป็นหลักและในขณะเดียวกันก็พยายามปรับเทคนิคการนำเสนอไม่ให้ซ้ำๆ กันจนน่าเบื่อหน่ายก็เป็นวิธีการอย่างหนึ่งของผู้ออกแบบ CAI ต้องคำนึงถึง (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 7 – 13)

ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory)

Edward L. Thorndike เสนอ “ ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) ” ว่าการเรียนรู้ของมนุษย์จะเกิดขึ้นได้ด้วยการสร้างสิ่งเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ที่เหมาะสมกัน และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกฎ 3 ประการ คือ กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎแห่งความพอใจ (Law of Effect) และกฎแห่งการฝึกฝน (Law of Exercise) โดย

1) ครูควรพิจารณาความพร้อมของผู้เรียนเสียก่อน

2) ครูควรใช้เทคโนโลยีทางการสอนเป็นเครื่องจูงใจ

3) ครูควรกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียน ให้เกิดขึ้นและกำหนดเรื่องที่จะให้เรียนลงไปเสียก่อน

4) การเรียนรู้ใด ๆ ย่อมเป็นผลจากความสามารถปรับปรุงพฤติกรรมที่ได้แสดงออก และการรู้ผลการกระทำของตนในทางที่ถูกต้อง

5) ครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนอยู่เสมอ เพื่อเน้นย้ำสิ่งที่เรียนนั้นให้เข้าใจยิ่งขึ้นจำได้นานและมีความชำนาญ

ทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไคค์ มีอิทธิพลต่อเทคโนโลยีทางการสอนมาก จนสกินเนอร์ (Skinner) ยกย่องว่า ธอร์นไคค์ เป็นผู้ริเริ่มประวัติศาสตร์เทคโนโลยีทางการศึกษาแบบวิเคราะห์สมัยใหม่ (ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535 : 13 – 45)

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการปฏิบัติ(Operant Conditioning)

B.F.Skinner เสนอ “ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการปฏิบัติ(Operant Conditioning)” เขาเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเอง เนื่องจากพฤติกรรมของคนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบการกระทำ (Operant Learning) และการเสริมแรง (Reinforcement) สิ่งสำคัญที่ทำให้คนแสดงพฤติกรรมตอบสนองโดยอาศัยสิ่งเร้าภายในเป็นตัวกระตุ้นเพื่อสนองความต้องการของตนเอง ทำให้มีการพัฒนาการสอนแบบโปรแกรมและเครื่องช่วยสอนขึ้น โดยมีหลักการในการศึกษา คือ

1) การปรับปรุงการศึกษาจะต้องมุ่งเน้นกระบวนการเรียนมากกว่ามุ่งผลการเรียนเพียงอย่างเดียว

2) การเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียน

3) ควรใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการเรียนการสอน เพราะสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และเข้าใจบทเรียนดีขึ้น

4) ควรเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและความพร้อมของผู้เรียน

5) ควรจะเสริมแรงเมื่อนักเรียนทำดี และดักเตือนเมื่อทำไม่ดี

6) ควรให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที

7) ควรจะจัดประสบการณ์ให้เป็นระเบียบและต่อเนื่อง มีความสอดคล้องความสามารถของผู้เรียน

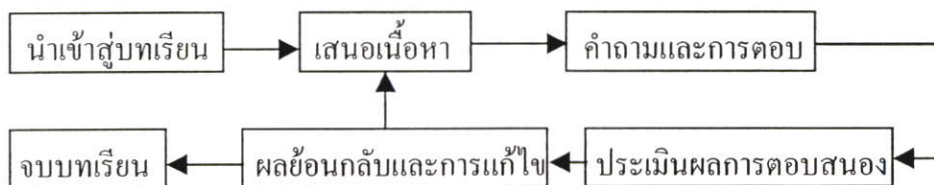
8) ควรส่งเสริมบรรยากาศการเรียนแบบอิสระ ให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเอง (Self-management) และพึ่งพาตนเอง (Self-reliance) (สุมาลี จันทร์ชลอ. 2530 : 32 – 37)

2.2.3 ชนิดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ยีน กูว์รเวอร์ธ (2528 : 31-33) ทักยิณา สวานานนท์. (2530 : 216-220) ผดุง อารยะวิญญู. (2527 : 42-47) ได้จัดแบ่งชนิดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ คือ

ก. การสอน (Tutorial)

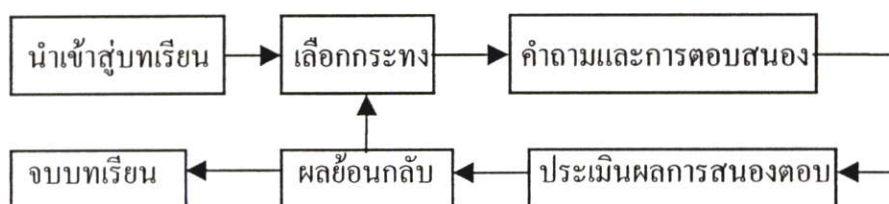
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้ จะเป็นการสอนสิ่งใหม่ ให้แก่นักเรียน คอมพิวเตอร์จะเป็นเหมือนครูสอน นักเรียนเป็นรายบุคคล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็ต้อง ดำเนินตามขั้นตอน วิธีการสอนหน่วยหนึ่ง ๆ เหมือนกับครูสอน ในห้องเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะนี้ เพราะจะใช้กับวิชาใดก็ได้ จะสอนอะไรก็ได้เช่นกัน ขั้นตอนของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะของงานสอนนั้นมีโครงสร้าง และขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทการสอน (Tutorial)

ข. ฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill And Practice) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อฝึกหัดและ ปฏิบัตินั้น จะใช้หลังวันที่ได้เรียนรู้สิ่งใหม่แล้วอาจจะเรียนจากการสอน หรืออาจจะเรียนจาก เอกสาร หนังสืออื่น ๆ ได้ เช่น ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฝึกหัดและปฏิบัติ มีโครงสร้างและขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทฝึกหัดและปฏิบัติ

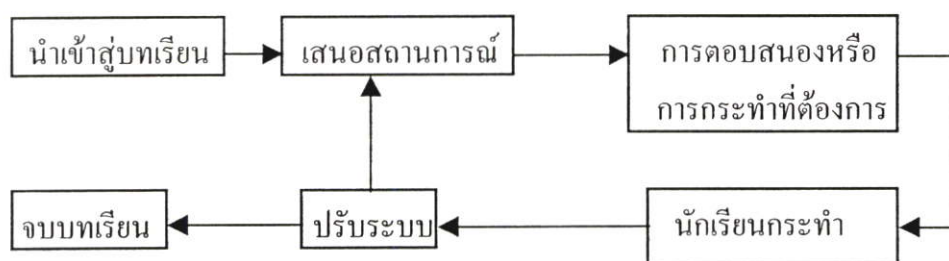
ค. สถานการณ์จำลอง (Simulation)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอน โดยการใช้สถานการณ์จำลอง เป็นการเรียนหรือ จำลองสภาพการณ์ หรือกระบวนการที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริงหรือตามธรรมชาติโดยทั่วไปเรา อาจจะแบ่งสถานการณ์จำลองออกเป็น 2 ลักษณะ ตามลักษณะการตอบสนองหรือกิจกรรมที่ นักเรียนจะต้องทำได้แก่ Static Simulation และ Interactive Simulation

Interactive Simulation เป็นการเสนอสภาพการณ์ ที่เกิดตามความเป็นจริง ให้นักเรียนดู เช่น สถานการณ์จำลองการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง การทำงานของกระบอกสูบในเครื่องยนต์ เป็นต้น โปรแกรมเช่นนี้จะเป็นการให้ดูการทำงาน หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้น แต่ถ้านักเรียนสามารถ

จัดข้อมูลในสภาพการณ์นั้นได้ เช่น สามารถปรับอากาศกับน้ำมัน ตั้งจังหวะการจุดระเบิด และอื่น ๆ สถานการณ์จำลองการทำงานของกระบอกสูบในเครื่องยนต์นี้ จะกลายเป็น Interactive Simulation คือ เป็นสถานการณ์จำลองที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนในการตัดสินใจ ในสภาพการณ์นั้นด้วยซึ่งในรูปแบบนี้เป็นสถานการณ์จำลองที่มีประสิทธิภาพและจะเป็นการสอนนักเรียนในเรื่องการแก้ปัญหาด้วย

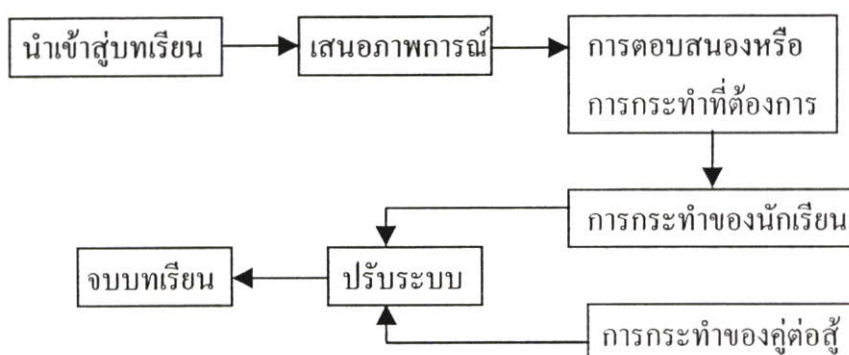
ขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถานการณ์จำลอง มีโครงสร้างและขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทสถานการณ์จำลอง

ง. เกมส์ (Games)

เกมส์คอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ เกมส์เพื่อการสอนและเกมส์ที่ไม่ใช่เพื่อการสอน หรือเกมส์บันเทิง เกมส์เพื่อการสอน มีโครงสร้างและขั้นตอนของโปรแกรมดังนี้

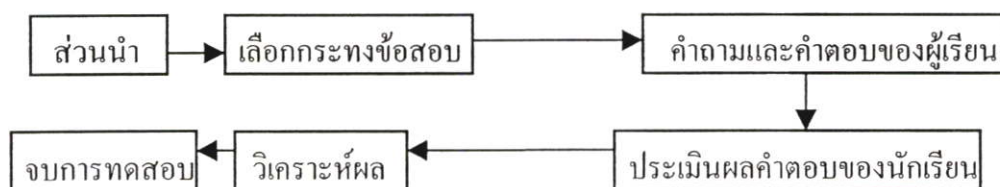


รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนประเภทเกมส์

ง. ทดสอบ (Test)

การใช้คอมพิวเตอร์ในการทดสอบหรือประเมินผลนักเรียนทำได้ 2 วิธี คือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสร้างข้อสอบ และการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานข้อสอบหรือในการจัดสอบ

การใช้คอมพิวเตอร์ในการทดสอบมีโครงสร้างและขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบ

2.2.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้าไปมีบทบาทและเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับทุก ๆ วงการ รวมทั้งด้านการศึกษา อีกทั้งเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาให้ใช้ได้ง่ายขึ้น มีขนาดเล็กเคลื่อนย้ายได้สะดวก จึงได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษาอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะนำมาใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ปรากฏว่า เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในหมู่นักวิชาการ และนักการศึกษา และได้มีการทำการค้นคว้าวิจัยเพื่อหาคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อผู้เรียนหลายประการ กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน (Hall. 1982 : 362 , นภพินท์ อนันตรศิริชัย. 2530 : 25)
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยึดนักเรียนเป็นหลัก (Student Center) ซึ่งการเรียนการสอนอื่นยึดครูเป็นสำคัญ (Teacher Center) ไม่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน (ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8)
3. ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเองได้ (Hall. 1982 : 362, Merritt. 1983 : 12)
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการป้อนกลับ (Feedback) ทันที มีสีสรร ภาพ และเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย (วารินทร์ รัศมีพรหม. 2525 : 75, นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80, นิพนธ์ สุขปริดา. 2526 : 41, เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529 : 103, อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7-8, ขนิษฐา ชำนนท์. 2532 : 9)
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีโอกาทำให้ผู้เรียน มีโอกาสเรียนรู้ซ้ำแล้วซ้ำอีก ก็ครั้งก็ได้ตามต้องการ (ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8, สุพร ชัยเดชสุริยะ. 2529 : 28)
6. ช่วยให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมกรเรียนได้นาน (นิพนธ์ สุขปริดา. 2526 : 42)
7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน ได้โดยอัตโนมัติ (Hall. 1982 : 362, นิพนธ์ สุขปริดา. 2526 : 42 , วีระ ไทยพานิช. 2526 : 9)

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายากทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน (Liu. 1975 : 1411-A)
9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม (นิพนธ์ สุขปรีดา. 2526 : 42)
10. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหา อยู่ตลอดเวลา (Liu. 1975 : 1411-A, ยืน ภู่วรรณ. 2529 : 11)
11. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามเอกัตภาพ (Merritt. 1983 : 12, Hall. 1982 : 362, วารินทร์ รัศมีพรหม 2525 : 75, สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 6, วีระ ไทยพานิช. 2529 : 144, ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 215)
12. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนแบบ Active Learning (Merritt. 1983 : 14, วีระ ไทยพานิช. 2526 : 10)
13. คอมพิวเตอร์สามารถสอนมโนทัศน์ และทักษะที่เป็นการยากต่อการสอน โดยครู หรือการเรียนจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่ายขึ้นและดีกว่าการเรียนจากครู (สมชัย ชินะตระกูล. 2531 : 42-4)
14. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนเรียนได้ดีกว่า และรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียนลง (Friedman. 1974 : 799-A, Hall. 1982 : 362, ยืน ภู่วรรณ และประภาส จงสติกย์วัฒนา. 2529 : 565)
15. การได้เจรจาโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ ช่วยทำให้ผู้เรียนพอใจมาก และผู้เรียนยังสามารถควบคุมวิธีการเรียนของตัวเองได้ (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 215)
16. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงก่อนจึงจะผ่านบทเรียนนั้นไปได้ (นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80, นิพนธ์ สุขปรีดา. 2526 : 41)
17. ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาบทเรียนได้ตามเวลาที่เขาสะดวก และตามความสามารถของตนเอง จะเรียนช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐาน และความสามารถของตนเอง (Stolurrow. 1971 : 390)
18. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน ที่บ้าน หรือที่ทำงานก็ได้และมีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ (Hall. 1982 : 362) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีส่วนช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น แก้ปัญหา ต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น (เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529 : 103)
19. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งแปลกใหม่ (สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 7)

20. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสอนสัจกับและทักษะขั้นสูง ซึ่งยากแก่การสอนโดยครูหรือเรียนจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่ายขึ้น และดีขึ้นกว่าการเรียนจากครู (สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 7)

21. ช่วยขยายขีดความสามารถของครู ในการจัดเก็บข้อมูล และสะดวกในการนำข้อมูลออกมาใช้ จึงช่วยให้ครูสามารถควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด (อรพรรณ พรสิมา. 2530 : 87)

22. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน (Liu. 1975 : 1411-A, วารินทร์ รัตมีพรหม. 2525 : 74)

Hall (1982 : 362) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครูผู้สอนไว้ ดังนี้

1. ลดชั่วโมงสอนเพื่อจะได้ปรับปรุงการสอน
2. ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน
3. มีเวลาศึกษาคำรา งานวิจัย และพัฒนาความสามารถให้มากยิ่งขึ้น
4. ช่วยการสอนในชั้นเรียน สำหรับผู้ที่มียานสอนมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน

5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับหลักสูตร และวัสดุเพื่อการศึกษา

6. เพิ่มวิชาสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักเรียน
7. ช่วยพัฒนาทางวิชาการ
8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตรตามหลักวิชาการ
9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนได้เท่าที่จะเป็นได้ เช่น จดนิทรรศการ การฝึกหัดคนตรี ช่วยแก้ไขปัญหาของผู้เรียนเกี่ยวกับวิชาสถาปัตยกรรม

นอกจากนี้ Hall ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการสอนไว้ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีแบบแผน สามารถตรวจสอบได้ และเป็นบทเรียนคุณภาพสูงสำหรับผู้เรียน

2. ช่วยพัฒนาความก้าวหน้าของการเรียน ข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนนั้น จะถูกนำมาปรับปรุงหลักสูตร

3. ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอน
4. หลักสูตรที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถส่งเสริมการสอนได้

2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กำพล ดำรงค์วงศ์ (2528 : 32) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธีใช้ตัวอย่างประชากร 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน กลุ่มหนึ่งเรียนจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอิสระ อีกกลุ่มหนึ่งจากแบบมีครูชี้แนะ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาเรื่องจุด เส้นตรง และแบบทดสอบ

ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธีระ โสภณจิตต์. (2534 : 40-41) ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 20 คน

ผลวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 93.30/81.02 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

มะลิ จุลวงศ์. (2530 : 74) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน 126 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ให้กลุ่มแรกเรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่สอง เรียนซ่อมเสริมจากครูผู้สอน

ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มแรก ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ส่วนทางด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ไม่แตกต่างกัน

ดำรง ตาแจ่ม. (2531 : 80-81) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีเกมส์ประกอบเนื้อหา กับไม่มีเกมส์ประกอบเนื้อหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประถมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ปีการศึกษา 2530 จำนวน 50 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 25 คน

ให้กลุ่มที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่มีเกมส์ประกอบเนื้อหาของบทเรียนและกลุ่มที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีเกมส์ประกอบเนื้อหาของบทเรียน หลังจากทีเรียนจบบทเรียนแล้วให้ทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ทันทีแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความแตกต่าง

ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมส์ประกอบเนื้อหาของบทเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีเกมส์ประกอบเนื้อหาของบทเรียน

สมเกียรติ อินทชาติ. (2532 : 76) ทำการวิจัยเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหา และแบบเกมส์กับความถนัดทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 90 คน ใช้ข้อสอบมาตรฐานวัดความถนัดทางการเรียน ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร แบ่งนักเรียนออกเป็นระดับ สูง กลาง และต่ำ ระดับละ 30 คน และแบ่งแต่ละระดับออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน ด้วยวิธีการจับคู่ใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายเพื่อจัดกลุ่มเข้าศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบเนื้อหา หรือแบบเกมส์นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง

ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหาและแบบเกมส์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหา และแบบเกมส์กับความถนัดทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

दन्य पन्थनिल. (2532 : 98) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ จากรายการโทรทัศน์ด้วยการนำเสนอเนื้อหาวิธีอุปมากับการนำเสนอเนื้อหาวิธีอุปมาน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสทิงพระชนูปถัมภ์ อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา จำนวน 100 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ก และกลุ่มทดลอง ข โดยกลุ่ม ก เรียนจากรายการโทรทัศน์ที่นำเสนอเนื้อหาวิธีอุปมา และกลุ่ม ข เรียนจากรายการโทรทัศน์ที่นำเสนอเนื้อหาวิธีอุปมาน

ผลปรากฏว่าผลการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

พิพินธุ์ สิทธิศักดิ์ (2535 : 94) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของลักษณะกรอบภาพ และทิศทางการลบจอภาพ ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความสนใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 120 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นแล้วแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย แต่ละกลุ่มได้ดูคอมพิวเตอร์แบบใดแบบหนึ่งใน 4 แบบคือ แบบตัวอักษรล้วนไม่มีเส้นขอบล้อมรอบ ตัวอักษรล้วนมีเส้นขอบล้อมรอบ ตัวอักษรผสมรูปภาพไม่มีเส้นขอบล้อมรอบ และตัวอักษรผสมรูปภาพมีเส้นขอบล้อมรอบและในแต่ละโปรแกรมจะแสดงทิศทางการลบ 5 แบบคือ ลบอย่างรวดเร็ว ลบตามแนวนอนจากขอบบนลงมาขอบล่างของจอภาพ ลบตามแนวนอนจากขอบล่างขึ้นไปขอบบนของจอภาพลบตามแนวตั้งจากขอบซ้ายไปขอบขวาของจอภาพ ลบตามแนวตั้งจากขอบขวาไปขอบซ้ายของจอภาพ

ผลการทดลองปรากฏว่า

1. ลักษณะกรอบภาพที่แตกต่างกันส่งผลต่อความสนใจของนักเรียนไม่ต่างกัน
2. ทิศทางการลบจอภาพที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความสนใจของนักเรียนแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนมีความสนใจต่อทิศทางการลบจอภาพ ตามแนวนอนจากขอบบนลงมาขอบล่าง มากกว่าตามแนวนอนจากขอบล่างขึ้นไปขอบบน และมากกว่าการลบจอตามแนวตั้งจากขอบขวาไปขอบซ้ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมี

ความสนใจต่อทิศทางการลบจอภาพตามแนวนอนจากบนลงล่างมากกว่าลบจออย่างรวดเร็ว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ลักษณะกรอบภาพและทิศทางการลบจอภาพ ไม่ส่งผลร่วมกันต่อความสนใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

ซัชวาลย์ ชังคงกุล (2532 : 46) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีบทเรียนเสนอสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดก่อนเรียนกับหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปากเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยการจับสลาก

ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของนักเรียน ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสนอสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดหลังเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนที่เสนอสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

รุจโรจน์ แก้วอุไร (2532 : 47) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบ กับ ไม่มีเสียงสัญญาณประกอบกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 40 คน โดยใช้สุ่มอย่างง่ายแบ่ง เป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ให้กลุ่มที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสริมแรงแบบไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ และกลุ่มที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรง แบบมีเสียงสัญญาณประกอบ

ผลการวิจัยปรากฏว่า จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบ กับ ไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ มีผลการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

รัฐกรณ์ คิดการ (2534 : 188) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่นำเสนอแบบอุปมานและอนุมานจากกลุ่มตัวอย่าง 60 คน โดยสุ่มจากกลุ่มที่มีระดับการเรียนสูงและต่ำอย่างละ 30 คน จากนั้นแยกเป็นกลุ่มย่อย ก และ ข กลุ่มละ 15 คน ก่อนการทดลองให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วเรียนหลังจากนั้นทดสอบผลสัมฤทธิ์ แล้วนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมผลการวิจัย มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนแบบอุปมานและอนุมานกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยนักเรียนที่เรียนจากอุปมานสูงกว่าแบบอนุมาน

ประวิทย์ สิมมาทัน (2539: 47) โดยได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้าสำหรับการฝึกอาชีพ หลักสูตรการเตรียมเข้าทำงาน พบว่าผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ การทดลองแบบ 1:1 ผลการทดลองพบว่า ได้ค่าประสิทธิภาพ (E1:2) เท่ากับ 71.65:77.32 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.48 แสดงว่าบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีข้อบกพร่องเพราะค่าประสิทธิภาพและค่าดัชนีประสิทธิผลยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จากนั้นได้ดำเนินการกับกลุ่มเด็กผลการทดลองปรากฏว่าได้ค่าประสิทธิภาพ (E1 :E2) เท่ากับ 71.65 : 77.32 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.48 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีข้อบกพร่อง และได้ดำเนินการทดลอง ผลการทดลองปรากฏว่าได้ค่าประสิทธิภาพ(E1:E2) เท่ากับ 82.80:84.52และได้ค่าดัชนีประสิทธิผล(E.I) เท่ากับ 0.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือประสิทธิภาพ (E1:E2) สูงกว่า 80 : 80

พรทิพย์ สุทรนันท์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง เปรียบผลการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนปกติ เรื่องอาหารและโภชนาการ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาหารและโภชนาการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80:80 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อาหารและโภชนาการ ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา2533 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เรียนวิชาการดูแลรักษาบ้าน ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่า 81.5 : 82.31 คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เท่ากับ 12.37 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ ซึ่งได้เท่ากับ 10.52 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001

Friedman (1974 : 799-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำบทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์มาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ในระยะแรกผู้เรียนจะมีปัญหาด้านความเข้าใจในบทเรียน แต่ต่อมาจะเข้าใจได้ดี และรวดเร็วขึ้น นอกจากนี้บทเรียน โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ยังช่วยประหยัดเวลาเรียนได้อีก 3-4 สัปดาห์ ซึ่งถ้าใช้การเรียนแบบบรรยายจะเสียเวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์ แต่ถ้าใช้บทเรียนทางคอมพิวเตอร์จะเสียเวลาเรียนเพียง 3-4 สัปดาห์ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคุณค่าของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน

ในปีต่อมา Liu (1975 : 1411-A1412-A) ยังชี้ให้เห็นถึงข้อดีของการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยได้ทดลองกับนักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์ พบข้อสรุปที่สำคัญ คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยผู้เรียนได้ดังนี้คือ
 - 1.1 ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วยวิธีการปฏิบัติ
 - 1.2 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนไปแล้ว
 - 1.3 ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน โดยปรับปรุงวิธีการเรียน
 - 1.4 ผู้เรียนสามารถสร้างความสำเร็จด้วยตนเอง
 - 1.5 ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

2. คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญ

Oden (1982 : 355-A) ได้วิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนจากการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งคะแนนที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน และวัดเจตคติ

Gilman, David Alan. (1969 : 503-508) ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของข้อมูลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่ม ได้รับข้อมูลป้อนกลับดังนี้ คือ แบบไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับ แบบบอกว่าถูกหรือผิด แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง แบบมีการอธิบายชี้แจง แบบผสมโดยรวมข้อมูลป้อนกลับของกลุ่มที่ 2,3 และ 4 เข้าด้วยกัน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบมีการอธิบายชี้แจงคำตอบที่ถูกต้องหรือผิด ให้ผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบอื่นๆ และกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบผสมซึ่งมีคำอธิบาย ชี้แจง เป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพทางด้านความคงทนในการจำดีกว่ากลุ่มอื่นๆ

Meritt (1983 : 34-A) ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้และไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนขนาดกลาง ตัวแปรอิสระที่ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในครั้งนี้เป็นนักเรียน เกรด 6 และ 7 จำนวน 144 คน ได้กำหนดให้กลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติเป็นกลุ่มควบคุม สำหรับตัวแปรที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดความคิดรวบยอดด้วยตัวเอง ความวิตกกังวล เจตคติต่อครูและต่อ โรงเรียน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในด้านการอ่านและการคำนวณ นักเรียนหญิงเกรด 6 และนักเรียนชาย-หญิงเกรด 7 มีความคิดรวบยอดด้วยตัวเอง ความวิตกกังวล เจตคติที่มีต่อครูและโรงเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ในตัวแปรเดียวกันนี้นักเรียนชาย เกรด 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Merrell (1985 : 3502-A) ได้ทำการวิจัยผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความสามารถด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ในวิชาคณิตศาสตร์และการอ่าน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 67 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยให้

กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 2 มีประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงในเนื้อหา

กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถด้านพุทธิพิสัยสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยตรงในเนื้อหา และนักเรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยนั้น ประสิทธิ์ สารภี (2521 : 59-61) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” โดยผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ของสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อช่วยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้กับตัวอย่างประชากรนักเรียน 8 คน โคนยี่ห้อหลักที่ว่าโปรแกรมจะต้องสามารถสอนนักเรียนได้เช่นเดียวกับครู และสามารถที่จะทดสอบนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถบันทึกข้อมูลที่เป็นต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ครูสามารถติดตามความก้าวหน้าในการเรียนของ นักเรียนได้ ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนของครูในการสอนได้ สามารถเก็บข้อมูลผลการเรียนของนักเรียน ทำให้ติดตามผลความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนได้โดยไม่ต้องเสียเวลาในการจดบันทึก โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถสร้างแบบทดสอบได้หลาย ๆ ชุด โดยไม่ซ้ำกัน นักเรียนแต่ละคนจะได้รับแบบทดสอบที่แตกต่างกันออกไปทำให้ต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง และครูสามารถปรับปรุงแก้ไขบทเรียน และแบบทดสอบได้ทุกโอกาส เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรมช่วยการสอน

มะลิ จุลวงศ์ (2530 : 74) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี จำนวน 126 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ให้กลุ่มแรกเรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มที่สองเรียนซ่อมเสริมจากครูผู้สอน ผลการวิจัยปรากฏว่ากลุ่มแรกที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ส่วนทางด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่าส่วนใหญ่การใ้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง มีแรงจูงใจในการเรียน และการวิจัยส่วนใหญ่จะพบว่า การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

จากความสำคัญและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยจึงได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้ และเกิดการเรียนรู้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

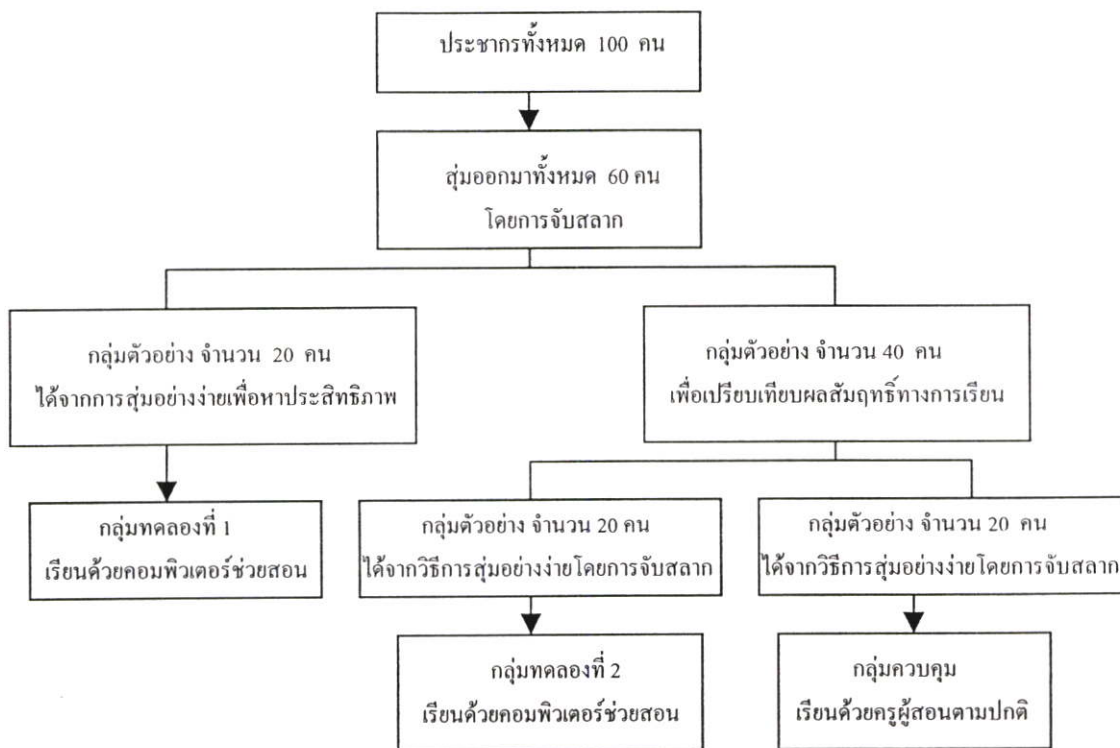
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีดังต่อไปนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ที่ไม่เคยเรียนวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น มาก่อน จำนวน 116 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ได้จากการสุ่มประชากรทั้งหมด 116 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยจับสลากสุ่มนักเรียนออกมา 60 คน และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คนโดยวิธีสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับสลากอีกครั้งหนึ่งคือ กลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาประสิทธิภาพสื่อ 20 คน และอีก 2 กลุ่มในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 20 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนกับครูผู้สอนตามปกติ 20 คน



รูปที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นเอง ประกอบด้วย

- 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Authorware เพื่อใช้สอนเนื้อหาทฤษฎี วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2544 สอนเนื้อหาแบบเชิงเส้น (Linear Programs) มีการอธิบายเนื้อหาส่วนใหญ่ด้วยเสียงบรรยาย และใช้ภาพประกอบที่เป็นภาพเคลื่อนไหว (Animation) แสดงการจำลองเหตุการณ์ (Model) ซึ่งสามารถใช้อธิบายในส่วนที่มองไม่เห็นให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพได้ ในส่วนของการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบในส่วนของการโต้ตอบ (Graphics User Interface) ให้น่าสนใจ สวยงามและสะดวกต่อการใช้งาน โดยได้นำเอาความสามารถของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (Multimedia) ออกมาใช้อย่างเต็มที่ เช่น ภาพ

เคลื่อนไหว (Animation) และเสียง (Audio) ทำให้ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้อยู่กับบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนตลอดเวลา และในกรอบแต่ละกรอบ จะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ อย่างชัดเจน ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความสับสนในระหว่างเรียน โดยใช้เวลาในการศึกษาบทเรียนประมาณ 50 นาที

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสารตำราและงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

2. ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิเคราะห์เนื้อหาวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่อง “อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน” ซึ่งเป็นเนื้อหาด้านทฤษฎีที่ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจก่อนที่จะเรียนเนื้อหาต่อไป

ขอบข่ายเนื้อหาที่บรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีดังนี้

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

1. อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน

1.1 ฟิวส์

1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์

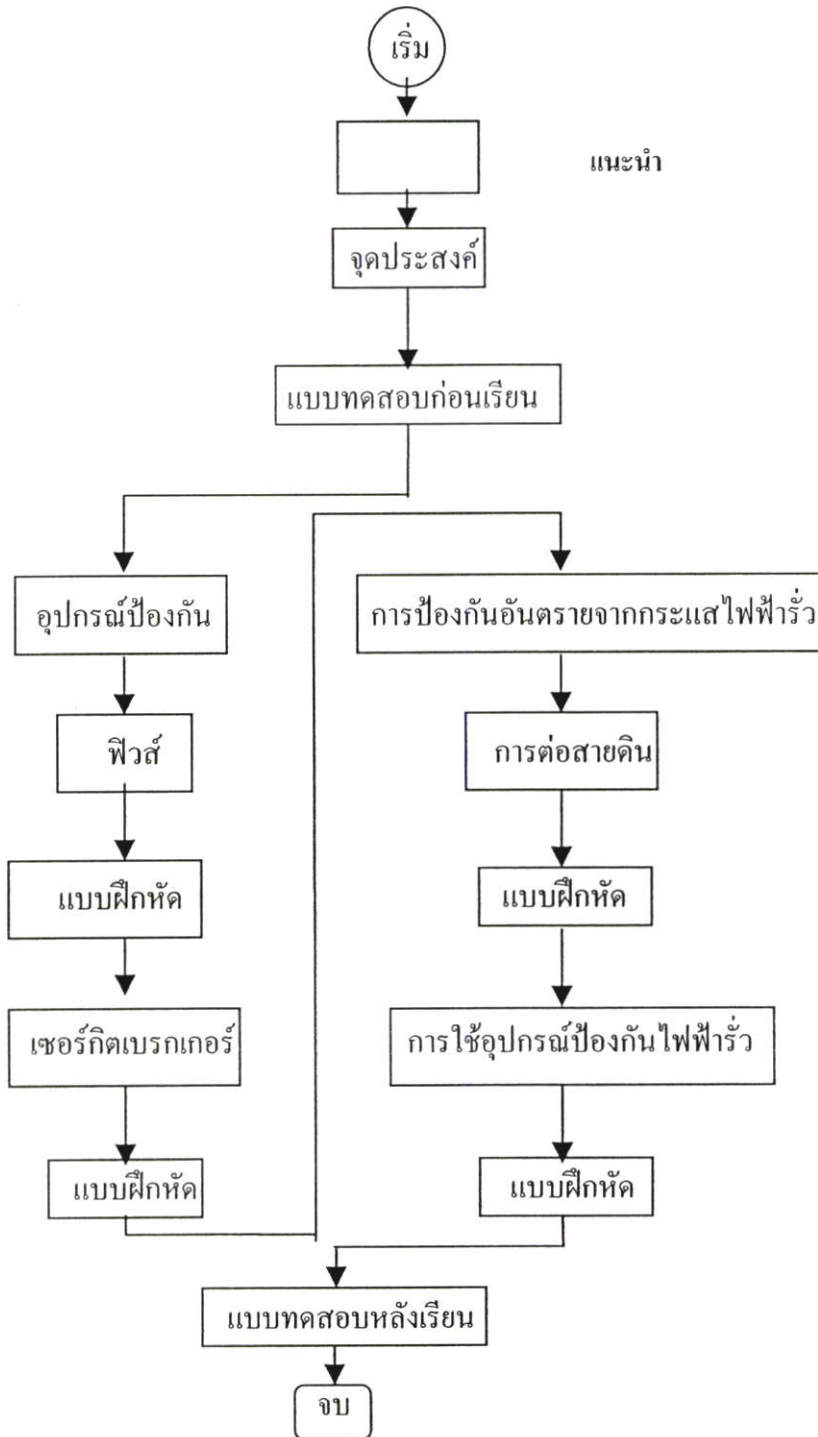
2. การต่อสายดิน

2.1 การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า

2.2 การต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่ว

3. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้สอดคล้องกับแผนการสอนเนื้อหาวิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น

4. เนื้อหามาเขียน Story Board เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น จะนำเสนอโดยแบ่งรายละเอียดของเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรียงลำดับตามเนื้อหาหัวข้อ กำหนดภาพและการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ โดยสร้างโปรแกรมที่จะให้บทเรียนมีการทำงานแบบใด แล้วนำ Story Board ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้ทำการตรวจสอบพิจารณา ความสอดคล้อง ถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำข้อบกพร่องไปแก้ไขและปรับปรุงให้ถูกต้อง



รูปที่ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัด

5. การสร้างบทเรียน

5.1 นำ Story Board ที่ผ่านการแก้ไขเขียนเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบ Tutorail โดยใช้โปรแกรม Authorware กำหนดโครงสร้างของโปรแกรม และพิมพ์ตัวอักษร จัดขนาดตัวอักษร ออกแบบกราฟิก กำหนดสี

5.2 นำรูปภาพจากภาพสี และหนังสือ ไปสแกนภาพด้วยเครื่องสแกนที่ความละเอียด 400 dpi จำนวน 256 สี ทำการบันทึกข้อมูลลงแผ่น Disk ขนาด 1.44 Mb. เป็นนามสกุล .JPG รวมทั้งการนำรูปภาพจาก CD-ROM แต่งภาพให้คมชัด ตัดส่วนที่ไม่ต้องการออก แต่งสีด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

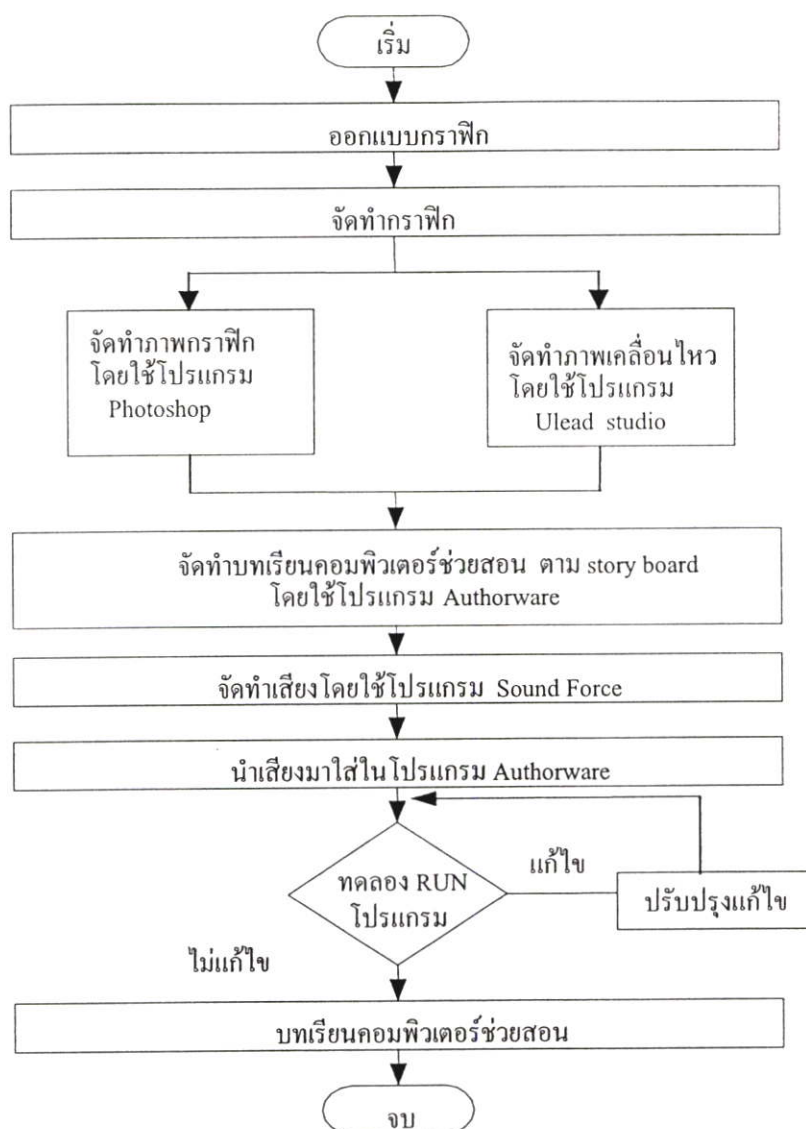
5.3 ออกแบบจัดทำกราฟิก ชื่อเรื่อง หน้าจอ ตัวอักษร ด้วยโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์

5.4 นำรูปภาพและกราฟิกที่ได้ตกแต่งเรียบร้อยแล้ว ทำการก๊อปปี้ (Copy) นำเข้าไป (Paste) ในโปรแกรม Authorware ตามที่ได้เขียนโครงสร้างโปรแกรมไว้

5.5 นำเสียงมาผสมในบทเรียน โดยนำเสียงจากแผ่น CD-ROM ซึ่งเป็น File เสียงที่มีนามสกุล .WAV เข้าไปตามที่กำหนดไว้

5.6 เมื่อจัดวางรูปภาพ กราฟิก เสียง และทดลองโปรแกรม ตรวจสอบว่าเป็นไปตาม Story Board ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ แล้วทำการ Package โปรแกรมให้เป็น File นามสกุล .EXE ที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองภายใต้ระบบ Windows โดยมี File ที่ Package ดังนี้

1. intro.exe
2. ป้อนชื่อ.A5P
3. สอบก่อนเรียน
4. เลือกเรียน
5. 001อุปกรณ์ป้องกัน
6. 002ฟิวส์
7. 003ฟิวส์เส้น
8. 004ปลั๊กฟิวส์
9. 005ปลั๊กฟิวส์แบบหลอดแก้ว
10. 006 ปลั๊กฟิวส์แบบ D Type
11. 007 คาร์ทริดจ์ฟิวส์
12. 008 เซอร์กิตเบรกเกอร์
13. 009 แบบใช้ความร้อน
14. 010 แบบใช้แม่เหล็ก
15. 011 แบบผสม
16. 012 การต่อสายดิน
17. 013 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
18. 014 เพื่อป้องกันไฟดูด
19. 015 แบบทดสอบ
20. 016 ผู้ควบคุม



รูปที่ 3.3 แสดงลำดับขั้นตอนสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้างเสร็จมีรายละเอียดของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน กระแสไหลเกินและการต่อสายดินดังนี้

1. ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน

ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน จะเป็นภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียง ที่มีความยาวประมาณ 50 วินาที เพื่อแนะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แนะนำวิธีการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แนะนำเนื้อหาในตัวบทเรียน แสดงดังกรอบที่ 1 ถึงกรอบที่ 5 ในภาคผนวก ฉ

2. ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ส่วนของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะเป็นส่วนที่จะบอกให้ผู้เรียนให้ทราบว่าผู้เรียนจะสามารถทำอะไรได้บ้างหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน กระแสไหลเกินและการต่อสายดิน แสดงดังกรอบที่ 6 ในภาคผนวก ฉ

3. ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน

ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีการเก็บข้อมูลของผู้เรียนไว้ ดังนั้นเมื่อผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน จะมีส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน ให้ผู้เรียนกรอกรหัส, ชื่อและนามสกุล เพื่อนำไปเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ ในส่วนรับข้อมูลของผู้เรียนนี้ จะเป็นหน้าจอที่มีช่องให้ผู้เรียนกรอกรหัส, ชื่อและนามสกุล และจะแสดงหน้าจอสำหรับแสดงข้อความยินดีต้อนรับผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แสดงดังกรอบที่ 7 ถึงกรอบที่ 9 ในภาคผนวก ฉ

4. ส่วนแบบทดสอบก่อนเรียน

ก่อนที่ผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาบทเรียน ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เพื่อวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อน โดยเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และบอกคะแนนรวมเมื่อสอบเสร็จ แสดงดังกรอบที่ 10 ถึงกรอบที่ 12 ในภาคผนวก ฉ

5. ส่วนเมนูบทเรียน

ในส่วนของเมนูบทเรียน ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง เมนูต่างๆ เมื่อผู้เรียนสามารถเลื่อนเมาส์ ผ่านเข้าไปที่เมนูจะมีข้อความเรืองแสงเพื่อบอกให้ผู้เรียนทราบว่าสามารถเลือกหัวข้อนั้นได้ แสดงดังกรอบที่ 13 ในภาคผนวก ฉ

ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินนั้น ได้แบ่งหัวข้อเนื้อหาออกเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน

1.1 ฟิวส์

1.1.1 ฟิวส์เส้น

1.1.2 ปลั๊กฟิวส์

1. แบบหลอดแก้ว

2. แบบ D Type

1.1.3 คาร์ทริดจ์ฟิวส์

1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์

1.2.1 แบบใช้ความร้อน

1.2.2 แบบใช้แม่เหล็ก

1.2.3 แบบผสม

2. การต่อสายดิน

2.1 การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า

2.2 การต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่ว

ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนรู้หัวข้อต่างๆ ที่ต้องการศึกษาได้ตามต้องการ ผู้เรียนต้องการเรียนซ้ำก็ครั้งก็ได้ไม่จำกัดเวลา ในส่วนของเมนูบทเรียน ผู้วิจัยได้ออกแบบเมนูให้สามารถเปิดและปิดเมนูได้ โดยกดปุ่มที่เมื่อนั้น แสดงดังกรอบที่ 13 ในภาคผนวก ฉ

6. ส่วนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน

การนำเสนอบทเรียน จะยังคงรูปแบบหน้าจอเดิมไว้โดยแสดงให้เห็นทราบว่าอยู่ตรงส่วนใดของบทเรียน โดยเมื่อเรียนหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งๆจะเรืองแสงสีเขียวไว้ ส่วนล่างของจอจะแสดงคำอธิบายไว้ ส่วนทางมุมขวาล่างจะมีปุ่มเพื่อเลือกหน้าถัดไปหรือย้อนกลับ และมีปุ่มเมนูเพื่อย้อนกลับไปที่หน้าเมนูหลักได้ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีปุ่มเพิ่มเติมในบางหน้าจอ ในกรณีที่จะให้ดูการสาธิตการจำลองเหตุการณ์ หรือรูปภาพเคลื่อนไหว (Animation) โดยขณะที่เลื่อนเมาส์เข้ามาในปุ่มต่างๆ ตัวชี้ (Mouse Pointer) จะเปลี่ยนจากลูกศรไปเป็นรูปมือ

ในระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนจะได้ฟังการอธิบายเนื้อหาบทเรียนไปด้วยซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น แสดงดังกรอบที่ 14 ถึงกรอบที่ 79 ในภาคผนวก ฉ

7. ส่วนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

หลังจากผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนในแต่ละหัวข้อจบแล้ว โปรแกรมจะให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก และจะมีข้อมูลตอบสนอง (Response) ที่เป็นทั้งเสียง และข้อความ ที่จะแสดงออกมาหลังจากที่ผู้เรียนได้เลือกคำตอบในแต่ละข้อแล้ว ซึ่งจะเป็ข้อมูลตอบสนองที่เป็นไปในทางชมเชยและให้กำลังใจเสริมแรงตลอด (Reinforcement) แสดงดังกรอบที่ 78 ในภาคผนวก ฉ

คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนในแต่ละหัวข้อ จะถูกบันทึกเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) ซึ่งสามารถเข้าไปดูคะแนนที่บันทึกไว้ได้ ในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนนี้ จะมีการประเมินผลการเรียนให้ผู้เรียนได้ทราบ หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนครบทุกข้อแล้ว ว่าผู้เรียนทำคะแนนได้เท่าใด แสดงดังกรอบที่ 79 ในภาคผนวก ฉ

8. แบบทดสอบหลังเรียน

และหลังจากผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนครบทุกหัวข้อแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อวัดความรู้หลังจากที่ได้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ในการทำแบบทดสอบนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบให้หน้าจอของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน จะมีรูปแบบหน้าจอเหมือน แสดงดังกรอบที่ 80 ถึงกรอบที่ 82 ในภาคผนวก ฉ

9. จำนวนกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จำนวนกรอบเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แบ่งตาม กรอบส่วนนำ กรอบจุดประสงค์ กรอบเนื้อหา กรอบแนะนำและช่วยเหลือ กรอบแบบฝึกหัด กรอบชมเชยและแก้ไข กรอบข้อสอบ และกรอบรายงาน ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.1

จากตารางที่ 3.1 พบว่าจำนวนกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 180 กรอบแบ่งเป็นกรอบนำสู่บทเรียน 5 กรอบ กรอบจุดประสงค์ 1 กรอบ กรอบส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน 3 กรอบ กรอบแบบทดสอบก่อนเรียน 31 กรอบ กรอบหัวข้อเลือกบทเรียน 1 กรอบ กรอบการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน 108 กรอบ แบ่งเป็นเนื้อหาเรื่องต่างๆ ดังนี้ เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน 79 กรอบ คิดเป็นร้อยละ 43.89 และเรื่อง การต่อสายดิน 29 กรอบ คิดเป็นร้อยละ 16.11 โดยมีจำนวนเฉพาะส่วนที่เป็นการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด 44 กรอบ และมีจำนวนกรอบแบบทดสอบหลังเรียน 31 กรอบ

10. จำนวนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จำนวนเวลาเฉลี่ยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แบ่งตาม กรอบส่วนนำ กรอบจุดประสงค์ กรอบเนื้อหา กรอบแนะนำและช่วยเหลือ กรอบแบบฝึกหัด กรอบชมเชยและแก้ไข กรอบข้อสอบ และกรอบรายงาน ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.2

จากตารางที่ 3.2 พบว่าจำนวนเวลาเฉลี่ยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เวลาเฉลี่ยทั้งหมดประมาณ 52.08 นาที เป็นเวลาในช่วงการนำสู่บทเรียน 0.05 นาที เวลาในช่วงจุดประสงค์ 0.03 นาที ช่วงเวลาในส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน 0.20 นาที ช่วงแบบทดสอบก่อนเรียน 5.05 นาที ช่วงเวลาเลือกหัวข้อบทเรียน 0.05 นาที ช่วงเวลาการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนทั้งหมด 40.53 นาที โดยเป็นเวลาในช่วงเนื้อหา อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและแบบฝึกหัด 30.05 นาที และเวลาในช่วงเนื้อหาเรื่อง การต่อสายดินและแบบฝึกหัด 10.48 นาที และเวลาเฉลี่ยในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนประมาณ 5.05 นาที และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อหาประมาณ 31.09 นาที

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หัวข้อ	จำนวนกรอบบทเรียน								รวม	น้ำหนัก (ร้อยละ)
	ส่วน นำ	จุด ประสงค์	เนื้อหา	แนะนำ และช่วย เหลือ	แบบ ฝึกหัด	ชมเชย และ แก้ไข	ข้อสอบ	รายงาน		
1. การนำเข้าสู่บทเรียน	3			2					5	2.78
2. จุดประสงค์		1							1	0.56
3. ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน	1							2	3	1.67
4. แบบทดสอบก่อนเรียน							30	1	31	17.22
5. เลือกหัวข้อบทเรียน				1					1	0.56
6. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน										
6.1 อุปกรณ์ป้องกันกระแสน้ำไหลเกิน			2		2	2		1	79	43.89
6.1.1 พิวส์			1							
- พิวส์เส้น			4							
- ปลั๊กพิวส์			1		4	4		1		
แบบหลอดแก้ว			4							
แบบ D TYPE			5							
- คาร์ทริดจ์พิวส์			6		7	7		1		
6.1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์			3		8	8		1		
- แบบใช้ความร้อน			2							
- แบบใช้แม่เหล็ก			2							
- แบบผสม			3							
6.2 การต่อสายดิน			1		9	9			29	16.11
6.2.1 การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า			7							
6.2.2 การต่อสายดินเพื่อป้องกันดูด			3							
7. แบบทดสอบหลังเรียน							30	1	31	17.22
	4	1	44	3	30	30	60	8	180	100

ตารางที่ 3.2 แสดงเวลาเฉลี่ยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หัวข้อ	เวลาโดยเฉลี่ย (นาที)								รวม	น้ำหนัก (ร้อยละ)
	ส่วน นำ	จุด ประสงค์	เนื้อหา	แนะนำ และช่วย เหลือ	แบบ ฝึกหัด	ชมเชย และ แก้ไข	ข้อสอบ	รายงาน		
1. การนำเข้าสู่บทเรียน	0.30			0.20					0.50	0.96
2. จุดประสงค์		0.30							0.30	0.58
3. ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน	0.15							0.05	0.20	0.38
4. แบบทดสอบก่อนเรียน							5.00	0.05	5.05	9.70
5. เลือกหัวข้อบทเรียน				0.05					0.05	0.10
6. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน										
6.1 อุปกรณ์ป้องกันกระแส ไหลเกิน			1.30		0.30	0.05		0.05	30.05	57.70
6.1.1 ฟิวส์			0.25							
- ฟิวส์เส้น			4.00							
- ปลั๊กฟิวส์			0.20		1.10	0.07		0.05		
แบบหลอดแก้ว			3.0							
แบบ D TYPE			4.20							
- คาร์ทริดจ์ฟิวส์			3.40		1.45	0.11		0.05		
6.1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์			2.30		2.15	0.15		0.05		
- แบบใช้ความร้อน			1.10							
- แบบใช้แม่เหล็ก			1.30							
- แบบผสม			1.30							
6.2 การต่อสายดิน			0.30		2.30	0.18			10.48	20.12
6.2.1 การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า			4.00							
6.2.2 การต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟดูด			3.30							
7. แบบทดสอบหลังเรียน							5.00	0.05	5.05	9.70
รวมเวลาเฉลี่ย	0.45	0.30	31.09	0.25	8.01	0.56	10.00	0.35	52.08	100

6. เขียนเอกสารคู่มือ สำหรับการใช้งาน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้เรียน และครูผู้สอนดังรายละเอียดในภาคผนวก ซ

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ พิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องและนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง สอดคล้อง หาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิ ร่วมประเมิน 2 ด้าน คือด้านเนื้อหา และ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองกับผู้เรียนจำนวน 3 คน โดยเลือกจากกลุ่มเก่ง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มอ่อน 1 คน เพื่อรับฟังความคิดเห็น และหาจุดบกพร่อง และปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ที่สร้างขึ้นไปทดลองกับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2544 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง จำนวน 3 คน โดยเลือกเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อรับฟังความคิดเห็นและหาจุดบกพร่อง และปรับปรุง ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
กลุ่มเก่ง				
1	17	56.67	24	80.00
กลุ่มปานกลาง				
2	21	70.00	24	80.00
กลุ่มอ่อน				
3	20	66.67	21	70.00
รวม	58.00	193.33	69.00	230.00
เฉลี่ย	19.33	64.44	23.00	76.67

จากตารางที่ 3.3 พบว่าค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เท่ากับ 58 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 19.33 คะแนน คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 69 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 23 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_p) เท่ากับ 64.44 ค่าประสิทธิภาพของ

ผลลัพธ์ (E₂) เท่ากับ 76.67 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ซึ่งจากการสังเกตของผู้วิจัยและการสอบถามผู้เรียนสรุปได้ดังนี้

1. การเสนอเนื้อหายังไม่สรุปประเด็นที่สำคัญทำให้เกิดความเข้าใจที่เร็วที่สุด และมีเนื้อหาที่มากเกินไป
2. การเน้นตัวอักษรที่เป็นเนื้อหาที่สำคัญควรเน้นให้มากขึ้น
3. การถามในแบบฝึกหัดควรตัดตอนให้ไปอยู่ในเรื่องนั้นๆ แทนที่ไม่ควรนำไปรวมถามครั้งละมาก ๆ
4. การออกแบบหน้าจอที่มีเมนูเชื่อมโยงไปยังส่วนต่างๆของบทเรียนควรให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น
5. ควรมีภาพเคลื่อนไหวสาธิตหรืออธิบายการทำงานในบางเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น

ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. สรุปเนื้อหาให้กระชับขึ้น
 2. เน้นตัวอักษรที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
 3. แยกแบบฝึกหัดออกจากแบบฝึกหัดรวมให้ไปอยู่ในเนื้อหาส่วนย่อย
 4. ออกแบบหน้าจอและการเชื่อมโยงใหม่ในบางจุด
 5. เพิ่มเติมภาพเคลื่อนไหวให้มากขึ้นกว่าเดิม
9. ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและนำไปทดสอบในขั้นต่อไป ซึ่งเป็นการทดลองขั้นการทดสอบกับกลุ่มย่อย โดยทดลองกับผู้เรียนจำนวน 6 คน โดยเลือกเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ ขึ้นทดสอบกลุ่มย่อย

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
กลุ่มเก่ง				
1	24.00	80.00	26.00	86.67
2	27.00	90.00	28.00	93.33
กลุ่มปานกลาง				
3	27	90.00	25	83.33
4	25	83.33	26	86.67
กลุ่มอ่อน				
5	20	66.67	23	76.67
6	19.00	63.33	21.00	70.00
รวม	142.00	473.33	149.00	496.67
เฉลี่ย	23.67	78.89	24.83	82.78

จากตารางที่ 3.4 พบว่าค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เท่ากับ 142 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 23.67 คะแนน คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 149 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 24.83 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.89 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.78 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ซึ่งจากการสังเกตของผู้วิจัยและการสอบถามผู้เรียนสรุปได้ดังนี้

1. การให้การตอบสนองเมื่อตอบคำถามแล้วควรเฉลยโดยเป็นเสียงพูดด้วย แทนที่จะมีเพียงแคตัวอักษรเฉลยคำตอบเพียงอย่างเดียว
2. การแสดงภาพขั้นตอนการทำงานที่ทำเพิ่มขึ้นแสดงเร็วไป ทำให้มองไม่ทันและไม่เข้าใจการทำงาน
3. การแสดงการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ควรเพิ่มเรื่องการทำงานลักษณะที่ต้อง RESET ด้วยเพื่อเน้นลักษณะที่พิเศษของเซอร์กิตเบรกเกอร์

ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. เพิ่มเสียงพูดเฉลยคำตอบแทนการมีตัวอักษรเพียงอย่างเดียว
2. แสดงขั้นตอนการทำงานให้ชัดเจนขึ้น และลดความเร็วลงในแต่ละขั้นตอน
3. เพิ่มขั้นตอนการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ให้มีการ RESET ได้ ในกรณีที่เกิดการ

TRIP ของเซอร์กิตเบรกเกอร์

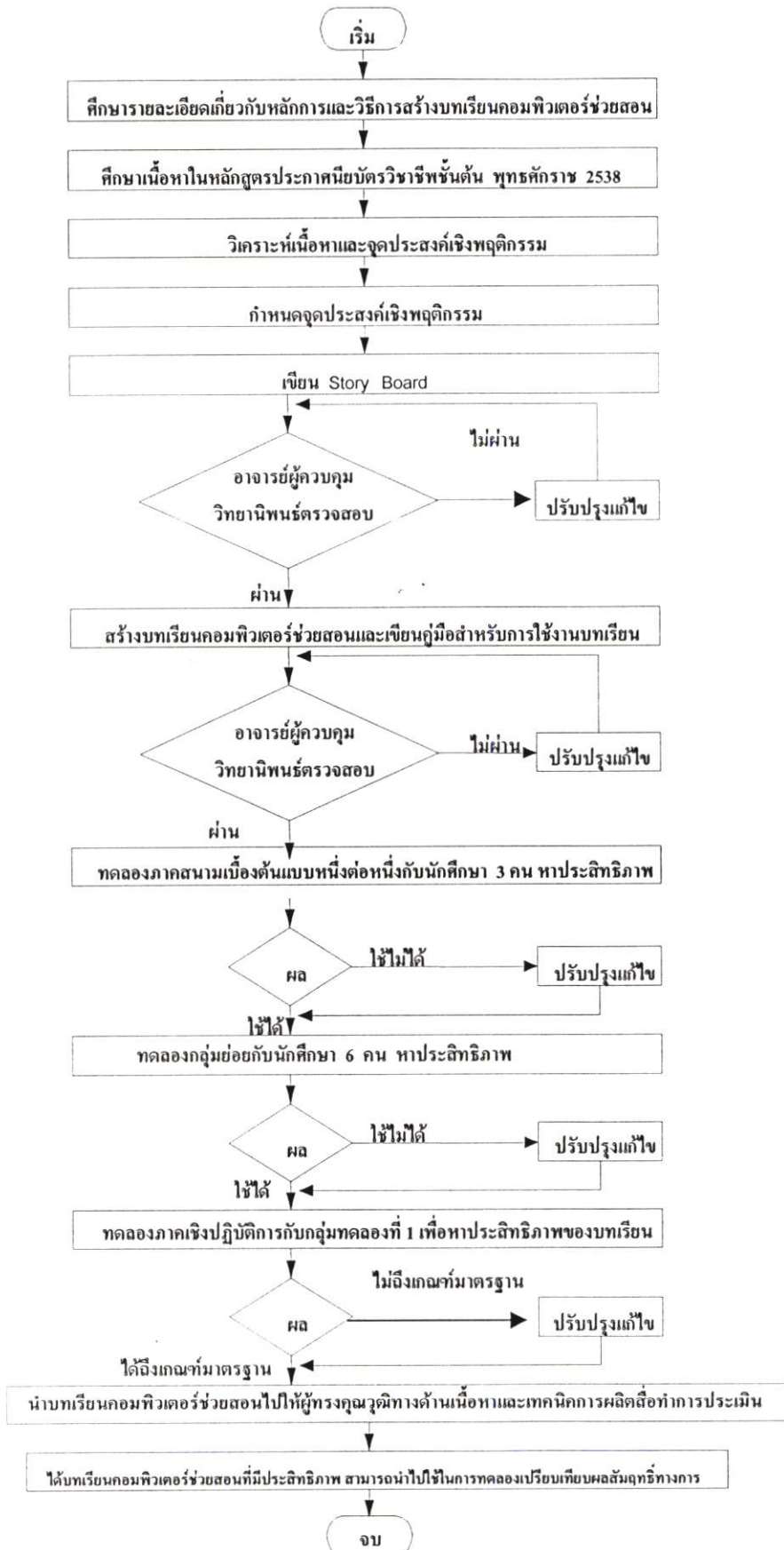
10. หลังจากที่ได้ปรับปรุงแล้วผู้วิจัยได้นำไปทดลองเชิงปฏิบัติการกับผู้เรียน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อและปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อ ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 : 80 โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. จัดเตรียมห้องเรียนและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการทดลองให้พร้อม
2. ให้ความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแก่ผู้เรียน
3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) แล้วบันทึกคะแนน
4. ผู้เรียนเปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่อง และทำแบบฝึกหัดท้ายบท แล้วบันทึกคะแนนเพื่อหาค่า E1
5. หลังจากศึกษาเนื้อหาจบ ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) แล้วบันทึกคะแนนเพื่อหาค่า E2

ซึ่งค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ได้เท่ากับ 520 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 26 คะแนน คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 535 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.75 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 86.67 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 89.17 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80 : 80

11. ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ทั้ง 2 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.33 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.542 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 2 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.778 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.22 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก

หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้าน ได้ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำเอาคำแนะนำ, ข้อเสนอแนะ และข้อแก้ไขต่างๆ มาทำการปรับปรุงบทเรียน เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม



รูปที่ 3.4 แสดงลำดับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ หลังการเรียน ซึ่งผู้เรียนได้สร้างขึ้นให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง “อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน” โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหา เรื่อง “อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน” ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า

2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำไปสร้างแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ให้มีคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียว ให้ตรงกับจุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 80 ข้อ

3. นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นไปให้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบพิจารณาลักษณะด้านการเขียนคำถาม ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. เพื่อตรวจสอบคุณภาพข้อสอบที่สร้างเสร็จ เพื่อให้แน่ใจว่ามีคุณภาพสูง โดยเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของข้อสอบ โดยการทดลองกับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2544 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง ที่เคยผ่านการเรียนวิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น มาก่อน จำนวน 100 คน โดยการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 ความยากง่าย (Difficulty) คือ ค่าร้อยละหรือสัดส่วนที่แสดงว่า ข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก การหาค่าความยากง่ายเป็นวิธีการตรวจสอบแบบทดสอบ ประเภทที่วัดในด้านความรู้ ความเข้าใจ (Cognitive Domain) เป็นแบบทดสอบระบบอิงเกณฑ์ มีลักษณะการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบเทคนิค 50 % ถ้าตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน มีขั้นตอนดังนี้

ก. ตรวจสอบคะแนนของทุกคน แล้วเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย

ข. คำนวณจากผลการตอบกลุ่มสูง 50% และกลุ่มต่ำ 50% จากจำนวนผู้ตอบทั้งหมด ในข้อสอบแต่ละข้อให้นับจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วเทียบเป็นร้อยละของแต่ละกลุ่ม

ค. หาค่าความยากง่ายของข้อสอบ โดยเอาร้อยละของคนตอบถูกทั้งสองกลุ่มมาเฉลี่ย

หลักการเลือกข้อสอบมาใช้ ควรเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง ประมาณ 0.05 แต่ในทางปฏิบัติ โดยทั่ว ๆ ไป มักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากง่ายของข้อสอบที่จะเลือกมาใช้ไว้ในช่วง 0.20-0.80 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกความยากง่ายได้กำหนดไว้ดังนี้

ขอบเขตค่า p และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

ตารางที่ 3.5 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย

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

4.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ ค่าที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน เช่น กลุ่มเก่ง-กลุ่มอ่อน วัดเรื่องที่เป็นความรู้ความเข้าใจ ใช้เทคนิค 50% โดยหาความแตกต่างระหว่างร้อยละของคนตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ขอบเขตอำนาจจำแนก (r) และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

ตารางที่ 3.6 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.40 ขึ้นไป	อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

4.3 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทดสอบใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง $+1.00$

ตารางที่ 3.7 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และความหมาย

ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})	ความหมาย
+1.00	ค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้
0.00 หรือใกล้เคียง	ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้
-1.00	ค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นครอบคลุมเนื้อหา เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน และการต่อสายดิน วิชาไฟฟ้าเบื้องต้น จำนวน 80 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4ตัวเลือก ให้มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว และได้ทำให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจในการเขียนคำถาม ความเที่ยงตรงทางด้านเนื้อหา ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นนำไปทดสอบกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2543 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง ที่เคยผ่านการเรียนวิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น มาก่อน จำนวน 100 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ หลังจากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.8

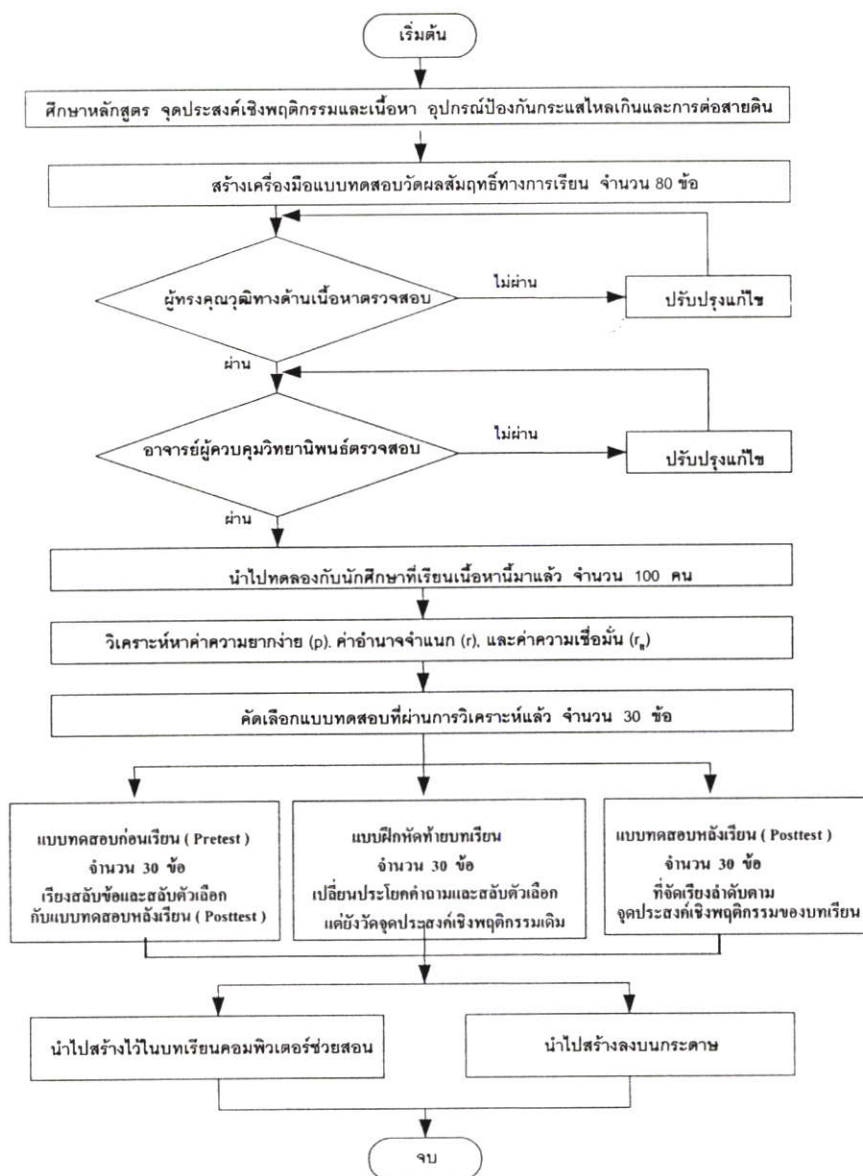
จากตารางที่ 3.8 พบว่าค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.8 หมายความว่า ในแบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ถึง ข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ผลการหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.46 หมายความว่า ในแบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกพอใช้ได้ถึงดีมาก ผลการหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของข้อสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.70 หมายความว่า ในแบบทดสอบฉบับนี้มีความเชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้

ตารางที่ 3.8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

ข้อที่	การวิเคราะห์ข้อสอบ			คุณภาพของข้อสอบ		
	ค่า p	ค่า r	ค่า r_{tt}	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ความเชื่อมั่น
1	0.44	0.24	0.70 *	ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	ความเชื่อมั่นสูงเชื่อถือได้ *
2	0.56	0.2		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
3	0.55	0.22		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
4	0.58	0.24		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
5	0.53	0.26		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
6	0.6	0.32		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
7	0.54	0.2		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
8	0.21	0.26		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
9	0.21	0.22		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
10	0.79	0.26		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
11	0.34	0.24		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
12	0.4	0.24		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
13	0.21	0.26		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
14	0.71	0.34		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
15	0.51	0.22		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
16	0.54	0.32		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	ดีพอสมควร	
17	0.42	0.44		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	ดีมาก	
18	0.51	0.22		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
19	0.71	0.34		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
20	0.44	0.24		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
21	0.72	0.4		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีมาก	
22	0.79	0.42		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีมาก	
23	0.45	0.34		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	ดีพอสมควร	
24	0.77	0.26		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
25	0.76	0.32		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
26	0.65	0.46		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีมาก	
27	0.63	0.22		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
28	0.5	0.28		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
29	0.43	0.22		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
30	0.8	0.36		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	

* เป็นค่าของข้อสอบทั้งฉบับ

5. ข้อสอบ 30 ข้อที่ได้ ไปทำแบบทดสอบก่อนเรียน (PRETEST) และแบบทดสอบหลังเรียน (POSTTEST) โดยเป็นข้อสอบชุดเดียวกัน แต่สลับข้อและสลับตัวเลือก เพื่อป้องกันการจำตัวเลือก และเปลี่ยนคำถามแต่จุดประสงค์เดียวกันเพื่อนำไปอยู่แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทำการพิมพ์ลงกระดาษเพื่อใช้ทดสอบผู้เรียนที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติ



รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว สิ่งที่ช่วยในการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ได้ตามเกณฑ์ คือ แบบประเมินบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความคิดเห็น ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ของแบบประเมิน
2. สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมาตราส่วนประมาณค่า

(Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ และกำหนดเป็นคะแนน ดังนี้ ดีมาก = 5 คะแนน, ดี = 4 คะแนน, ปานกลาง = 3 คะแนน, พอใช้ = 2 คะแนน, ควรปรับปรุง = 1 คะแนน

3. นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ
4. แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ
5. นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง
6. แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ ครั้งที่ 2
7. ให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เรียนประเมินหลังจากศึกษาจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ตามรายการที่กำหนดไว้ เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยที่ได้ และสามารถนำมาแปรผลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.9 แสดงขอบเขตค่าเฉลี่ยและความหมายของระดับความคิดเห็น

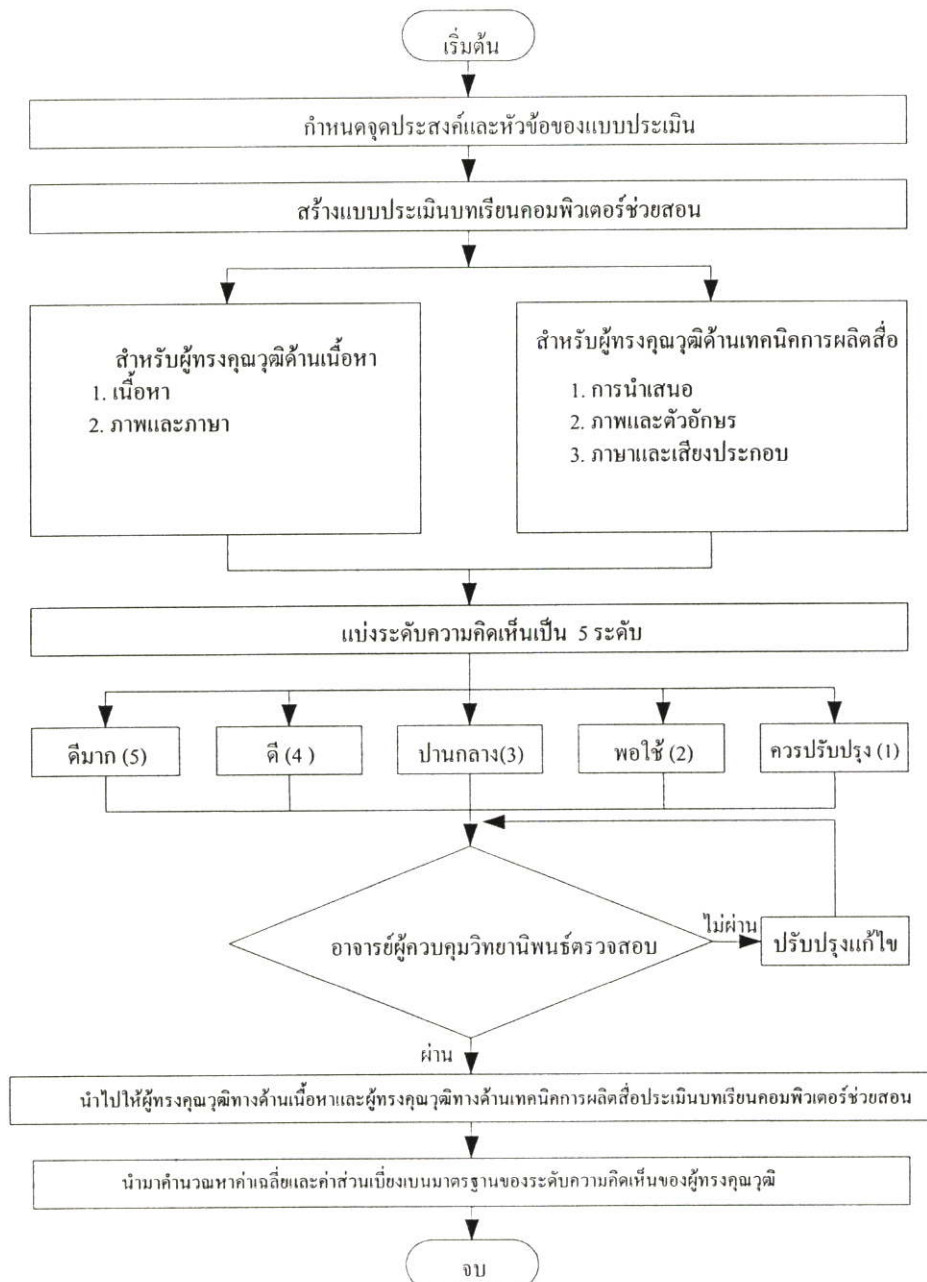
ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ความหมาย
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	พอใช้
1.00 – 1.49	ควรปรับปรุง

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ กำหนดเกณฑ์การประเมินต้องได้ระดับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ แต่ถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

นำแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาวิเคราะห์หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะกลุ่มความคิดเห็นของผู้ประเมินซึ่งในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ กำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ควรเกิน 1

ตารางที่ 3.10 แสดงขอบเขตค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความหมาย

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ความหมาย
S.D.= 0	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน
$0 < S.D. < 1$	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน
S.D.> 1	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นแตกต่างกัน



รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินและการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน คือ

1. อาจารย์ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ อาจารย์ 2 ระดับ 7 หัวหน้างานวัดและประเมินผล สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี การศึกษา คอม. ไฟฟ้า จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. อาจารย์วัชร สุกุมหา อาจารย์ 1 ระดับ 5 หัวหน้างานวัดและประเมินผล สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสัทธิ์ การศึกษา คอม. ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 2 ท่าน คือ

1. อาจารย์อนุรัตน์ ชันชวธิ อาจารย์ 1 ระดับ 5 หัวหน้าแผนกเทคโนโลยีพื้นฐาน สถานที่ทำงาน แผนกเทคโนโลยีพื้นฐาน วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา การศึกษา กสม. เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์ สุนทร นพวิง อาจารย์ 1 ระดับ 5 เจ้าหน้าที่งานสื่อการเรียนการสอน สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี การศึกษา คอม. ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผู้ได้นำแบบประเมินนำมาหาค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นและวิเคราะห์หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลการประเมินด้านเนื้อหาดังตารางที่ 3.11 และผลการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อดังตารางที่ 3.12 และสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.11 ผลการประเมินสื่อการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน กระแสไหลเกินและการต่อสายดินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

หัวข้อประเมิน	(\bar{x})	S.D.	ความหมาย
เนื้อหา			
เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.5	0.5	ดีมาก
ความถูกต้องของเนื้อหา	4.5	0.5	ดีมาก
ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	4.5	0.5	ดีมาก
ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.5	0.5	ดีมาก
ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	1	ดี
ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหา	4.5	0.5	ดีมาก
รวม	26.5	3.5	
ค่าเฉลี่ยด้านเนื้อหา	4.42	0.58	ดี
ภาพและภาษา			
ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้	4	0	ดี
ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.5	0.5	ดีมาก
ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย	4.5	0.5	ดีมาก
ความเหมาะสมของตำแหน่ง/ขนาดของภาพ	4	1	ดี
รวม	17	2	
ค่าเฉลี่ยด้านภาพและภาษา	4.25	0.50	ดี
ค่าเฉลี่ยทั้งหมดด้านเนื้อหา	4.33	0.54	ดี

ผลการประเมินด้านเนื้อหา

จากตารางที่ 3.11 พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหามีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.33 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับดี และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.54 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับที่ความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน โดยเฉพาะผลการประเมินด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.42 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.58 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และเฉพาะผลการประเมินด้านภาพและภาษาได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.25 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.50 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

- ก. การเสนอเนื้อหาควรให้กระชับ และควรเน้นเนื้อหาตรงส่วนที่สำคัญๆ
- ข. ควรตั้งวัตถุประสงค์ให้ละเอียดมากขึ้น
- ค. แบบทดสอบควรทดสอบความเข้าใจ เพราะส่วนมากจะเป็นการวัดความจำ
- ง. ควรแยกเนื้อหาออกเป็น 2 เรื่อง 1.อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน 2. การต่อสายดิน
- จ. สัญลักษณ์บางรูปยังไม่ถูกต้องตรงตามมาตรฐาน

ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขดังนี้

- ก. ได้แก้ไขเนื้อหาให้กระชับขึ้น และเน้นเนื้อหาส่วนที่สำคัญ
- ข. เพิ่มวัตถุประสงค์ให้มากขึ้นจากเดิม
- ค. ปรับเปลี่ยนแบบทดสอบให้วัดความเข้าใจมากขึ้น
- ง. ผู้วิจัยแยกเนื้อหาออกเป็น 2 หัวข้อใหญ่ หัวข้อ 1 อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน หัวข้อ 2 การต่อสายดิน โดยให้คงเนื้อหาตามหลักสูตรกรมอาชีวศึกษาเหมือนเดิม
- จ. แก้ไขสัญลักษณ์ต่างๆ จนถูกต้องตามมาตรฐาน

ตารางที่ 3.12 ผลการประเมินสื่อการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หัวข้อประเมิน	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
การนำเสนอ			
ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	5	0	ดีมาก
ความเหมาะสมในการเข้าสู่บทเรียน	4.5	0.5	ดีมาก
ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา	4.5	0.5	ดีมาก
รวม	14	1	
ค่าเฉลี่ยด้านการนำเสนอ	4.67	0.33	ดีมาก
ภาพและตัวอักษร			
ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4.5	0.5	ดีมาก
ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	0	ดีมาก
ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5	0	ดีมาก
รวม	14.5	0.5	
ค่าเฉลี่ยด้านภาพและตัวอักษร	4.83	0.17	ดีมาก

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
ภาษาและเสียงประกอบ			
ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	5	0	ดีมาก
ความถูกต้องของภาษาบรรยาย	5	0	ดีมาก
ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	4.5	0.5	ดีมาก
รวม	14.5	0.5	
ค่าเฉลี่ยด้านภาษาและเสียงประกอบ	4.83	0.17	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยทางด้านการผลิตสื่อ	4.78	0.22	ดีมาก

ผลการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

จากตารางที่ 3.12 พบว่าค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.78 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับดีมาก และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.22 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับที่ความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน โดยแยกเฉพาะผลการประเมินด้านการนำเสนอได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.67 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.33 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน เฉพาะผลการประเมินด้านภาพและตัวอักษร ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.83 เทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.17 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน เฉพาะผลการประเมินด้านภาษาและเสียงประกอบได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.83 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.17 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อสรุปได้ดังนี้

- ก. การใช้ตัวหนังสือสีและขีดเส้นใต้ อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนคิดว่าเป็น HYPERLINK เพราะปัจจุบันผู้ใช้อินเทอร์เน็ตจะชินกับรูปแบบ HYPERLINK ของอินเทอร์เน็ต
- ข. การใช้เมาท์เลื่อนผ่านรูปรีโมท ก่อนที่จะมีภาพ VDO สาธิตการใช้งาน ผู้เรียนอาจเผลอเลื่อนเมาท์ผ่านโดยไม่ตั้งใจจะดูทำให้เสียเวลาในการปิด VDO อีกครั้งหนึ่ง
- ค. การวางตำแหน่งรูปภาพบางรูปยังไม่เหมาะสม
- ง. การบังคับให้ผู้เรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง ให้ทำข้อสอบจนหมดโดยออกสู่เมนูหลักไม่ได้ระหว่างสอบ ผู้เรียนอาจมีความรู้สึกเหมือนถูกบังคับ
- จ. ในภาพมีรูปสายดินเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนอาจคิดว่าเป็นสายปลั๊กไฟได้

ฉ. การ์ตูนที่อยู่ในเรื่องการต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า ดึงความสนใจของผู้เรียนออกจากเนื้อหาของบทเรียน

ช. ส่วนของแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เมื่อตอบคำถามแล้ว เปลี่ยนข้อเร็วไป บางครั้งอ่านคำอธิบายไม่ทันส่วนอื่น ๆ มีความเหมาะสมดีมาก

ซ. สื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี

ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขดังนี้

ก. แก้ไขตัวอักษรที่มีการขีดเส้นใต้บางตัว ให้เป็นตัวอักษรปกติ

ข. การดู VDO เปลี่ยนเป็นการใช้เมาท์ CLICK ที่รูปปริโมท แทนการใช้เมาท์เลื่อนผ่านรูปปริโมท

ค. ได้จัดตำแหน่งรูปภาพใหม่ให้เหมาะสม

ง. ในข้อสอบและแบบฝึกหัดแต่ละข้อมีการเพิ่มปุ่ม MENU เพื่อให้สามารถออกไปยัง MENU หลักได้

จ. ได้ทำการแก้ไขรูปเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อสายดินให้มีปลั๊กไฟด้วย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องว่า สายปลั๊กไฟและสายดินที่ต่อเพื่อป้องกันไฟดูดนั้นเป็นคนละสายกัน

ฉ. เอาการ์ตูนที่อยู่ในเรื่องการต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่าออก

ช. ลดความเร็วในการเปลี่ยนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบลง

หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้าน ได้ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำเอาคำแนะนำ, ข้อเสนอแนะ และข้อแก้ไขต่างๆ มาทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีคุณภาพที่ดีมากขึ้น ก่อนที่จะนำไปทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บข้อมูล โดยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ในสถานการณ์การเรียนแตกต่างกัน คือ นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนจากครูผู้สอนตามปกติ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบเพื่อนำคะแนนไปเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ที่สร้างขึ้นให้นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ทดลองเรียนเพื่อหาความบกพร่องของบทเรียน CAI หาประสิทธิภาพบทเรียน

และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยได้ดำเนินการทดลองดังนี้

1. ติดต่อขอรับหนังสืออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย หนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย และขอหนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย จากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ติดต่อผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคระยอง ผอ. ทวีศักดิ์ ศรีโสภะ และหัวหน้าแผนกช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคระยอง อ.วสันต์ จิงจรรย์านนท์ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทดลองเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในวิทยาลัยเทคนิคระยอง

3. หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว จำนวน 80 ข้อ นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยเรียนผ่านวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น จำนวน 100 คน เพื่อนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และคัดเลือกข้อสอบ ได้จำนวน 30 ข้อ ซึ่งได้ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.21 - 0.8 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.46 และได้ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ 0.70 ซึ่งข้อสอบทั้ง 30 ข้อครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด และได้นำไปใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จแล้ว

4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินด้วยโปรแกรม Authorware แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) มีลักษณะเป็นบทเรียนแบบเชิงเส้น (Linear Programs) มีการอธิบายเนื้อหาส่วนใหญ่ด้วยเสียงบรรยาย และใช้ภาพประกอบที่เป็นภาพเคลื่อนไหว (Animation) แสดงการจำลองเหตุการณ์ (Model)

5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปทดลองกับผู้เรียนจำนวน 3 คน โดยเลือกนักศึกษาจากกลุ่มเก่ง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มอ่อน 1 คน เพื่อรับฟังความคิดเห็น และหาจุดบกพร่อง และปรับปรุง ซึ่งผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 64.44 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 76.67 และได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ดีขึ้น

6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองกับผู้เรียนจำนวน 6 คน ซึ่งทั้งนี้ต้องไม่ซ้ำกับ 3 คนแรกโดยเลือกนักศึกษาจากกลุ่มเก่ง 2 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มอ่อน 2 คน เพื่อรับฟังความคิดเห็น หาจุดบกพร่อง และปรับปรุง ซึ่งผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.89 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.78 และได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ดีขึ้น

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปทดลองเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพ และปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อ ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 : 80 กับนักเรียนจำนวน 20 คน

โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. จัดเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้พร้อม เพื่อให้ผู้เรียนจะได้ใช้เครื่องได้ทันที

2. ให้ความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแก่ผู้เรียน

3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) แล้วบันทึกคะแนน

4. ผู้เรียนเปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่อง และทำแบบฝึกหัดท้ายบท แล้วบันทึกคะแนนเพื่อหาค่า E1

5. หลังจากศึกษาเนื้อหาจบ ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) แล้วบันทึกคะแนนเพื่อหาค่า E2

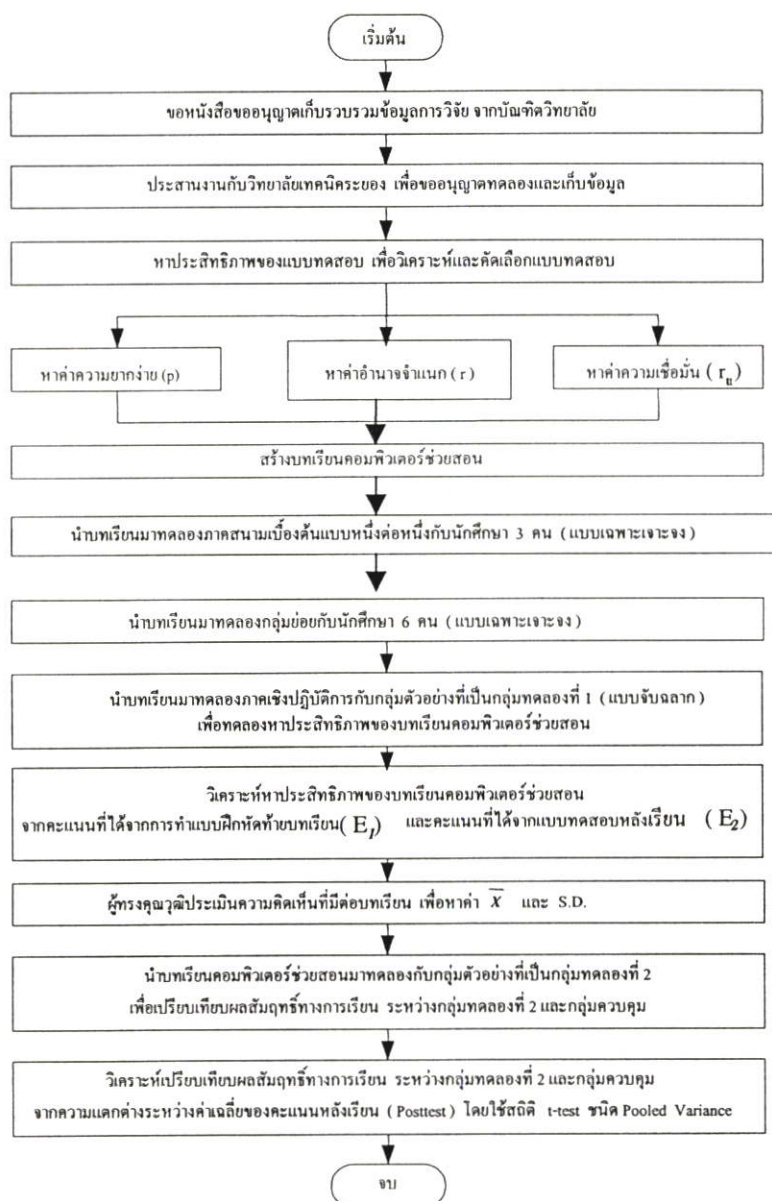
6. ถ้าประสิทธิภาพของสื่อ ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 : 80 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาปรับปรุงและทดสอบกับนักเรียนกลุ่มใหม่จำนวน 20 คนเพื่อปรับปรุงให้สื่อมีประสิทธิภาพ 80 : 80 ตามเกณฑ์ที่กำหนด และผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (E_1) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_p) เท่ากับ 86.67 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_r) เท่ากับ 89.17

7. ให้ผู้ทรงคุณวุฒิเนื้อหาและสื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และสอดคล้องโดยประเมินตามรายการแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แจกให้ นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยต้องผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข เตรียมที่จะนำไปทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาหามีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.33 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับดี และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.54 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับที่ความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิทางการผลิตสื่อมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.78 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับดีมาก และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.22 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับที่ความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

8. นำสื่อที่ปรับปรุงแล้วมาทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ โดยให้นักเรียนกลุ่มทดลอง 20 คน เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น และให้นักเรียนกลุ่มควบคุม 20 คน เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติ หลังจากเรียนจบแล้วให้ทั้ง 2 กลุ่มทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที และทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง 2 กลุ่ม โดยดำเนินการดังนี้

8.1 แจกให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ทราบล่วงหน้าก่อนการทดลอง

- 8.2 เตรียมสถานที่ทดลองซึ่งใช้ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง
วิทยาลัยเทคนิคระยอง
- 8.3 ให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ
ในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 8.4 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยโปรแกรมได้ทำการบันทึก
ผลสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์
- 8.5 ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และทำ
แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน โดยโปรแกรมได้ทำการบันทึกคะแนนลงในเครื่องคอมพิวเตอร์
- 8.6 หลังจากศึกษาเนื้อหาบทเรียนจบทุกหัวข้อเรื่อง ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลัง
เรียน (Posttest) โดยโปรแกรมได้ทำการบันทึกผลสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์
- 8.7 สอนกลุ่มควบคุมในเนื้อหาเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อ
สายดินด้วยวิธีการสอนด้วยครูผู้สอนตามปกติ โดยก่อนเรียนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
(Pretest) ลงบนกระดาษคำตอบก่อน
- 8.8 ในระหว่างเรียนของกลุ่มควบคุมเมื่อมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนให้ผู้เรียนทำ
แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนทันที โดยทำลงในกระดาษคำตอบ
- 8.9 หลังจากจบการเรียน ให้ผู้เรียนกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบหลังเรียน
(Posttest) ลงในกระดาษคำตอบ
- 8.10 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนน
ทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม หากค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled
Variance ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติด้วยครูผู้สอน



รูปที่ 3.7 แสดงลำดับขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ เพื่อวิเคราะห์หาค่าต่อไปนี้

1.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 136)

$$\text{สูตร} \quad p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p = ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ขอบเขตค่า p และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

ตารางที่ 3.13 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย

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

1.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 136)

$$\text{สูตร} \quad r = \frac{R_u - R_l}{N / 2}$$

เมื่อ r = ค่าอำนาจการจำแนกของข้อสอบรายข้อ
 R_u = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_l = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ขอบเขตอำนาจจำแนก (r) และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

ตารางที่ 3.14 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.40 ขึ้นไป	อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

1.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ เนื่องจากข้อมูลมีค่าเป็น 0, 1 และข้อสอบมีความยากง่ายใกล้เคียงกัน จึงใช้สูตร KR 20 ของ Kuder – Richardson (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 130)

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

เมื่อ r_{tt} = สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k = จำนวนข้อ
 p = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
 q = สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$
 S_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ตารางที่ 3.15 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และความหมาย

ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})	ความหมาย
+1.00	ค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้
0.00 หรือใกล้เคียง	ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้
-1.00	ค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การที่จะกำหนดเกณฑ์ $E_1 : E_2$ ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80:80, 85 : 85, หรือ 90 : 90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติ อาจตั้งไว้ 70 : 70, 75 : 75 (สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2527)

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมนิยมกำหนดเป็น 80 : 80 สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน ± 2.5 (ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2520)

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดเกณฑ์ที่ 80 : 80 กับกลุ่มทดลองที่ 1 ค่าความคลาดเคลื่อน ± 2.5 โดยนำผลการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและการทำแบบทดสอบหลังเรียน มาวิเคราะห์คะแนนมาตรฐาน $E_1 : E_2$ โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521)

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{X}}{A} \times 100)$$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{F}}{B} \times 100)$$

เมื่อ E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ ใช้สถิติ t-test โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาเท่ากัน ดังนั้นจึงใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541)

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

โดย $df = n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ t = ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียน

\bar{X}_1 = คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

\bar{X}_2	=	คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม
n_1	=	จำนวนผู้เรียนของกลุ่มทดลองที่ 2
n_2	=	จำนวนผู้เรียนของกลุ่มควบคุม
S_1^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มทดลองที่ 2
S_2^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มควบคุม
df	=	ชั้นความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)

โดยใช้สูตรหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและหาค่าความแปรปรวนในกรณีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($n < 30$) ดังนี้

$$\text{สูตร } S^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

$$\text{และ } S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$\text{เมื่อ } S^2 = \text{ค่าความแปรปรวน}$$

$$S = \text{ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน}$$

$$X = \text{คะแนนแต่ละตัวในชุดข้อมูล}$$

$$\bar{X} = \text{ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง}$$

$$n = \text{จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง}$$

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Standard Error Mean หรือ SE) (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2543)

$$SE(\bar{X}) = \frac{S.D.}{\sqrt{N}}$$

$$\text{เมื่อ } SE(\bar{X}) = \text{ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย}$$

$$S.D. = \text{ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน}$$

$$N = \text{จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง}$$

3. การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นำคะแนนที่ได้จากตารางประเมินตามที่กำหนดไว้ คำนวณหาค่าทางสถิติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

3.1 ค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น ใช้สูตรดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541)

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

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \bar{x} &= \text{ค่าเฉลี่ย} \\ \sum X &= \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมด} \\ n &= \text{จำนวนคะแนนทั้งหมด} \end{aligned}$$

ตารางที่ 3.16 แสดงขอบเขตค่าเฉลี่ยและความหมายของระดับความคิดเห็น

ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ความหมาย
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	พอใช้
1.00 – 1.49	ควรปรับปรุง

3.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็น ใช้สูตรดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541)

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{n} - \left(\frac{\sum fX}{n}\right)^2}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } S.D. &= \text{ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน} \\ \sum fX &= \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมด} \\ \sum fX^2 &= \text{ผลรวมกำลังสองของคะแนนทั้งหมด} \\ n &= \text{จำนวนคะแนนทั้งหมด} \end{aligned}$$

ตารางที่ 3.17 แสดงขอบเขตค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความหมาย

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ความหมาย
S.D.= 0	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน
0 < S.D. < 1	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน
S.D. > 1	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นแตกต่างกัน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้วิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ 2 ข้อดังนี้ คือ

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน กระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินระหว่างกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติกับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เพื่อการวิจัยในครั้งนี้ เป็นข้อมูลที่รวบรวมที่ได้จากการทดลอง ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ในรายวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น รหัสวิชา 21000201 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น ปีพุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้วิจัยได้เรียงลำดับการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ที่สร้างขึ้นไปทดลองกับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2544 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง จำนวน 3 คน โดยเลือกนักศึกษาจากกลุ่มเก่ง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มอ่อน 1 คน เพื่อรับฟังความคิดเห็นและหาจุดบกพร่องและปรับปรุง จากนั้นได้ทำการทดลองขั้นการทดสอบกับกลุ่มย่อย โดยทดลองกับผู้เรียนจำนวน 6 คน โดยเลือกจากกลุ่มเก่ง 2 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มอ่อน 2 คน

ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและนำไปทดลองในขั้นต่อไป ซึ่งเป็นการทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ กับนักศึกษาจำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ ขึ้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
1	25	83.33	27	90.00
2	25	83.33	26	86.67
3	26	86.67	27	90.00
4	25	83.33	26	86.67
5	26	86.67	27	90.00
6	27	90.00	27	90.00
7	25	83.33	28	93.33
8	25	83.33	27	90.00
9	25	83.33	26	86.67
10	27	90.00	28	93.33
11	25	83.33	27	90.00
12	26	86.67	27	90.00
13	24	80.00	24	80.00
14	29	96.67	27	90.00
15	26	86.67	26	86.67
16	28	93.33	28	93.33
17	25	83.33	26	86.67
18	29	96.67	29	96.67
19	26	86.67	26	86.67
20	26	86.67	26	86.67
รวม	520.00	1733.33	535.00	1783.33
เฉลี่ย	26.00	86.67	26.75	89.17

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เท่ากับ 520 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 26 คะแนน คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 535 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 26.75 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 86.67 ค่าประสิทธิภาพ

ของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 89.17 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80:80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน มีประสิทธิภาพที่ยอมรับ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

จากผลการคำนวณหาค่า ดังกล่าวนั้นเห็นได้ว่าคะแนนที่ได้ในการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) สูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการทดสอบระหว่างเรียนผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาได้ เพราะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีการทำแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้ในแต่ละเรื่อง จึงทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ และทำคะแนนในการทดสอบหลังเรียน (E_2) ได้สูงกว่าแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) เพราะแบบทดสอบระหว่างเรียนนั้น มีการเฉลยเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากยิ่งขึ้นจึงทำให้การทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนที่สูงกว่าการทดสอบระหว่างเรียน

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ซึ่งมีประสิทธิภาพ $E_1 : E_2$ เท่ากับ 86.67 : 89.17 มาทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนด้วยครูผู้สอนด้วยวิธีการสอนตามปกติ มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการทดลองจากกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน

20 คน

ตารางที่ 4.2 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ
หลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
1	28	93.33	29	96.67
2	28	93.33	28	93.33
3	26	86.67	27	90.00
4	27	90.00	27	90.00
5	27	90.00	28	93.33
6	27	90.00	27	90.00
7	28	93.33	28	93.33
8	26	86.67	27	90.00
9	25	83.33	25	83.33
10	30	100.00	30	100.00
11	27	90.00	28	93.33
12	29	96.67	30	100.00
13	26	86.67	27	90.00
14	26	86.67	26	86.67
15	29	96.67	30	100.00
16	28	93.33	28	93.33
17	27	90.00	27	90.00
18	25	83.33	25	83.33
19	19	63.33	26	86.67
20	24	80.00	26	86.67
รวม	532.00	1773.33	549.00	1830.00
เฉลี่ย	26.60	88.67	27.45	91.50

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เท่ากับ 532 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 26.60 คะแนน คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 549 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.45 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 88.67 ค่าประสิทธิภาพของผล

ลัพท์ (E_2) เท่ากับ 91.50 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80:80

2. ผลการทดลองจากกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ จำนวน 20 คน

ตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
1	26	86.67	26	86.67
2	27	90.00	28	93.33
3	24	80.00	25	83.33
4	21	70.00	25	83.33
5	27	90.00	28	93.33
6	25	83.33	27	90.00
7	25	83.33	26	86.67
8	25	83.33	27	90.00
9	26	86.67	26	86.67
10	25	83.33	26	86.67
11	25	83.33	26	86.67
12	24	80.00	26	86.67
13	25	83.33	25	83.33
14	26	86.67	27	90.00
15	29	96.67	29	96.67
16	29	96.67	30	100.00
17	23	76.67	24	80.00
18	24	80.00	25	83.33
19	25	83.33	27	90.00
20	26	86.67	26	86.67
รวม	507.00	1690.00	529.00	1763.33
เฉลี่ย	25.35	84.50	26.45	88.17

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เท่ากับ 507 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 25.35 คะแนน คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 529 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.45 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.50 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 88.17

จากผลการทำแบบทดสอบก่อน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร Poolvariances Independent Samples t-test พบความแตกต่าง ระหว่างคะแนนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมดังรายละเอียดในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน

กลุ่ม	N	\bar{X}	S	S ²	t
กลุ่มทดลอง	20	27.45	1.5035	2.26	2.128*
กลุ่มควบคุม	20	26.45	1.4681	2.15	

*มีนัยสำคัญทางสถิติ (Level of significant) ที่ระดับ .05 ($\alpha = .05$ df = 38 t = 2.0252)

จากตารางที่ 4.4 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมุ่งศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อนำทดลองสอนเสริม ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง สำหรับเตรียมความพร้อมในการเรียนการสอน วิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น รหัสวิชา 2100 – 0201 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 2540 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล โดยแบ่งเป็นสาระสำคัญดังนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 5.2 สมมติฐานการวิจัย
- 5.3 วิธีดำเนินการวิจัย
- 5.4 สรุปผลการวิจัย
- 5.5 อภิปรายผล
- 5.6 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังต่อไปนี้ คือ

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินระหว่างกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติกับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.2 สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ไว้ดังต่อไปนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดินที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติแตกต่างกัน

5.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ที่ไม่เคยเรียนวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น มาก่อน จำนวน 116 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ได้จากการสุ่มประชากรทั้งหมด 116 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยจับสลากกลุ่มนักเรียนออกมา 60 คน และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับสลากอีกครั้งหนึ่งคือ กลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อหาประสิทธิภาพสื่อ 20 คน และอีก 2 กลุ่มในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 20 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งเรียนกับครูผู้สอนตามปกติ 20 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Authorware เพื่อใช้สอนเนื้อหาทฤษฎี วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2544 เสนอเนื้อหาแบบเชิงเส้น (Linear Programs) มีการอธิบายเนื้อหาส่วนใหญ่ด้วยเสียงบรรยาย และใช้ภาพประกอบที่เป็นภาพเคลื่อนไหว (Animation) แสดงการจำลองเหตุการณ์ (Model) ซึ่งสามารถใช้อธิบายในส่วนที่มองไม่เห็นให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพได้ ในส่วนของการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบในส่วนของการโต้ตอบ (Graphics User Interface) ให้น่าสนใจ สวยงามและสะดวกต่อการใช้งาน โดยได้นำเอาความสามารถของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (Multimedia) ออกมาใช้เต็มที่ เช่น ภาพเคลื่อนไหว (Animation) และเสียง (Audio) ทำให้ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้อยู่กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตลอดเวลา และในกรอบแต่ละกรอบ จะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ อย่างชัดเจน ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความสับสนในระหว่างเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วย 7 ส่วน ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน ส่วนแบบทดสอบก่อนเรียน ส่วนเมนูบทเรียน ส่วนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ส่วนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และส่วนแบบทดสอบหลังเรียน มีจำนวนกรอบทั้งหมด 180 กรอบ ใช้เวลาเรียนทั้งหมดประมาณ 50 นาที

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ครอบคลุมทุกจุดประสงค์เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.8, ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.46, ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของข้อสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.70

2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการศึกษาระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ใช้แบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง ผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.33 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.54 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับที่ความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.78 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับดีมาก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.22 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับที่ความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้สร้างขึ้นไว้ทดลองกับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง ทะเบียนเรียนรายวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น รหัส 2100 - 0201 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นต้น (ปวช.) 2538 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ และได้ดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) ทดลองขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เลือกแบบเจาะจง โดยเลือกจากนักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 1 คน ผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 64.44 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 76.67

2) ทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อย กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน เลือกแบบเจาะจง จากจำนวนนักศึกษาที่เหลือในแต่ละกลุ่ม โดยเลือกจากนักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 2 คน ผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.89 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 82.78

3) ทดลองขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ กับกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 20 คน วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

(E_1) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 86.67 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 89.17

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ โดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุมโดยมีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

4.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) หาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.21 - 0.8

2) หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.46

3) หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.70

4.2 การหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1) หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียน

1.2) หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ($E_1:E_2$) เท่ากับ 80:80 จากการทดลองภาคเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1 วิเคราะห์ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 86.67: 89.17

2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 27.45 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.45 คะแนน

4.3 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 4 ท่าน ประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน โดยได้ผลค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.55 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก

2) หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 4 ท่าน ได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.38 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

5.4 สรุปผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 86.67 : 89.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ที่ระดับ 80 : 80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 คือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม

5.5 การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยผู้วิจัยได้อภิปรายผลดังนี้

1. ด้านการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการทดลองวิจัย เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพ จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ($E_1 : E_2$) เท่ากับ 86.67 : 89.17 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ 80 : 80 ที่ได้ตั้งเอาไว้ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีการสร้างความเข้าใจผู้เรียน โดยใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) และเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหวตามหลักการกระบวนการเรียนการสอน ของ Gagne' และมีการใช้กราฟลักษณะต่างๆ มีการใช้เสียงประกอบโดยให้สอดคล้องกับกราฟิก ซึ่งทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนมากยิ่งขึ้น ในการนำเสนอเนื้อหาได้ใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) ได้แสดงการตอบสนองของผู้เรียน

บนเฟรมเดียวกับคำถาม โดยมีการFeedback ทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบโต้ และนอกจากนี้ยังมีการเสริมแรง (Reinforcement) ทันทีที่ตอบถูกต้องและมีการอธิบายคำตอบกรณีที่ตอบผิดเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ซึ่งผลของการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพสื่อของผู้วิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประวิทย์ สิมมาทัน (2539 : 47) โดยได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้าสำหรับการฝึกอาชีพ หลักสูตรการเตรียมเข้าทำงาน พบว่าผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพ ($E_1 : E_2$) เท่ากับ 82.80 : 84.52 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือประสิทธิภาพ ($E_1 : E_2$) สูงกว่า 80:80

ผลการคำนวณหาค่า $E_1 : E_2$ ดังกล่าวนั้นเห็นได้ว่าคะแนนที่ได้ในการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) สูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนนั้น ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี เพราะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ในแต่ละเรื่องนั้นผู้วิจัยได้มีการสร้างแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้ในแต่ละเรื่องก่อนทำแบบทดสอบหลังเรียน จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ Learning Theory ของ Edward L. Thorndike ที่ว่า การเรียนรู้ของมนุษย์จะเกิดขึ้นได้ด้วยการสร้างสิ่งเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่เหมาะสมกัน และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกฎแห่งการฝึกฝน (Law of Exercise) โดยครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนอยู่เสมอ เพื่อเน้นย้ำสิ่งที่เรียนนั้นให้เข้าใจยิ่งขึ้นจำได้นานและมีความชำนาญ นอกจากนี้ในแบบทดสอบระหว่างเรียนยังมีเฉลยและอธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิดเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยแบบฝึกหัดจะเสริมแรง (Reinforcement) โดยให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที ตามทฤษฎีของธอร์นไดค์ จึงทำให้ผู้เรียนสามารถทำคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนได้สูงกว่าแบบทดสอบระหว่างเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gilman, David Alan. (1969 : 503-508) ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของข้อมูลป้อนกลับในบทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่ม ได้รับข้อมูลป้อนกลับดังนี้ คือ แบบไม่ได้รับข้อมูลป้อนกลับ แบบบอกว่าถูกหรือผิด แบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง แบบมีการอธิบายชี้แจง แบบผสมโดยรวมข้อมูลป้อนกลับของกลุ่มที่ 2,3 และ 4 เข้าด้วยกัน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบมีการอธิบายชี้แจงคำตอบที่ถูกหรือผิด ให้ผลการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบอื่นๆ และกลุ่มที่ได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบผสมซึ่งมีคำอธิบาย ชี้แจง เป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพทางด้านความคงทนในการจำดีกว่ากลุ่มอื่นๆ

และจากการที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน มีประสิทธิภาพ ($E_1 : E_2$) เท่ากับ 86.67 : 89.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ 80 : 80 ที่ได้ตั้งเอาไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับ และสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

2. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ สุทรนันท์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง เปรียบผลการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนปกติ เรื่องอาหารและโภชนาการ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาหารและโภชนาการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 : 80 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อาหารและโภชนาการ ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เรียนวิชาการดูแลรักษาบ้าน ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่า 81.5 : 82.31 คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เท่ากับ 12.37 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ ซึ่งได้เท่ากับ 10.52 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย ได้มีการออกแบบให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองโดยมีการนำเอาความสามารถของคอมพิวเตอร์ทางด้านมัลติมีเดีย (Multimedia) มาใช้อย่างเต็มที่ เช่น กราฟิกภาพนิ่ง (Still Picture) ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) หรือ ภาพจากสัญญาณวีดิทัศน์ (Video) รวมทั้งเสียงดนตรีประกอบเพื่อสร้างความสนใจและเสียงบรรยายเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การที่ผู้เรียนได้มีการโต้ตอบกับกับสถานการณ์จำลองทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Splittgerber (1979 : 20) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ กระบวนการสอนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอบทเรียนแบบโต้ตอบ (Interaction Mode) เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล สำหรับผู้เรียนแต่ละคนได้แก่ การฝึกทักษะ การสอนแบบตัวต่อตัว สถานการณ์จำลอง เกม และการแก้ปัญหา

ในลักษณะการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนั้น การทดลองเพื่อดูสถานการณ์จำลองต่างๆ จะเกิดขึ้นโดยผู้เรียนนั้นคือผู้เรียนจะต้องเกิดการอยากดูอยากรู้และอยากทดลองด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ B.F.Skinner ที่ว่า การเรียนรู้เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเอง เนื่องจากพฤติกรรมของคนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบการกระทำ (Operant Learning) และการเสริมแรง (Reinforcement) สิ่งสำคัญที่ทำให้คนแสดงพฤติกรรมตอบสนองโดยอาศัยสิ่งเร้าภายในเป็นตัวกระตุ้นเพื่อสนองความต้องการของตนเอง โดยการเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียนและควรรู้ใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาใน

การเรียนการสอน เพราะสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และเข้าใจบทเรียนดีขึ้น (สุมาลี จันทร์ชลอ. 2530 : 32 – 37)

5.6 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำเอาการวิจัยไปใช้

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีเนื้อหาบางส่วน ที่ต้องใช้ภาพเคลื่อนไหวเพื่อจำลองหลักการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ซึ่งการใช้ไฟล์ภาพเคลื่อนไหวเป็นไฟล์วีดิโอ นั้นมีขนาดใหญ่มาก จึงจำเป็นต้องใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำตั้งแต่ 64 เมกกะไบต์ขึ้นไป เพื่อที่จะสามารถแสดงให้เห็นการทำงานที่เป็นภาพเคลื่อนไหว ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำไปใช้ในการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสอนคู่กับการสอนปกติได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในอนาคต Authorware อาจพัฒนาให้ให้ใช้ไฟล์วีดิโอที่มีขนาดเล็กได้แทนการจำกัดเพียงแค่ไฟล์บางนามสกุลซึ่งมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับไฟล์นามสกุลอื่น ดังนั้นในขณะที่ผู้วิจัยได้ทดลองจึงใช้ไฟล์วีดิโอนามสกุล .AVI ที่มีขนาดใหญ่ทำให้เปลืองพื้นที่ในการบรรจุโปรแกรมลง CD ROM หรืออาจจะมีโปรแกรมที่บีบอัดไฟล์นามสกุล .AVI ให้เล็กลงแต่มีคุณภาพและความละเอียดของภาพของภาพดีคงเดิมก็ได้

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นยังไม่ได้แสดงการทำงานจริง เช่นการลัดวงจร เป็นเพียงการจำลองภาพหลักการทำงานมาใช้อธิบายการทำงานเท่านั้น ถ้าเป็นไปได้ในการพัฒนาต่อไปคือทดลองลัดวงจรจริงและเก็บเป็นภาพ VDO ไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นการลัดวงจรจริง

2.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรพัฒนาความสามารถในการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นและต้องประเมินผลผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน และต้องจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาของวิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น ให้ครบทุกหน่วยการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีก

2.4 ควรที่จะได้มีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สามารถใช้งานบนเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ได้ เพื่อให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ สามารถเข้ามาเรียนได้

บรรณานุกรม

- กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2538. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.
- กัลยา วานิชย์บัญชา 2543 2543. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซี เค แอนด์ เอส โฟโต้สตูดิโอ.
- กานดา พูนลาภทวี. 2530. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซนเตอร์การพิมพ์.
- กำพล ดำรงค์วงศ์. 2528. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ขนิษฐา ชานนท์. 2532. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.” เทคโนโลยีการศึกษา. วารสารชมรมเทคโนโลยีการศึกษา : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, พฤษภาคม 2532. ฉบับปฐมฤกษ์.
- จิตติรัตน์ ทัดเทียมมรย์. 2514. “ความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรมคอมพิวเตอร์ในการใช้คอมพิวเตอร์ระดับอุดมศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต โสวัตศศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิระศักดิ์ กาญจนะ. 2535. “ผลการเรียนรู้จากวิธีการสรุปและลักษณะเนื้อหา.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชัชวาลย์ ยังกงกุล. 2532. “การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอสิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดก่อนเรียนกับหลังเรียน.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. 2520.ระบบการสอน (CAI) ,คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521. “มิติที่ 3 ทางการศึกษา.” กรุงเทพฯ : แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา).
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2534. “ชุดการสอนระดับประถมศึกษา.” เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการสอน : การออกแบบและพัฒนา. กรุงเทพมหานคร : โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์.

- ณรงค์ บุญมี. 2529. การใช้คอมพิวเตอร์ในกระทรวงศึกษาธิการ : MIS / CE / CAL. ในรายงานการประชุมเรื่อง การนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กรุงเทพมหานคร : สสวท. (อัดสำเนา)
- คณีย์ พันธุ์นิล. 2532. “การศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากวิธีอุปมานและวิธีอนุมานในรายการโทรทัศน์.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ดำรง ตาแจ่ม. 253. “การศึกษาผลการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมส์ประกอบเนื้อหา กับ ไม่มีเกมส์ประกอบเนื้อหา.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม , มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา.
- ธีระ โสภณจิตต์. 2534. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวิธีการเขียนแบบภาคตัดวิชาเขียนแบบ 2 (APM 152) หลักสูตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นิตยา กาญจนวรรณ. 2526. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารรามคำแหงฉบับมนุษยศาสตร์. 1. (กันยายน 2526)
- นภพินท์ อนันตรศิริชัย. 2530. “แนวทางในการสร้างโปรแกรมสอนซ่อมเสริม.” วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 15 (มค. – มีค.)
- นิพนธ์ สุขปริดา. 2531. “คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน.” คอมพิวเตอร์. 5 (มิถุนายน - กรกฎาคม 2531)
- นิพนธ์ สุขปริดา. 2526. “ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.” วารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการ ศึกษาสหประชาชาติ. (กันยายน - ตุลาคม 2526)
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2529. เอกสารประกอบการสอนการจัดกระบวนการ. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัดสำเนา)
- ประวิทย์ สิมมาทัน 2539. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้า.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ประสิทธิ์ สารภี. 2521. “ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผดุง อารยะวิญญู. 2527. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- พรณี ลีกิจวัฒน์. 2540. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิพินธ์ สิทธิศักดิ์. 2535. “ผลของลักษณะกรอบภาพและทิศทางการลบบจอภาพในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความสนใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พรทิพย์ สุทรนันท์. 2534. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนปกติ เรื่อง อาหารและโภชนาการ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์, สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- มะลิ จุลวงศ์. 2530. “การศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ยีน ภู่วรรณ . 2529. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.” จันทรเกษม. (มีนาคม – เมษายน 2529).
- ยีน ภู่วรรณ . 2531. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.” วารสารไมโครคอมพิวเตอร์. 2 (กุมภาพันธ์ 2531).
- ยีน ภู่วรรณ. 2528. “ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน” ในรายงานการสัมมนาบทบาทของเทคโนโลยีขั้นสูงต่อการพัฒนาการศึกษาของไทยในอนาคต. นิสิตปริญญาโท ไลศทัศน์ศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา).
- ยีน ภู่วรรณ และประภาส จงสถิตย์วัฒนา. 2529. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนฟิสิกส์.” วิทยาศาสตร์. 11 (พฤษภาคม 2529).
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2532. “การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบกับไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร .

- รัฐกรณ์ กิดการ. 2534. “การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีผลการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการนำเสนอแบบอุปมานและอนุมาน.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร .
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533. วิธีวิจัยการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ภาพพิมพ์.
- เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529. “คอมพิวเตอร์กับการแก้ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์.” บัณฑิตทำอัฐ. (ตุลาคม 2528 - มีนาคม 2529).
- วสันต์ อดิศัพท์. 2530. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” ศึกษาศาสตร์ 8 (กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2530).
- วารินทร์ รัศมีพรหม. 2525. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยบริการ. (กันยายน 2525).
- ว่าที่ ร.ต. เสวก ผาสุก. 2528. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น หจก. รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์ กรุงเทพมหานคร.
- วิษณุลาวัณย์ พัทธ์ผล. 2530. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนเสริมโดยครูกับกลุ่มที่ใช้ คอมพิวเตอร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีระ ไทยพานิช. 2529. 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วีระ ไทยพานิช. 2526. “บทบาทและปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” รวบรวมบทความทางเทคโนโลยีการศึกษา, 7 - 17. กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- ศรีศักดิ์ จรมรمان. 2535. “เอกสารการประชุมทางวิชาการระดับชาติ เรื่อง คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน : การพัฒนาและการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.” กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้งานระบบ Multimedia. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. : 3 – 21.
- สมเกียรติ อินทชาติ. 2532. “ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหาและแบบเกมส์กับความถนัดทางการเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชัย ชินะตระกูล. 2528. “การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.” ข่าวสารการวิจัยการศึกษา (มิถุนายน – กรกฎาคม 2528).
- สมชัย ชินะตระกูล. 2531. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : กรมการศาสนา.

- สมบุรณ์ สุวรรณภิกษาติ. 2535. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผลย้อนกลับ 2 ลักษณะในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาดิจิทัลเทคนิค ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. “การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน.” โครงการตำราเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา).
- สุพร ชัยเดชสุริยะ. 2529. “มาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนประถมกันเถิด.” จันทร์เกษม. (มีนาคม - เมษายน 2529)
- สุพิทย์ กาญจนพันธ์. 2541. รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สุมาลี จันทร์ชโล. 2530. “การสร้างบทเรียนสอนซ่อมเสริมการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ โดยใช้คอมพิวเตอร์.” รายงานวิชาการปฏิบัติงานวิจัยและพัฒนาหลักสูตร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. : 32 – 37.
- สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์. 2531. วิธีการสอน 1. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน กรุงเทพฯ : บริษัทกราฟแมนเพรส จำกัด.
- อรพรรณ พรสีมา. 2530. บทเรียนด้วยตนเอง พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒบางเขน.
- Caldwell, Robert M. 1980. “Guideline for Developing Basic Skills Instruction Materials for Use with Computer Technology.” in Education Technology (October 1980)
- Friedman, Lucille T. 1974. “Programmed Lesson in RPG Computer Programmed for New York City High School Senior.” Dissertation Abstracts International. 29 (August 1974).
- Gilman, David Alan. 1969. “Compression of Several Feedback Methods for Correcting Errors by Computer-Assisted instruction.” Journal of Educational Psychology 60 (December) : 503-508 .
- Hall, Keith A. 1982. “Computer - Based Education.” Encyclopedia of Education of Education Research 3.

Liu, Hsi - Chiu. 1975. "Computer - Assisted Instruction in Teaching College Physics."

Dissertation Abstracts International . 36 (September 1975).

Merrell, Leonard Edd. 1985. "The Effects of Computer -Assisted Instruction on the Cognitive Ability Gain of Third ,Fourth and Fifth Grade Students."

Dissertation Abstracts International. 15 (June 1985).

Merritt , Robert L. 1983. "Achievement with and without Computer - Assisted Instruction in the Middle School." Dissertation Abstracts International. 44 (July 1983).

Oden, Robin Earl. 1982. "An Assessment of the Effectiveness of Computer assisted Instruction for Teaching a Visual Discrimination Task to Learning disabled Students." Dissertation Abstracts International. 43 (August 1982).

Splittergerber , Fred L. 1979. "Computer - Based Instruction : A Revolution in the Making." Education Technology. 14 (1979).

Stolurow, Lawrence M. 1971. "Computer - Aided Instruction." In The Encyclopedia of Education. Vol. 02. P. 390 - 400. Ed. By Lee Co. Deighton. New York , Macmillan and Free Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือราชการ



คำสั่งคณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ 3/4/2542

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ
และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของ นายประกิต ปอคูสุวรรณ

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นายประกิต ปอคูสุวรรณ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย
และมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธ์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
รศ.ดร.สมพร	ไชยะ	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

อาจารย์ไฉวาท	พุลศิริ	ประธานกรรมการ
รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธ์	กรรมการ
อาจารย์อรรถพร	ฤทธิเกิด	กรรมการ
รศ.ดร.สมพร	ไชยะ	กรรมการ
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	กรรมการ

สั่ง ณ วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานบัณฑิตศึกษา สจล. โทร. 2663,2642

ที่ ทม 1504/ 4798

วันที่ 19 พฤศจิกายน 2542

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมประชุมพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาปริญญาโท

เรียน รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์

ตามคำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ 314 /2542 แต่งตั้งท่านเป็นผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และเป็นกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา ชื่อ นายประกิต ปอคูสุวรรณ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน"

ประธานคณะกรรมการเห็นสมควรให้มีการประชุมคณะกรรมการ ในวันจันทร์ที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 เวลา 13.30 น. ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญเข้าร่วมประชุมตามวันเวลาดังกล่าวด้วย

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานบัณฑิตศึกษา สจล. โทร. 2663,2642

ที่ ทม 1504/ 4796

วันที่ 19 พฤศจิกายน 2542

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมประชุมพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาปริญญาโท

เรียน รศ.ดร.สมพร ไชยะ

ตามคำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ 314 /2542 แต่งตั้งท่านเป็นผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และเป็นกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา ชื่อ นายประกิต ปอคูสุวรรณ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน"

ประธานคณะกรรมการเห็นสมควรให้มีการประชุมคณะกรรมการ ในวันจันทร์ที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 เวลา 13.30 น. ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญเข้าร่วมประชุมตามวันเวลาดังกล่าวด้วย

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คนบตี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานบัณฑิตศึกษา สจล. โทร. 2663,2642

ที่ ทม 1504/ 4797

วันที่ 19 พฤศจิกายน 2542

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมประชุมพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาปริญญาโท

เรียน อาจารย์โอวาท พูลศิริ

ตามคำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ 314 /2542 แต่งตั้งท่านเป็นประธานกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา ชื่อ นายประภิต ปอคูสุวรรณ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน"

ประธานคณะกรรมการเห็นสมควรให้มีการประชุมคณะกรรมการ ในวันจันทร์ที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 เวลา 13.30 น. ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญเข้าร่วมประชุมตามวันเวลาดังกล่าวด้วย

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานบัณฑิตศึกษา สจล. โทร. 2663,2642

ที่ ทม 1504/ 4795

วันที่ 19 พฤศจิกายน 2542

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมประชุมพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาปริญญาโท

เรียน อาจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด

ตามคำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ 314 /2542 แต่งตั้งท่านเป็นกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา ชื่อ นายประกิต ปอคูสุวรรณ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน"

ประธานคณะกรรมการเห็นสมควรให้มีการประชุมคณะกรรมการ ในวันจันทร์ที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 เวลา 13.30 น. ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญเข้าร่วมประชุมตามวันเวลาดังกล่าวด้วย

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานบัณฑิตศึกษา สจล. โทร. 2663,2642

ที่ ทม 1504/ 4799

วันที่ 19 พฤศจิกายน 2542

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมประชุมพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาปริญญาโท

เรียน ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

ตามคำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ 314 /2542 แต่งตั้งท่านเป็นกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา ชื่อ นายประกิต ปอคูสุวรรณ ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน"

ประธานคณะกรรมการเห็นสมควรให้มีการประชุมคณะกรรมการ ในวันจันทร์ที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 เวลา 13.30 น. ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญเข้าร่วมประชุมตามวันเวลาดังกล่าวด้วย

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คนบดี



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับ อนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2543

1. นายประกิต ปอคูสุวรรณ ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน" โดยมี รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.สมพร ไชยะ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้ เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 11 มีนาคม พ.ศ.2543

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. โทร. 2663

ที่ ทม 1504/ 1088

วันที่ 14 มีนาคม 2543

เรื่อง ส่งผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

เรียน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ตามที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมได้มีคำสั่งที่ 314/2542 เรื่องแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของนักศึกษาชื่อ นายประกิต ปอคูสุวรรณ รหัสประจำตัว 39064465 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา นักศึกษาได้เสนอหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ต่อที่ประชุมคณะกรรมการแล้วเมื่อ วันที่ 29 พฤศจิกายน 2542 และได้รับอนุมัติในหัวข้อ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ จำนวน 2 คน คือ

- | | | |
|------------------|------------|--------------------------|
| 1. รศ.ดร.สุพิทย์ | กาญจนพันธ์ | ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ |
| 2. รศ.ดร.สมพร | ไชยะ | ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม |

ทั้งนี้โดยมีเงื่อนไขปรับปรุงบางประการ บัดนี้ นักศึกษาได้ปรับปรุงแก้ไขตามมติของคณะกรรมการเรียบร้อยแล้ว เมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และดำเนินการประกาศผ่านหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ต่อไปด้วยจักขอบคุณยิ่ง

(นายกิติพงศ์ มะโน)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

รักษาราชการแทนคณบดี

๑
1/มว



ที่ ทม 504/ 1658

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

26 เมษายน 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์อนุรัตน์ ชันธิวิธิ์

ด้วย นายประกิต ปอคูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์
ป้องกันกระแสไหลเกิน และการต่อสายดิน"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบ
มาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่าน
จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายประกิต ปอคูสุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมาใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 504/ 1658

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 เมษายน 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์วัชรระ สุขมหา

ด้วย นายประกิต ปอคูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์
ป้องกันกระแสไหลเกิน และการต่อสายดิน"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบ
มาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่าน
จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายประกิต ปอคูสุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมาใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 504/ 1653

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

26 เมษายน 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ

ด้วย นายประกิต ปอคูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์
ป้องกันกระแสไหลเกิน และการต่อสายดิน"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบ
มาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมอย่างน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่าน
จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายประกิต ปอคูสุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมาใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 504/ 1653

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

26 เมษายน 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สุนทร นพวิง

ด้วย นายประกิต ปอคูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์
ป้องกันกระแสไหลเกิน และการต่อสายดิน"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบ
มาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่าน
จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายประกิต ปอคูสุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมาใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504/ 4102

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคระยอง

ด้วย นายประกิต ปอคูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์
 อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์
 เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน”
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาต ให้นักศึกษา
 ได้ทดลองใช้แบบทดสอบ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
 มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

โทรสาร 3269040

อ. ๒๙ ก.ค. ๕๓.



ที่ ทม 1504/ 4102

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๙ สิงหาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้าแผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง

ด้วย นายประกิต ปอคูสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน"
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาต ให้นักศึกษา
ได้ทดลองใช้แบบทดสอบ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

โทรสาร 3269040

อ. ๑๔ ต.ก. ๕๖

๓๓
๒๙/๘/๔๓

หน้านี้ไม่มีในต้นฉบับ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ

ตำแหน่ง	อาจารย์ 2 ระดับ 7 หัวหน้างานวัดและประเมินผล
สถานที่ทำงาน	แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี อ. บ้านบึง จ. ชลบุรี
การศึกษา	คอม. ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. อาจารย์วัชรระ สุขมหา

ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5 หัวหน้างานวัดและประเมินผล
สถานที่ทำงาน	แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ อ. สัตหีบ จ. ชลบุรี
การศึกษา	คอม. ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. อาจารย์อนุรัตน์ ชันชวีธี

ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5 หัวหน้าแผนกเทคโนโลยีพื้นฐาน
สถานที่ทำงาน	แผนกเทคโนโลยีพื้นฐาน วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา อ. เมือง จ. ฉะเชิงเทรา
การศึกษา	กศม. เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา

2. อาจารย์สุนทร นพวิง

ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5 เจ้าหน้าที่งานสื่อการเรียนการสอน
สถานที่ทำงาน	แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี อ. บ้านบึง จ. ชลบุรี
การศึกษา	คอม. ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ภาคผนวก ค
แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินสื่อสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหาวิชา)

คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ซึ่งเป็นหน่วยหนึ่งของการศึกษาวิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นของนักเรียนระดับ ป.ว.ช. 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า ตามหลักสูตร ของกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เป็นสื่อที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้เนื้อหาที่ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมากที่สุด จึงขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิอ่านและพิจารณาเนื้อหาของสื่อที่ทำชิ้นมานี้ โดยละเอียดรอบคอบอย่างยิ่ง แล้วแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบประเมินที่แนบมาพร้อมนี้

วิจาณญาณที่ละเอียดสุขุม และการแสดงความคิดเห็นอย่างตรงไปตรงมาของท่านจะมีคุณค่าอย่างยิ่งในการปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ให้บังเกิดประโยชน์สูงสุด

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหาวิชา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

หัวข้อที่ประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
เนื้อหา - เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม - ความถูกต้องของเนื้อหา - ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน - ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา - ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหา ภาพและภาษา - ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้ - ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ - ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย - ความเหมาะสมของตำแหน่ง/ขนาดของภาพ					

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ).....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)

แบบประเมินสื่อสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ซึ่งเป็นหน่วยหนึ่งของการศึกษาวิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นของนักเรียนระดับ ป.ว.ช. 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า ตามหลักสูตร ของกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เป็นสื่อที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้เนื้อหาที่ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมากที่สุด จึงขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาสื่อที่ทำขึ้นมานี้ โดยละเอียดรอบคอบอย่างยิ่ง แล้วแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบประเมินที่แนบมาพร้อมนี้

วิจารณ์ญาณที่ละเอียดถี่ถ้วน และการแสดงความคิดเห็นอย่างตรงไปตรงมาของท่านจะมีคุณค่าอย่างยิ่งในการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ให้บังเกิดประโยชน์สูงสุด

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

หัวข้อที่ประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
การนำเสนอ					
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ					
- ความเหมาะสมในการเข้าสู่บทเรียน					
- ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา					
ภาพและตัวอักษร					
- ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย					
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
ภาษาและเสียงประกอบ					
- ความชัดเจนของเสียงบรรยาย					
- ความถูกต้องของภาษาบรรยาย					
- ความเหมาะสมของเสียงประกอบ					

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ).....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหาวิชา)
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

หัวข้อที่ประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดี มาก	ดี	ปาน กลาง	พอ ใช้	ควร ปรับ ปรุง
	5	4	3	2	1
เนื้อหา					
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม		✓			
- ความถูกต้องของเนื้อหา		✓			
- ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน		✓			
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน		✓			
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา			✓		
- ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหา		✓			
ภาพและภาษา					
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้		✓			
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้		✓			
- ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย		✓			
- ความเหมาะสมของตำแหน่ง/ขนาดของภาพ			✓		

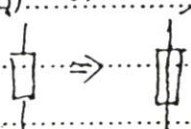
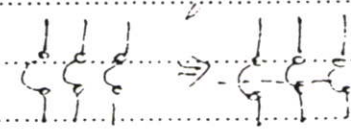
ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)..... 1. ตรงตัวกับบทเรียนที่เรียนอยู่.....
 2. // นามก สอน การวัด ความต้านทาน ที่ใจ เพชร รุ่งเมลา

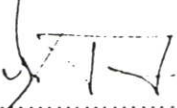
 3. การสอน วิชา สอน เป็นคนดี เรื่อง วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น มีไหลเกิน พัดลม

 ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน
 (.....)

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหาวิชา)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

หัวข้อที่ประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดี มาก	ดี	ปาน กลาง	พอ ใช้	ควร ปรับปรุง
	5	4	3	2	1
เนื้อหา					
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	✓				
- ความถูกต้องของเนื้อหา	✓				
- ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	✓				
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	✓				
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	✓				
- ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหา	✓				
ภาพและภาษา					
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้		✓			
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	✓				
- ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย	✓				
- ความเหมาะสมของตำแหน่ง/ขนาดของภาพ	✓				


ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)..... ภาพ คลื่นกระแส 100 Hz อธิบายภาพ
 100 plug F.  CB. 

ลงชื่อ.....  ผู้ประเมิน
 (ภาค กวออีซี จังหวัดประจวบฯ)

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

หัวข้อที่ประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดี มาก	ดี	ปาน กลาง	พอ ใช้	ควร ปรับ ปรุง
	5	4	3	2	1
การนำเสนอ					
— ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	✓				
— ความเหมาะสมในการเข้าสู่บทเรียน	✓				
— ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา		✓			
ภาพและตัวอักษร					
— ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย		✓			
— ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	✓				
— ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	✓				
ภาษาและเสียงประกอบ					
— ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	✓				
— ความถูกต้องของภาษาบรรยาย	✓				
— ความเหมาะสมของเสียงประกอบ		✓			

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)..... 30 ธันวาคม ๑๐๒๖ โรงเรียนโพธิ์สามต้น

ลงชื่อ..... ..... ผู้ประเมิน
 (..... นพวิ.....)

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

หัวข้อที่ประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดี มาก	ดี	ปาน กลาง	พอ ใช้	ควร ปรับ ปรุง
	5	4	3	2	1
การนำเสนอ					
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	✓				
- ความเหมาะสมในการเข้าสู่บทเรียน		✓			
- ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา ภาพและตัวอักษร	✓				
- ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	✓				
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	✓				
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	✓				
ภาษาและเสียงประกอบ					
- ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	✓				
- ความถูกต้องของภาษาบรรยาย	✓				
- ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	✓				

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)..... 1. สีของแถบสีแดงเข้ม, แถบฟ้าเข้ม, แถบ
 สีส้มอ่อนเกินไป..... 2. แถบสีฟ้าเข้ม, แถบสีส้มอ่อนเกินไป.....
 สีของแถบ สีความเหมาะสมดีมาก.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน
 (นายอนุวัฒน์ จันทร์วิชัย)

ภาคผนวก ง

เนื้อหาบทเรียนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน



เนื้อหาบทเรียน วิชาทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น รหัสวิชา 21000201
เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2540

ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน	หน่วยการสอนที่ 13
รหัสวิชา 21000201	และการต่อสายดิน	เวลา 1 คาบ
<p>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกลักษณะของฟิวส์เส้นได้ 2. บอกการนำเอาฟิวส์เส้นไปใช้งานได้ถูกต้อง 3. อธิบายลักษณะของปลั๊กฟิวส์ได้ 4. อธิบายการนำปลั๊กฟิวส์ไปใช้งานได้ถูกต้อง 5. อธิบายลักษณะของคาร์ทริดจ์ฟิวส์ได้ 6. บอกลักษณะการใช้งานคาร์ทริดจ์ฟิวส์ได้ 7. บอกลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ 8. บอกลักษณะการนำเอาเซอร์กิตเบรกเกอร์ไปใช้งานได้ถูกต้อง 9. อธิบายความสำคัญของสายดินได้ 10. บอกลักษณะของสายดินและหลักดินชนิดต่างๆได้ถูกต้อง 11. อธิบายการใช้งานสายดินได้ถูกต้อง 		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน	หน่วยการสอนที่ 13
รหัสวิชา 21000201	และการต่อสายดิน	เวลา 1 คาบ

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

1. อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน หมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้องกันวงจรไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหาย อันเกิดจากการทำงานของวงจรที่ผิดปกติ ได้แก่กรณีที่กระแสลัดวงจร หรือกระแสไหลเกินพิกัดมากและเป็นเวลานาน โดยอุปกรณ์จะต่ออนุกรมกับวงจรและจะตัดวงจรเมื่อออกเมื่อกระแสไหลเกิน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ

1.1 ฟิวส์

1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์

2. การต่อสายดิน คือการต่อสายตัวนำไฟฟ้าจากอุปกรณ์ป้องกันอันตรายลงสู่ดิน เพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ

2.1 การต่อสายดินเพื่อป้องกันผ่า

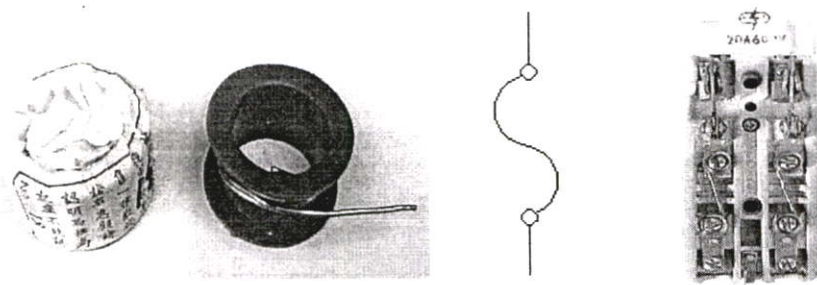
2.2 การต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟดูด

ฟิวส์ คืออุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลเกินกว่าขนาดที่กำหนดตามมาตรฐานของฟิวส์ขนาดนั้นๆ ทำจากตีบุกผสมตะกั่วจุดหลอมละลายต่ำแบ่งออกเป็น

1. ฟิวส์เส้น
2. ปลั๊กฟิวส์
3. คาร์ทริดจ์ฟิวส์

1. ฟิวส์เส้น

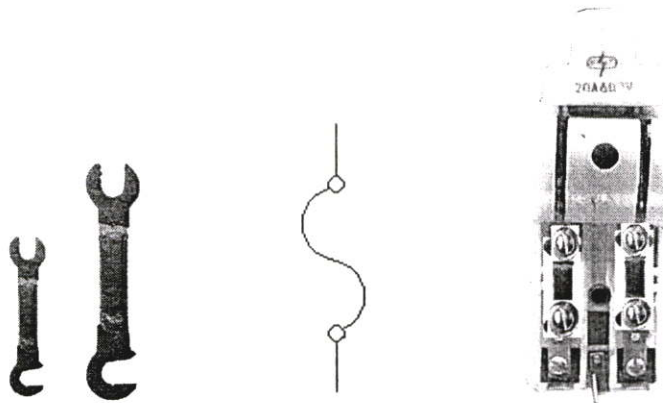
ฟิวส์เส้นหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ฟิวส์ตะกั่ว เป็นโลหะตะกั่วผสมตีบุก ซึ่งผสมนี้มีจุดหลอมละลายต่ำ มีลักษณะ เป็นเส้นตรงตามขนาดของเบอร์สายไฟ เช่น เบอร์ 18 A.W.G., เบอร์ 16 A.W.G. ฟิวส์เส้นนี้จะใช้กับสวิตซ์ตัดตอน ฟิวส์แบบนี้ใช้ในบ้านพักอาศัยตามชนบท หรือ โรงนา, โรงเลี้ยงสัตว์ ซึ่งต้องการความปลอดภัยแบบปานกลาง การติดตั้งแบบง่าย ๆ ราคาถูก ฟิวส์แบบนี้ใช้กับกระแสไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 60 แอมแปร์



รูปที่ ง.1 ฟิวส์เส้น, สัญลักษณ์ และการนำไปใช้งาน โดยใส่ใน CUTOUT

กรมอาชีวศึกษา		กระทรวงศึกษาธิการ	
วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน และการต่อสายดิน	หน่วยการสอนที่ 13	
รหัสวิชา 21000201		เวลา 1 คาบ	

มีฟิวส์เส้นอีกลักษณะหนึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นแบน มีขั้วที่ปลายทั้ง 2 ข้างไว้สำหรับสกรูยึด ฟิวส์เส้นชนิดนี้ในทางการค้านิยมเรียกว่า “ฟิวส์ก้ามปู” เพราะมีปลายทั้ง 2 ข้าง คล้ายก้ามปู ฟิวส์แบบนี้ใช้กับตัดตอน (Cut out) มีขนาดตั้งแต่ 30 แอมแปร์ขึ้นไป



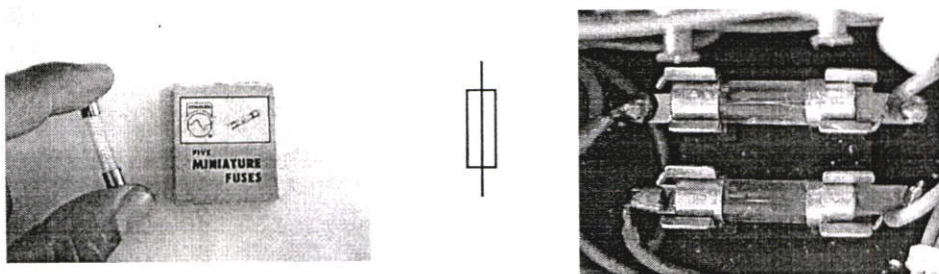
รูปที่ ๒.2 ฟิวส์ก้ามปูขนาดต่างๆ , สัญลักษณ์ และการนำไปใช้งานโดยใส่ใน cutout

2. ปลั๊กฟิวส์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ



- 2.1 ปลั๊กฟิวส์แบบหลอดแก้ว
- 2.2 ปลั๊กฟิวส์แบบ D TYPE

2.1 ปลั๊กฟิวส์แบบหลอดแก้ว

ปลั๊กฟิวส์แบบหลอดแก้ว เส้นฟิวส์บรรจุอยู่ในหลอดแก้วกลางภายใน และบรรจุทรายละเอียดเพื่อระบายความร้อน ใช้ในสำนักงานและบ้านพักอาศัยและใช้กับเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ใช้ในวงจรไฟฟ้าขนาดไม่เกิน 30 แอมแปร์ (ตามมาตรฐานอเมริกัน) ลักษณะเด่นของฟิวส์แบบนี้คือ มีขนาดเฉพาะตัว เมื่อขาดแล้วตัวฟิวส์ไม่นำมาใช้อีก ออกแบบไว้ให้ถอด - ใส่เพื่อเปลี่ยนฟิวส์ได้สะดวก



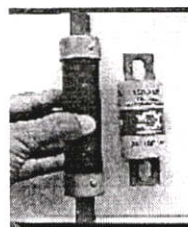
รูปที่ ๒.3 ปลั๊กฟิวส์และตัวอย่างการนำไปใช้งาน

กรมอาชีวศึกษา		กระทรวงศึกษาธิการ	
วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน และการต่อสายดิน	หน่วยการสอนที่ 13	
รหัสวิชา 21000201		เวลา 1 คาบ	
<p>2.2 ปลั๊กฟิวส์แบบ D TYPE</p> <p>ปลั๊กฟิวส์แบบ D (Type D Fuses) ฟิวส์แบบนี้มีลักษณะเป็นปลั๊กฟิวส์ เป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศในยุโรป ใช้ติดตั้งในงานเดินสายไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยในสำนักงานและในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป มีโครงสร้างแบบง่าย ๆ ราคาถูก และสามารถเปลี่ยนฟิวส์ได้สะดวก</p>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div>			
รูปที่ ๓.4 ปลั๊กฟิวส์แบบ D TYPE			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; text-align: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> หัวชนิดฟิวส์ ลวดฟิวส์ ฐานฟิวส์ </div>			
รูปที่ ๓.5 ปลั๊กฟิวส์แบบ D TYPE และการนำไปใช้งาน			
<p>3. คาร์ทริดจ์ฟิวส์</p> <p>คาร์ทริดจ์ฟิวส์ (Cartridge Fuses) ฟิวส์แบบนี้มีลักษณะเป็นกระบอกกลมมีเส้นฟิวส์ร้อยอยู่ภายใน และบรรจุทรายละเอียดเพื่อระบายความร้อน และกันระเบิดด้วย ฟิวส์แบบนี้ทางการค้าเรียกว่า ฟิวส์กระบอก บริษัทผลิตเป็น 2 แบบ คือ แบบปลอก (Ferrule Contact Type) แบบนี้มีขนาดเล็กตั้งแต่ 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 60 แอมแปร์ แบบที่สองคือ แบบไบมิด แบบนี้มีส่วนไบมิดหัวท้าย ออกแบบไว้เพื่อต้องการให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสให้รับกระแสไฟฟ้ามากและแข็งแรงด้วย</p> <p>ฟิวส์กระบอกแบบไบมิดนี้มีขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 70 แอมแปร์ขึ้นไป ใช้ในอาคารขนาดใหญ่ ฟิวส์แบบไบมิดขนาดใหญ่นี้มีราคาแพง บางบริษัทผู้ผลิต ได้ออกแบบให้สามารถซื้อฟิวส์อะไหล่ไว้สำหรับเปลี่ยนได้เพื่อเป็นการประหยัด แบบนี้จึงเรียกว่า แบบเปลี่ยนใส่ได้</p>			
กรมอาชีวศึกษา		กระทรวงศึกษาธิการ	

วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน	หน่วยการสอนที่ 13
รหัสวิชา 21000201	และการต่อสายดิน	เวลา 1 คาบ

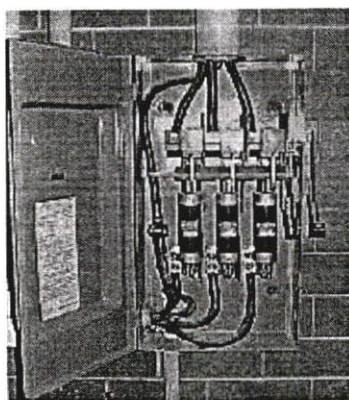


แบบปลอก



แบบใบมีด

รูปที่ ง.6 คาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบปลอกและแบบใบมีด



รูปที่ ง.7 ตัวอย่างการนำคาร์ทริดจ์ฟิวส์ไปใช้งาน

เซอร์กิตเบรกเกอร์

เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินแบบอัตโนมัติ โดยที่ตัวมันเองจะไม่เกิดความเสียหาย ทำงานเมื่อเกิดการกระตุ้นจากการเปลี่ยนแปลงของกระแส แรงดัน หรืออุณหภูมิ แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

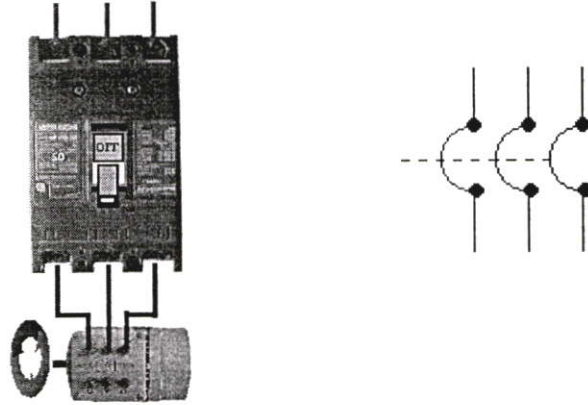
1. แบบใช้ความร้อน
2. แบบใช้อำนาจแม่เหล็ก
3. แบบผสม

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบใช้ความร้อน

แบบที่ทำงานโดยอาศัยความร้อน โดยใช้หลักการของการขยายตัว โลหะต่างชนิดกันเมื่อถูกความร้อน จะขยายตัวไม่เท่ากันจึงโค้งตัว และนำเอาหลักการนี้ไปเปิดปิดวงจรไฟฟ้าได้ เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบนี้จะทำงานช้า เหมาะสำหรับควบคุมมอเตอร์

กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ
---------------	-------------------

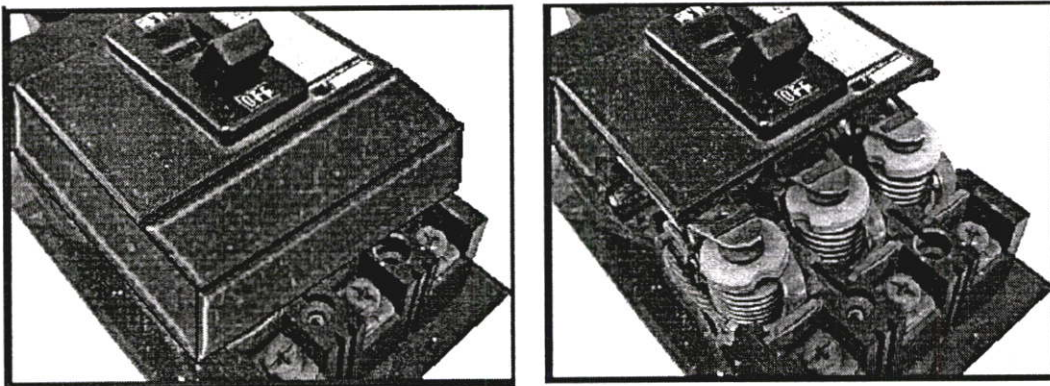
วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน	หน่วยการสอนที่ 13
รหัสวิชา 21000201	และการต่อสายดิน	เวลา 1 คาบ



รูปที่ ง.8 ตัวอย่างการใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบใช้ความร้อนและสัญญาณ

2. แบบใช้แม่เหล็ก

แบบอำนาจแม่เหล็ก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลมากเกินไปแล้ว อำนาจแม่เหล็กของขดลวด จะดึงก้านอำเมเจอร์ ทำให้หน้าสัมผัสของขั้วตัดวงจรไฟฟ้าออก วิธีการแบบนี้จะทำงานได้เร็ว ไม่นิยมใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ ที่มีกระแสขณะเริ่มเดินสูงมาก เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบนี้จะทำงานเปิดวงจรก่อน ก่อนที่มอเตอร์จะทำงานปกติ จึงนิยมนำไปใช้งานกับวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง



รูปที่ ง.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบใช้อำนาจแม่เหล็กและ โครงสร้างภายใน

กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ
---------------	-------------------

วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน	หน่วยการสอนที่ 13
รหัสวิชา 21000201	และการต่อสายดิน	เวลา 1 คาบ
<p>3. แบบผสม</p> <p>เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผสม แบบนี้จะใช้แบบความร้อนและแม่เหล็กอยู่ในตัวเดียวกัน ซึ่งแบบแม่เหล็กจะทำงานเมื่อมีกระแสไหลมากในวงจร เช่นการลัดวงจร แบบใช้ความร้อนจะทำงานเมื่อกระแสไหลเกินปกติ เช่น ไฟรั่ว หรือใช้ไฟเกิน</p> <p>การลัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์จะเกิดการ ARC ขึ้น จึงต้องมีเครื่องช่วยดับประกายไฟ และเครื่องกรองประกายไฟ เพิ่มขึ้น เพื่อความปลอดภัย</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>รูปที่ 10 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผสม</p> <p>เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบที่ใช้กับโหลดเซ็นเตอร์ เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผสมนั่นเองที่มีทั้งแบบความร้อนและแม่เหล็กอยู่ในตัวเดียวกันนั่นเอง แต่มีลักษณะที่แบนกว่า และใช้ติดตั้งในตู้โหลดเซ็นเตอร์</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;">  </div> <p>รูปที่ 11 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผสม และการนำไปใช้โดยใส่ในตู้โหลดเซ็นเตอร์</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน	หน่วยการสอนที่ 13
รหัสวิชา 21000201	และการต่อสายดิน	เวลา 1 คาบ

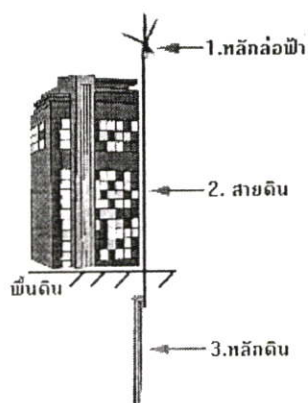
การต่อสายดิน

การต่อสายดิน

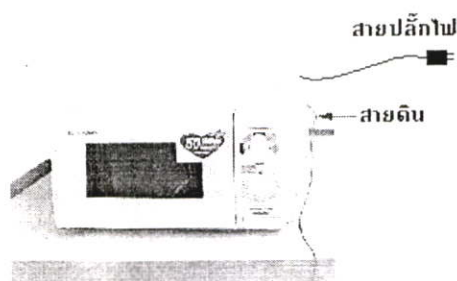
ระบบสายดิน คือการต่อสายตัวนำไฟฟ้าจากอุปกรณ์ป้องกันอันตรายลงสู่ดิน เพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า และป้องกันการสูญเสียชีวิตจากไฟฟ้าเนื่องจากไฟฟ้าภายในอุปกรณ์ไฟฟ้ารั่วถึงโครงที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.1 ระบบสายดินป้องกันฟ้าผ่า การไฟฟ้าได้ออกแบบและติดตั้งสายล่อฟ้าไว้ด้านบนสุดของเสาไฟฟ้าแรงสูง และต่อจากสายล่อฟ้าลงสู่ดิน โดยวิธีต่อเข้ากับหลักดิน ในอาคารสูงทั่วไปจะติดตั้งหลักล่อฟ้าไว้ส่วนบนสุดของอาคาร และต่อสายจากหลักล่อฟ้าลงไปยังหลักดิน

1.2 ระบบสายดินเพื่อป้องกันการ สูญเสียชีวิตจากไฟฟ้าเนื่องจากไฟฟ้าภายในอุปกรณ์ไฟฟ้ารั่วถึงโครงที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้า สายดินต้องต่อไปยังหลักดิน โดยต่อสายไฟที่เป็นตัวนำจากโครงโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน โดยมีหลักดินที่มีการทดสอบที่ถูกต้อง ตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด



รูปที่ ง.12 การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า

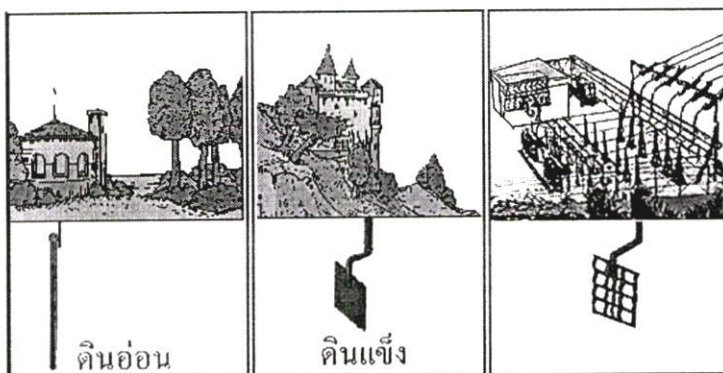


รูปที่ ง.13 การต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟดูดจากไฟรั่วลงอุปกรณ์ไฟฟ้า

วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน	หน่วยการสอนที่ 13
รหัสวิชา 21000201	และการต่อสายดิน	เวลา 1 คาบ

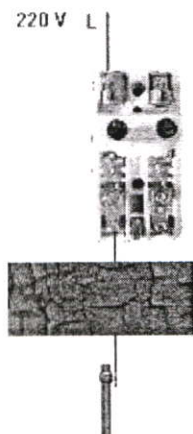
หลักดิน ถือว่าเป็นขั้วไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่กระจายอิเล็กตรอนลงสู่ดินเพื่อสร้างความปลอดภัยให้กับผู้ที่สัมผัสกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีไฟรั่วลงโครง

1. หลักดินแบบแท่ง (Ground Rod) ทำด้วยแท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง หรือเหล็กอาบสังกะสี ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1.6 ซม. ใช้ติดตั้งในที่ดินอ่อน
2. หลักดินชนิดแผ่น (Ground Plate) ใช้ติดตั้งบนพื้นที่สูงดินแข็ง
3. หลักดินชนิดตาข่าย (Ground Grid) ใช้ในสถานีไฟฟ้าย่อย ที่ต้องการปริมาณกระแสไหลลงดินสูง



รูปที่ ง.14 หลักดินชนิดต่างๆ

ความต้านทานของการต่อลงดินต้องไม่เกิน 25 โอห์ม ต้องใช้ กราวด์มิเตอร์วัด ห้ามใช้ โอห์มมิเตอร์วัด ในกรณีที่ไม่มีกราวด์มิเตอร์วัด สามารถทำการทดสอบได้โดยใช้ cutout ใส่วิวส์ ขนาด 15 แอมป์ (หรืออาจใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 15 แอมแปร์แทนก็ได้)และต้องวงจรดังรูป



รูปที่ ง.15 แสดงการทดสอบหลักดิน

กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ
---------------	-------------------

วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น	เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน	หน่วยการสอนที่ 13
รหัสวิชา 21000201	และการต่อสายดิน	เวลา 1 คาบ
<p style="text-align: center;">การทดสอบ</p> <p>จากรูปถ้าสับ cutout ลงแล้วฟิวส์ ขนาด 15 แอมแปร์ ขาด แสดงว่ามีกระแสไหลลงวงจร และลงผ่านหลักดิน เกิน 15 แอมแปร์ แสดงว่าความต้านทานของหลักดิน ไม่สูงกว่า 14.7 โอห์ม</p> <p>$R = V / I$ โอห์ม</p> <p>$R = 220 / 15$ โอห์ม</p> <p>$R = 14.7$ โอห์ม</p> <p>แสดงว่าความต้านทานของหลักดินสูงประมาณ 14.7 โอห์ม ซึ่งต่ำกว่า มาตรฐานที่ วสท.2517-18 กำหนดไว้ที่ 25 โอห์ม แสดงว่าหลักดินนี้ใช้ได้</p> <p style="text-align: center;">.....</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



วิทยาลัยเทคนิคระยอง

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีกระดาษคำถาม 3 แผ่น จำนวน คำถาม 30 ข้อ
2. การเลือกตอบ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างให้ตรงกับตัวเลือก ก. ข. ค. หรือ ง. ในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดฆ่าคำตอบเดิมที่ไม่ต้องการออก แล้วจึงทำเครื่องหมาย X ใหม่ลงในช่องที่ต้องการ
4. กำหนดให้คะแนนข้อที่ตอบถูกต้องเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

เรื่องที่ 1 ฟิวส์เส้น

1. วัสดุที่ใช้ทำเส้นฟิวส์
 - ก. ตะกั่วผสมทองแดง
 - ข. ดีบุกผสมเหล็ก
 - ค. ดีบุกผสมตะกั่ว
 - ง. ตะกั่วผสมอลูมิเนียม
2. อุปกรณ์ที่ใช้ใส่ฟิวส์ก้ามปู
 - ก. M. C.
 - ข. Safety Switch
 - ค. S W
 - ง. Cut Out

เรื่องที่ 2 เรื่องปลั๊กฟิวส์แบบ D type

3. ปลั๊กฟิวส์แบบหลอดแก้วมีขนาดพิกัดเท่าใด
 - ก. ต่ำกว่า 60 A
 - ข. ไม่เกิน 30 A
 - ค. ไม่เกิน 15 A
 - ง. ต่ำกว่า 20 A
4. ตัววัสดุที่ใช้ทำฟิวส์ในลูกฟิวส์แบบปลั๊กฟิวส์มีลักษณะอย่างไร
 - ก. ดีบุก
 - ข. โลหะผสมจุดหลอมเหลวสูง
 - ค. โลหะผสมจุดหลอมละลายต่ำ
 - ง. Bimetal
5. สีที่แสดงไว้ที่ส่วนหัวฟิวส์ (Indicator) ของปลั๊กฟิวส์มีไว้เพื่อจุดประสงค์ใด
 - ก. บอกแรงดัน
 - ข. บอกกระแส
 - ค. บอกการใช้งาน
 - ง. บอกสภาวะการใช้งาน
6. เมื่อปลั๊กฟิวส์ด้วงจรจากการลัดวงจรต้องทำอย่างไร
 - ก. Reset
 - ข. เปลี่ยน Cut Out ตัวใหม่
 - ค. Trip
 - ง. เปลี่ยนฟิวส์

เรื่องที่ 3 คาร์ทรिศจีฟิวส์

7. คาร์ทรिศจีฟิวส์แบบปลอกมีขนาดเท่าใด
 - ก. มากกว่า 30 A
 - ข. ไม่เกิน 30 A
 - ค. ไม่เกิน 60 A
 - ง. มากกว่า 60 A
8. คาร์ทริศจีฟิวส์แบบใบมีดมีขนาดเท่าใด
 - ก. ไม่เกิน 30 A
 - ข. ไม่เกิน 60 A
 - ค. มากกว่า 30 A
 - ง. มากกว่า 60 A
9. ขนาดของฟิวส์กระบอก 9/16 X 2 ตัวเลข 2 หมายถึงอะไร
 - ก. กระแสของฟิวส์
 - ข. จำนวนเท้าของกระแส
 - ค. เส้นผ่าศูนย์กลางกลางของฟิวส์
 - ง. ความยาวของฟิวส์
10. ฟิวส์ประเภทใดที่บางชนิดก็ทำเป็นแบบฟิวส์ถ่วงเวลา
 - ก. คาร์ทริศจีฟิวส์
 - ข. ปลั๊กฟิวส์
 - ค. ฟิวส์ตะกั่ว
 - ง. ฟิวส์เส้น
11. ฟิวส์แบบใบมีดมีพิกัดขนาดเท่าใด
 - ก. 1 – 30 A
 - ข. 1 - 60 A
 - ค. มากกว่า 70 A
 - ง. มากกว่า 32 A
12. ในพิกัดกระแสเท่ากัน คาร์ทริศจีฟิวส์ แบบที่ใช้พิกัดแรงดันสูงจะมีขนาดเป็นอย่างไร
 - ก. ขนาดใหญ่กว่าแบบพิกัดแรงดันต่ำ
 - ข. ขนาดเท่ากัน
 - ค. ขนาดเล็กกว่าแบบพิกัดแรงดันต่ำ
 - ง. ขนาดกลางๆ

13. เมื่อคาร์ทรีคัฟิวส์ตัดวงจรเนื่องจากกระแสเกินต้องทำอะไร

- ก. Reset
- ข. เปลี่ยน Cut Out ตัวใหม่
- ค. Trip
- ง. เปลี่ยนฟิวส์

เรื่องที่ 4 CIRCUIT BREAKER

14. เซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้ Bimetallic อย่างเดียวเป็นแบบชนิดใด

- ก. แบบผสม
- ข. แบบใช้แม่เหล็ก
- ค. แบบใช้ความร้อน
- ง. แบบทำงานเร็ว

15. เซอร์คิตเบรกเกอร์ที่ใช้ Coil ดึงก้านอาร์เมเจอร์เพื่อตัดวงจรอย่างเดียวนั้นเป็นแบบชนิดใด

- ก. แบบใช้ความร้อน
- ข. แบบทำงานช้า
- ค. แบบผสม
- ง. แบบใช้แม่เหล็ก

16. เซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใดทำงานช้า

- ก. แบบใช้แม่เหล็ก
- ข. แบบใช้ความร้อน
- ค. แบบใช้ Coil
- ง. แบบใช้ก้านอาร์เมเจอร์

17. เมื่อเกิดการ Trip ของ C.B.แล้วจะต้องทำอะไร

- ก. On
- ข. Reset
- ค. Stop
- ง. Off

18. อุปกรณ์ตัวใดไม่ใช่ตัวที่ทำหน้าที่ตัดไฟเมื่อเกิดการช้อตเซอร์คิต

- ก. Cut Out
- ข. ฟิวส์กระบอก
- ค. ฟิวส์ตะกั่ว
- ง. ฟิวส์เส้น

19. เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบใดใช้กับ Load Center
- แบบใช้ความร้อน
 - แบบใช้แม่เหล็ก
 - แบบใช้ Coil
 - แบบผสม
20. หลังจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรแล้ว ถ้าต้องการทำงานใหม่ต้องทำอะไร
- เปลี่ยนฟิวส์
 - เปลี่ยนตัวใหม่
 - Reset
 - Off
21. ทำไมมอเตอร์จึงต้องใช้ฟิวส์ถ่วงเวลา
- เพื่อให้มอเตอร์ได้รับกระแสสูงๆ
 - เพื่อให้มอเตอร์กินกระแสต่ำ
 - เพราะกระแส Start ต่ำ
 - เพราะกระแส Start สูง

เรื่องที่ 5 การต่อสายดิน

22. บนพื้นที่สูงดินแห้งใช้กับหลักดินชนิดใด
- ชนิดแผ่น
 - แบบแท่ง
 - แบบตาข่าย
 - แบบตัว L
23. ความต้านทานของจุดที่ต่อลงดินต้องมีค่าเท่าใด
- มากกว่า 50 โอห์ม
 - มากกว่า 25 โอห์ม
 - ไม่เกิน 50 โอห์ม
 - ไม่เกิน 25 โอห์ม
24. ถ้าวัดที่จุดต่อลงดินได้ 25 โอห์มโดยต่อกับแรงดัน 220 V จะมีกระแสไหลลงดินเมื่อมีค่าเท่าใด
- 10 แอมป์
 - 9 แอมป์
 - 8.8 แอมป์
 - 7.8 แอมป์

25. ส่วนใดของระบบสายดินที่ฝังอยู่ในดิน

- ก. Ground Land
- ข. Ground Rod Clamp
- ค. Ground Wire
- ง. Ground Rod

26. ถ้าไม่มีเครื่องมือทดสอบระบบดิน (กราวด์มิเตอร์) ต้องมีอุปกรณ์ใดทดสอบ

- ก. Test Lamp
- ข. C.B. หรือ M.C.
- ค. Cut Out หรือ M.C.
- ง. Cut Out หรือ CIRCUIT BREAKER

27. สายดินควรมีลักษณะใด

- ก. เป็นตัวนำที่ดี
- ข. เป็นความต้านทานที่ดี
- ค. เป็นฉนวนที่ดี
- ง. เป็นอุปกรณ์ตัดตอนที่ดี

28. ส่วนใดที่สัมผัสกับความชื้นในดิน

- ก. หลักล่อฟ้า
- ข. สายดิน
- ค. หลักรัดดิน
- ง. สายล่อฟ้า

29. สายดินที่ต่อที่อุปกรณ์ไฟฟ้าป้องกันอะไร

- ก. คนถูกไฟดูดจากไฟรั่ว
- ข. ไฟผ่า
- ค. ไฟรั่ว
- ง. ไฟช็อต

30. ความต้านทานของหลักรัดดินต้องมีลักษณะใด

- ก. มากเพื่อให้มีกระแสไหลลงดินน้อยๆ
- ข. มากเพื่อให้กระแสลงโครงอุปกรณ์มากๆ
- ค. น้อยเพื่อให้กระแสไหลลงดินมากๆ
- ข. น้อยเพื่อให้อุปกรณ์ได้รับกระแสมากๆ

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

1. วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน
-

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



วิทยาลัยเทคนิคระยอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบทดสอบหลังเรียน)

วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีกระดาษคำถาม 3 แผ่น จำนวน คำถาม 30 ข้อ
2. การเลือกตอบ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างให้ตรงกับตัวเลือก ก. ข. ค. หรือ ง. ในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดฆ่าคำตอบเดิมที่ไม่ต้องการออก แล้วจึงทำเครื่องหมาย X ใหม่ลงในช่องที่ต้องการ
4. กำหนดให้คะแนนข้อที่ตอบถูกต้องเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

1. ฟิวส์ประเภทใดบางชนิดทำเป็นแบบฟิวส์ถ่วงเวลา
 - ก. ปลั๊กฟิวส์
 - ข. คาร์ทริดจ์ฟิวส์
 - ค. ฟิวส์ตะกั่ว
 - ง. ฟิวส์เส้น
2. ทำไมมอเตอร์จึงต้องใช้ฟิวส์ถ่วงเวลา
 - ก. เพราะกระแส Start สูง
 - ข. เพื่อให้มอเตอร์กินกระแสต่ำ
 - ค. เพราะกระแส Start ต่ำ
 - ง. เพื่อให้มอเตอร์ได้รับกระแสสูงๆ
3. ถ้าวัดที่จุดต่อลงดินได้ 25 โอห์ม โดยต่อกับแรงดัน 220 V จะมีกระแสไหลลงดินเท่าไร
 - ก. 8.8 แอมป์
 - ข. 9 แอมป์
 - ค. 10 แอมป์
 - ง. 7.8 แอมป์
4. เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบใช้ Bimetallic อย่างเดียวเป็นแบบชนิดใด
 - ก. แบบใช้ความร้อน
 - ข. แบบใช้แม่เหล็ก
 - ค. แบบผสม
 - ง. แบบใช้กับ Load Center
5. ส่วนใดที่สัมผัสกับความชื้นในดิน
 - ก. สายดิน
 - ข. หลักรดิน
 - ค. สายล่อฟ้า
 - ง. หลักล่อฟ้า
6. หลังจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรแล้วถ้าต้องการทำงานใหม่ต้องทำอะไร
 - ก. Reset
 - ข. เปลี่ยนตัวใหม่
 - ค. เปลี่ยนฟิวส์
 - ง. Trip
7. เมื่อคาร์ทริดจ์ฟิวส์ตัดวงจรต้องทำอะไร
 - ก. Reset
 - ข. เปลี่ยน Cut Out ตัวใหม่
 - ค. เปลี่ยนฟิวส์
 - ง. Trip
8. ขนาดของฟิวส์กระบอก 9/16x 2 ตัวเลข 2 หมายความว่าอย่างไร
 - ก. กระแสของฟิวส์
 - ข. ความยาวของฟิวส์
 - ค. เส้นผ่าศูนย์กลางของฟิวส์
 - ง. จำนวนเท้าของกระแส
9. เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบใดใช้กับ Load Center
 - ก. แบบใช้ความร้อน
 - ข. แบบใช้แม่เหล็ก
 - ค. แบบผสม
 - ง. แบบใช้ Coil
10. ความต้านทานของหลักรดินต้องมีลักษณะใด
 - ก. น้อยเพื่อให้กระแสไหลลงดินมากๆ
 - ข. มากเพื่อให้กระแสลงโครงอุปกรณ์มาก
 - ค. มากเพื่อให้มีกระแสไหลลงดินน้อยๆ
 - ง. น้อยเพื่อให้อุปกรณ์ได้รับกระแสมากๆ

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน)
วิชา ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

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

ภาคผนวก ฉ
การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ๑.1 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน จำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและระดับการวัดผลพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive)

หัวข้อ เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับการวัด						จำนวน ข้อ	น้ำหนัก (ร้อยละ)
		ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การนำ ไปใช้	การ วิเคราะห์	การ สังเคราะห์	การ ประมาณ ค่า		
1. ฟิวส์เส้น	1.1 บอกลักษณะของฟิวส์เส้นได้ 1.2 บอกการนำเอาฟิวส์เส้นไปใช้งาน	1		1				2	6.67
2. ปลั๊กฟิวส์แบบ D type	2.1 อธิบายลักษณะของปลั๊กฟิวส์ได้ 2.2 อธิบายการนำปลั๊กฟิวส์ไปใช้งาน	2	1	1				4	13.33
3. คาร์ทรัดจ์ฟิวส์	3.1 อธิบายลักษณะของคาร์ทรัดจ์ฟิวส์ได้ 3.2 บอกลักษณะการใช้งานคาร์ทรัดจ์ฟิวส์ได้	4	1	1				7	23.33
4. เซอร์กิตเบรกเกอร์	4.1 บอกลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ 4.2 บอกลักษณะการนำเอาเซอร์กิตเบรกเกอร์ไปใช้งานได้ถูกต้อง		3	4	1			8	26.67
5. การต่อสายดิน	5.1 อธิบายความสำคัญของสายดินได้ 5.2 บอกลักษณะของสายดินและหลักดินชนิดต่างๆได้ถูกต้อง 5.3 อธิบายการใช้งานสายดินได้		2		1	1		9	30

ผลการวิเคราะห์จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์ สรุปเป็นจำนวนข้อสอบตามลักษณะการวัดผลได้ดังนี้

1. วัดความรู้ความจำ จำนวน 12 ข้อ
2. วัดความเข้าใจ จำนวน 8 ข้อ
3. การนำไปใช้ จำนวน 7 ข้อ
4. การวิเคราะห์ จำนวน 3 ข้อ

จากผลการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะเน้นวัดความรู้ความจำมากที่สุดคิดเป็น ร้อยละ 40

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ โดยแบ่งตามหัวข้อ เนื้อหาแล้วได้จำนวนข้อสอบดังนี้

- | | |
|-------------------------------|-------------|
| 1. หัวข้อ ฟิวส์เส้น | จำนวน 2 ข้อ |
| 2. หัวข้อ ปลั๊กฟิวส์แบบD type | จำนวน 4 ข้อ |
| 3. หัวข้อ คาร์ทริดจ์ฟิวส์ | จำนวน 7 ข้อ |
| 4. หัวข้อ เซอร์กิตเบรกเกอร์ | จำนวน 8 ข้อ |
| 5. หัวข้อ การต่อสายดิน | จำนวน 9 ข้อ |

จำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อจะครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหัวข้อนั้นๆ โดยหัวข้อการต่อสายดิน จะมีจำนวนข้อมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 30

ตารางที่ ๑.๒ แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อนำไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
จำนวน 30 ข้อ เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

ข้อที่	คนเก่ง	คนอ่อน	จำนวนผู้ ตอบถูก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความ เชื่อมั่น	การแปรผล		
	(Ru)	(Rl)		ง่าย			ความยากง่าย	อำนาจ จำแนก	ความเชื่อมั่น
			(R)	$p = \frac{R}{N}$	$r = \frac{R_u - R_L}{N/2}$	r_{ii}			
1	28	16	44	0.44	0.24	0.7*	ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	ความเชื่อมั่น สูงเชื่อถือได้*
2	33	23	56	0.56	0.2		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
3	33	22	55	0.55	0.22		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
4	35	23	58	0.58	0.24		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
5	33	20	53	0.53	0.26		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
6	38	22	60	0.6	0.32		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
7	33	23	54	0.54	0.2		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
8	17	4	21	0.21	0.26		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
9	16	5	21	0.21	0.22		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
10	46	33	79	0.79	0.26		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
11	35	23	34	0.34	0.24		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
12	35	23	40	0.4	0.2		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
13	17	4	21	0.21	0.26		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
14	44	27	71	0.71	0.34		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
15	31	20	51	0.51	0.22		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
16	35	19	54	0.54	0.32		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	ดีพอสมควร	
17	32	10	42	0.42	0.44		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	ดีมาก	
18	31	20	51	0.51	0.22		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
19	44	27	71	0.71	0.34		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
20	28	16	44	0.44	0.24		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
21	46	26	72	0.72	0.4		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีมาก	
22	50	29	79	0.79	0.42		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีมาก	
23	31	14	45	0.45	0.34		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	ดีพอสมควร	
24	45	32	77	0.77	0.26		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
25	46	30	76	0.76	0.32		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
26	44	21	65	0.65	0.46		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีมาก	
27	37	26	63	0.63	0.22		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
28	32	18	50	0.5	0.28		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
29	27	16	43	0.43	0.22		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
30	49	31	80	0.8	0.36		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	

ตารางที่ ๓.3 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มเก่งเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่า

ความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณ

ได้ $r_{tt} = 0.70$

คนที่	ข้อที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1		
2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	
3	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
4	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1		
5	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	
6	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	
7	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	
8	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	
9	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	
10	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	
11	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
12	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	
13	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
14	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
15	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
16	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
17	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
18	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	
19	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
20	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	
21	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
22	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	
23	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
24	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
25	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	
26	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	
27	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
28	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	

ตารางที่ ๑.4 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มอ่อนเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่า

ความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้

$$r_{ii} = 0.70$$

คนที่	ข้อที่																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	
2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	
4	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	
7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	
10	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
11	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	
13	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
14	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
16	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
17	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	
18	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	
20	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	
21	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
23	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	
24	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
25	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	
26	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
27	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	
28	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	

ตารางที่ ๓.4 (ต่อ)

29	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0		
30	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
31	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1		
32	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	
33	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1		
34	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
35	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0		
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0		
37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0		
38	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0		
39	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1		
40	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0		
41	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0		
42	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1		
43	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	
44	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0		
45	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1		
46	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0		
47	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1		
48	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1		
49	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1		
50	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1		
รวม(R)	16	23	22	23	20	22	22	4	5	33	12	15	4	27	20	19	10	20	27	16	26	29	14	32	30	21	26	18	16	31		
รวมทั้ง หมด (R)	44	56	55	58	53	60	54	21	21	79	34	40	21	71	51	54	42	51	71	44	72	79	45	77	76	65	63	50	43	80		

ผลที่ได้จากโปรแกรม SPSS

***** Method 1 (space saver) will be used for this analysis *****

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

Reliability Coefficients

N of Cases = 100.0

N of Items = 30

Alpha = 0.70

จากค่าที่ได้ จำนวนผู้เรียนเท่ากับ 100 คน จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70

**ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน
และการต่อสายดิน**

ตารางที่ ๑.5 คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และการทดสอบ
หลังเรียนในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	ชั้น/ช่าง	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	รวม	รวม	Posttest	Posttest
		2 ข้อ	4 ข้อ	7 ข้อ	8 ข้อ	9 ข้อ	30 ข้อ	%	30 ข้อ	%
	กลุ่มแก่									
1	ปวช1 ช่างไฟฟ้า	1	3	3	4	6	17	56.67	24	80.00
	กลุ่มปาน กลาง									
2	ปวช1 ช่างไฟฟ้า	2	2	5	6	6	21	70.00	24	80.00
	กลุ่มอ่อน									
3	ปวช1 ช่างไฟฟ้า	1	2	5	5	7	20	66.67	21	70.00
	รวม	4.00	7.00	13.00	15.00	19.00	58.00	193.33	69.00	230.00
	เฉลี่ย	1.33	2.33	4.33	5.00	6.33	19.33	64.44	23.00	76.67

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

N = แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด = 3 คน

$\sum X$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ตอบแบบฝึกหัดในบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน = 58 คะแนน

$\sum F$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ตอบแบบทดสอบหลังเรียน = 69 คะแนน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน = 30 คะแนน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน = 30 คะแนน

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{58}{3} = 19.33 \text{ คะแนน}$$

$$\bar{F} = \frac{\sum F}{N} = \frac{69}{3} = 23 \text{ คะแนน}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร} \quad E_1 &= \frac{\bar{X}}{A} \times 100 \\ &= \frac{19.33}{30} \times 100 \\ &= 64.44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร} \quad E_2 &= \frac{\bar{F}}{B} \times 100 \\ &= \frac{23}{30} \times 100 \\ &= 76.67 \end{aligned}$$

ได้ $E_1 = 64.44$ และ $E_2 = 76.67$

ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระไหลเกินและการต่อสายดิน

ตารางที่ ๑.6 คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ

หลังเรียนในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ
ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

คนที่	ชั้น/ช่วง	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	รวม	รวม	Posttest	Posttest
		2 ข้อ	4 ข้อ	7 ข้อ	8 ข้อ	9 ข้อ	30 ข้อ	%	30 ข้อ	%
	กลุ่มเก่ง									
1	ปวช 1 ช่วง ไฟฟ้า	2.00	1.00	6.00	7.00	8.00	24.00	80.00	26.00	86.67
2	ปวช 1 ช่วง ไฟฟ้า	2.00	2.00	7.00	8.00	8.00	27.00	90.00	28.00	93.33
	กลุ่มปานกลาง									
3	ปวช 1 ช่วง ไฟฟ้า	2	4	5	7	9	27	90.00	25	83.33
4	ปวช 1 ช่วง ไฟฟ้า	2	3	6	7	7	25	83.33	26	86.67
	กลุ่มอ่อน									
5	ปวช 1 ช่วง ไฟฟ้า	1	3	4	7	5	20	66.67	23	76.67
6	ปวช 1 ช่วง ไฟฟ้า	2.00	3.00	5.00	4.00	5.00	19.00	63.33	21.00	70.00
	รวม	11.00	16.00	33.00	40.00	42.00	142.00	473.33	149.00	496.67
	เฉลี่ย	1.83	2.67	5.50	6.67	7.00	23.67	78.89	24.83	82.78

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

N = แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด = 6 คน

$\sum X$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ตอบแบบฝึกหัดในบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน = 142 คะแนน

$\sum F$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ตอบแบบทดสอบหลังเรียน = 149 คะแนน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน = 30 คะแนน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน = 30 คะแนน

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{142}{6} = 23.67 \quad \text{คะแนน}$$

$$\bar{F} = \frac{\sum F}{N} = \frac{149}{6} = 24.83 \quad \text{คะแนน}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร} \quad E_1 &= \frac{\bar{X}}{A} \times 100 \\ &= \frac{23.67}{30} \times 100 \\ &= 78.89 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร} \quad E_2 &= \frac{\bar{F}}{B} \times 100 \\ &= \frac{24.83}{30} \times 100 \\ &= 82.78 \end{aligned}$$

ได้ $E_1 = 78.89$ และ $E_2 = 82.78$

ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

ตารางที่ ๑.7 คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ

หลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ
ขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1

คนที่	ชั้น/ช่าง	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	รวม	รวม	Posttest	Posttest
		2 ข้อ	4 ข้อ	7 ข้อ	8 ข้อ	9 ข้อ	30 ข้อ	%	30 ข้อ	%
1	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	5	7	8	25	83.33	27	90.00
2	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	2	6	8	7	25	83.33	26	86.67
3	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	6	7	8	26	86.67	27	90.00
4	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	1	2	6	8	8	25	83.33	26	86.67
5	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	5	8	8	26	86.67	27	90.00
6	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	7	7	8	27	90.00	27	90.00
7	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	5	7	8	25	83.33	28	93.33
8	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	2	6	7	8	25	83.33	27	90.00
9	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	1	2	7	7	8	25	83.33	26	86.67
10	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	7	7	8	27	90.00	28	93.33
11	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	1	2	6	8	8	25	83.33	27	90.00
12	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	7	6	8	26	86.67	27	90.00
13	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	1	6	7	8	24	80.00	24	80.00
14	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	4	7	8	8	29	96.67	27	90.00
15	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	7	6	8	26	86.67	26	86.67
16	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	4	7	7	8	28	93.33	28	93.33
17	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	6	7	7	25	83.33	26	86.67
18	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	4	7	7	9	29	96.67	29	96.67
19	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	6	7	8	26	86.67	26	86.67
20	ป.ว.ช.1 ช่างไฟฟ้า	2	3	7	6	8	26	86.67	26	86.67
รวม		37.00	56.00	126.00	142.00	159.00	520.00	1733.33	535.00	1783.33
เฉลี่ย		1.85	2.80	6.30	7.10	7.95	26.00	86.67	26.75	89.17

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ

N = แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด = 20 คน

$\sum X$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ตอบแบบฝึกหัดในบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน = 520 คะแนน

$\sum F$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ตอบแบบทดสอบหลังเรียน = 535 คะแนน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน = 30 คะแนน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน = 30 คะแนน

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{520}{20} = 26 \text{ คะแนน}$$

$$\bar{F} = \frac{\sum F}{N} = \frac{535}{20} = 26.75 \text{ คะแนน}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร} \quad E_1 &= \frac{\bar{X}}{A} \times 100 \\ &= \frac{26}{30} \times 100 \\ &= 86.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าในสูตร} \quad E_2 &= \frac{\bar{F}}{B} \times 100 \\ &= \frac{26.75}{30} \times 100 \\ &= 89.17 \end{aligned}$$

ได้ $E_1 = 86.67$ และ $E_2 = 89.17$

**ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระโหลกศีรษะและ
การต่อสายดิน**

ตารางที่ ๘.๘ คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ หลังเรียน
ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

คนที่	ชั้น/ช่าง	Pretest	Pretest	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	รวม	รวม	Posttest	Posttest	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
		(30 ข้อ)	%	2 ข้อ	4 ข้อ	7 ข้อ	8 ข้อ	9 ข้อ	30 ข้อ	%	30 ข้อ (X)	%		
1	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	21	70.00	1	4	7	8	8	28	93.33	29	96.67	1.55	2.4025
2	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	19	63.33	2	4	7	7	8	28	93.33	28	93.33	0.55	0.3025
3	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	16	53.33	1	4	6	7	8	26	86.67	27	90.00	-0.45	0.2025
4	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	20	66.67	2	4	6	6	9	27	90.00	27	90.00	-0.45	0.2025
5	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	21	70.00	2	3	7	7	8	27	90.00	28	93.33	0.55	0.3025
6	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	13	43.33	2	4	6	6	9	27	90.00	27	90.00	-0.45	0.2025
7	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	17	56.67	2	4	6	7	9	28	93.33	28	93.33	0.55	0.3025
8	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	14	46.67	2	3	7	8	6	26	86.67	27	90.00	-0.45	0.2025
9	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	14	46.67	2	4	7	8	4	25	83.33	25	83.33	-2.45	6.0025
10	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	15	50.00	2	4	7	8	9	30	100.00	30	100.00	2.55	6.5025
11	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	20	66.67	1	4	7	7	8	27	90.00	28	93.33	0.55	0.3025
12	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	15	50.00	2	3	7	8	9	29	96.67	30	100.00	2.55	6.5025
13	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	16	53.33	2	3	6	7	8	26	86.67	27	90.00	-0.45	0.2025
14	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	15	50.00	2	2	7	7	8	26	86.67	26	86.67	-1.45	2.1025
15	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	18	60.00	1	4	7	8	9	29	96.67	30	100.00	2.55	6.5025
16	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	23	76.67	2	4	7	7	8	28	93.33	28	93.33	0.55	0.3025
17	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	13	43.33	2	3	6	8	8	27	90.00	27	90.00	-0.45	0.2025
18	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	16	53.33	2	4	7	5	7	25	83.33	25	83.33	-2.45	6.0025
19	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	16	53.33	2	4	6	5	2	19	63.33	26	86.67	-1.45	2.1025
20	ปวช 1 ช่างไฟฟ้า	18	60.00	2	3	6	6	7	24	80.00	26	86.67	-1.45	2.1025
	รวม	340.00	1133.33	36.00	72.00	132.00	140.00	152.00	532.00	1773.33	549.00	1830.00		42.95
	เฉลี่ย	17.00	56.67	1.80	3.60	6.60	7.00	7.60	26.60	88.67	27.45	91.50		

จากตารางคะแนน POSTTEST มีค่าคะแนนเฉลี่ย $(\bar{X}) = 27.45$ และมีค่า $\sum(X - \bar{X})^2 = 42.95$

ดังนั้นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลอง
$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{42.95}{20 - 1}} = 1.5035$$

ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
$$S^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{42.95}{20 - 1} = 2.26$$

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย
$$SE(\bar{X}) = \frac{SD}{\sqrt{N}} = \frac{1.5035}{\sqrt{20}} = 0.3362$$

ผลการเรียนจากการสอนปกติ เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระโหลกศีรษะและกระดูกสันหลัง

ตารางที่ ๑.๙ คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และทดสอบ

หลัง เรียน ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม

คนที่	ชั้น/ช่วง	Pretest	Pretest	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	รวม	รวม	Posttest	Posttest	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
		(30 ข้อ)	%	2 ข้อ	4 ข้อ	7 ข้อ	8 ข้อ	9 ข้อ	30 ข้อ	%	30 ข้อ	%		
1	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	17	56.67	2	4	7	5	8	26	86.67	26	86.67	-0.45	0.2025
2	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	14	46.67	2	4	7	6	8	27	90.00	28	93.33	1.55	2.4025
3	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	9	30.00	2	3	5	7	7	24	80.00	25	83.33	-1.45	2.1025
4	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	13	43.33	2	3	5	5	6	21	70.00	25	83.33	-1.45	2.1025
5	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	10	33.33	2	4	6	6	9	27	90.00	28	93.33	1.55	2.4025
6	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	8	26.67	2	4	6	7	6	25	83.33	27	90.00	0.55	0.3025
7	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	25	83.33	2	4	6	4	9	25	83.33	26	86.67	-0.45	0.2025
8	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	25	83.33	2	4	6	4	9	25	83.33	27	90.00	0.55	0.3025
9	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	17	56.67	2	4	7	5	8	26	86.67	26	86.67	-0.45	0.2025
10	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	10	33.33	2	4	7	5	7	25	83.33	26	86.67	-0.45	0.2025
11	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	8	26.67	2	3	6	7	7	25	83.33	26	86.67	-0.45	0.2025
12	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	11	36.67	2	3	5	5	9	24	80.00	26	86.67	-0.45	0.2025
13	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	15	50.00	2	4	5	6	8	25	83.33	25	83.33	-1.45	2.1025
14	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	13	43.33	2	4	5	7	8	26	86.67	27	90.00	0.55	0.3025
15	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	11	36.67	2	4	7	8	8	29	96.67	29	96.67	2.55	6.5025
16	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	10	33.33	2	4	7	8	8	29	96.67	30	100.00	3.55	12.6025
17	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	17	56.67	1	3	4	7	8	23	76.67	24	80.00	-2.45	6.0025
18	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	21	70.00	2	3	3	7	9	24	80.00	25	83.33	-1.45	2.1025
19	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	11	36.67	2	4	5	5	9	25	83.33	27	90.00	0.55	0.3025
20	ปวช.1 ช่วงไฟฟ้า	13	43.33	2	4	6	7	7	26	86.67	26	86.67	-0.45	0.2025
รวม		278.00	926.67	39.00	74.00	115.00	121.00	158.00	507.00	1690.00	529.00	1763.33		40.95
เฉลี่ย		13.90	46.33	1.95	3.70	5.75	6.05	7.90	25.35	84.50	26.45	88.17		

จากตารางคะแนน POSTTEST มีค่าคะแนนเฉลี่ย $(\bar{X}) = 26.45$ และมีค่า $\sum(X - \bar{X})^2 = 40.95$

ดังนั้นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม $S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{40.95}{20 - 1}} = 1.4681$

ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม $S^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1} = \frac{40.95}{20 - 1} = 2.15$

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย $SE(\bar{X}) = \frac{SD}{\sqrt{N}} = \frac{1.4681}{\sqrt{20}} = 0.3284$

การทดสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการหาค่า F test

จากการทดสอบสมมติฐานความแปรปรวน (กัลยา วานิชย์บัญชา 2543)

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ทดสอบค่า F ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ เมื่อ $s_1^2 > s_2^2$

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

โดยที่ $df_1 = n_1 - 1$, $df_2 = n_2 - 1$

$$s_1^2 = 2.26, s_2^2 = 2.15$$

$$F = \frac{2.26}{2.15}$$

$$F = 1.05$$

หาค่า F จาก Table D ที่ $\alpha = 0.05$, $df_1 = 19$, $df_2 = 19$

$$\text{ได้ } F = 2.15$$

ค่า F ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าจากตาราง

ยอมรับ H_0 ที่ตั้งว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ แสดงว่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน

ดังนั้นเมื่อการทดสอบสมมติฐาน ต้องทดสอบ t-test โดยใช้สูตร Pooled Variance t-test

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

โดยที่ $df = n_1 + n_2 - 2$

การคำนวณเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ได้ดังนี้

การทดสอบสมมติฐาน (Hypotesis Testing)

สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติกับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกัน

ตั้งสมมติฐานทางสถิติ H_0 และ H_1

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

โดยที่

μ_1 คือ กลุ่มทดลอง

μ_2 คือ กลุ่มควบคุม

H_0 คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

H_1 คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

คำนวณหาค่า t (Independent Sample t - test)

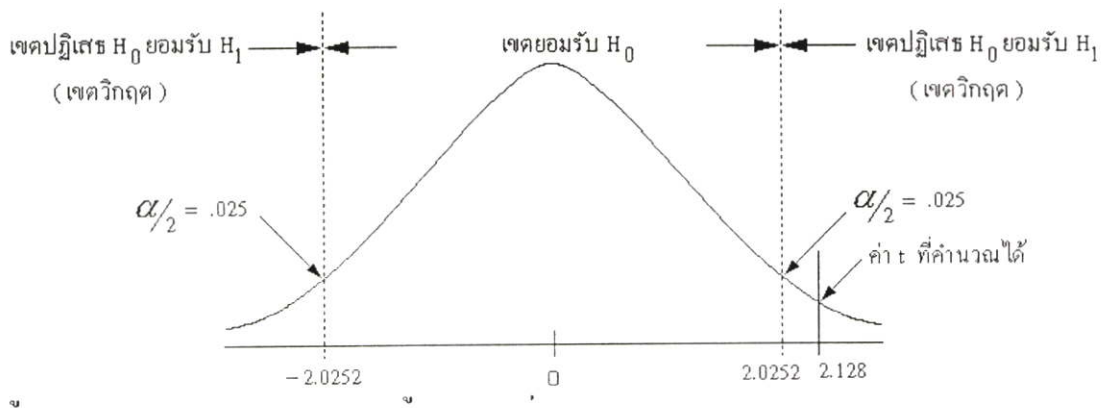
จากการทดสอบความแปรปรวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่าความแปรปรวนเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) จึงใช้สูตร Pooled Variance t - test ในการทดสอบสมมติฐาน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05

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

$$\text{โดยที่ } df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{27.45 - 26.45}{\sqrt{\frac{(20 - 1)2.26 + (20 - 1)2.15}{20 + 20 - 2} \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right)}} \\ &= 2.128 \end{aligned}$$

ค่าที่คำนวณได้สามารถนำมาวิเคราะห์ โดยการ PLOT CURVE ได้ดังรูป



รูปที่ ๑.1 แสดงค่า t ที่คำนวณได้อยู่ในเขตวิกฤต

จากรูปที่ ๑.1 สรุปได้ว่าเป็นการทดสอบแบบ Two-tailed test โดยเขตวิกฤตมีสองส่วน อยู่ทางซ้ายและทางขวา จากการเปิดตารางแบบ Two-tailed ที่ $t_{.05, 38}$ ($\alpha = .05$, $df = 38$) ได้ $t = 2.0252$ และผลจากการคำนวณโดยการคำนวณ ได้ค่า $t = 2.128$ ซึ่งค่า t จากการคำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง จึงปฏิเสธ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

และยอมรับ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติกับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งพิจารณาได้จากค่าเฉลี่ย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม SPSS 10 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการ คำนวณค่าทางสถิติ ในการคำนวณเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของค่าที่คำนวณได้ โดยโปรแกรมจะตรวจสอบความแปรปรวนของคะแนนก่อนเพื่อที่จะเลือกใช้สูตรใด และปรากฏว่าผลที่ได้จากโปรแกรม SPSS มีค่าเท่ากับ การคำนวณโดยการแทนค่าลงในสูตร

STATISTICS OF TEST GROUP

ตารางที่ ๑.10 ค่าสถิติของคะแนน POSTTEST ของกลุ่มทดลอง

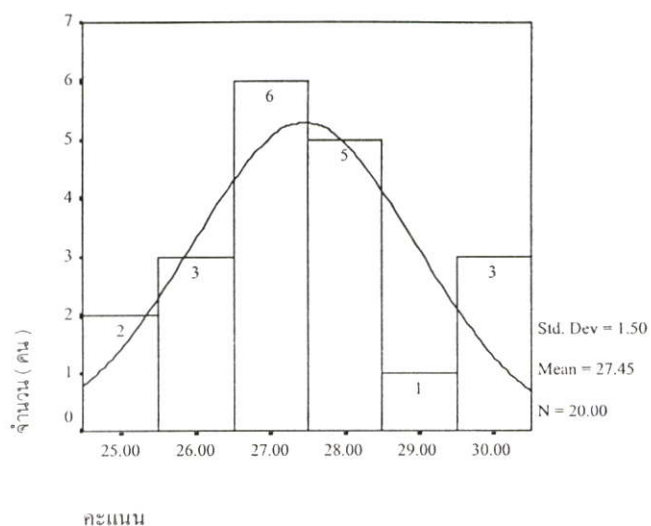
N	Valid	20
	Missing	0
Mean		27.4500
Std. Error of Mean		.3362
Median		27.3636 ^a
Mode		27.00
Std. Deviation		1.5035
Variance		2.2605
Skewness		.261
Kurtosis		-.448
Range		5.00
Minimum		25.00
Maximum		30.00
Sum		549.00
Percentiles	25	26.3333 ^b
	50	27.3636
	75	28.5000

a. Calculated from grouped data.

b. Percentiles are calculated from grouped data.

ตารางที่ ๑.11 ค่าความถี่ของจำนวนนักศึกษาในกลุ่มทดลองที่ระดับคะแนนต่าง ๆ

		Frequency	Percent
Valid	25.00	2	10.0
	26.00	3	15.0
	27.00	6	30.0
	28.00	5	25.0
	29.00	1	5.0
	30.00	3	15.0
	Total		20



รูปที่ ๑.2 Histogram ของกลุ่มทดลอง

จากตารางจะเห็นว่าค่า Mean (ค่าเฉลี่ย) = 27.45 และค่า Median (ค่ามัธยฐาน) = 27.36 ซึ่งใกล้เคียงกันมาก โดยค่า Mean มากกว่าค่า Median เล็กน้อย การแจกแจงของตัวแปรจึงค่อนข้างสมมาตร โดยค่า Skewness (ความเบ้) = .261 เป็นค่าบวก Histogram จึงเบ้ขวาเล็กน้อย (Positive skewness) ซึ่งหมายความว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนน้อยและผู้เรียนส่วนน้อยได้คะแนนมาก

ค่า Kurtosis (ความโค้ง) = -.448 เป็นค่าลบ ดังนั้นข้อมูลจึงมีการแจกแจงที่มียอดสูงหรือโค้งมาก

ค่าทางสถิติของกลุ่มควบคุม

ตารางที่ จ.12 ค่าสถิติของคะแนน POSTTEST ของกลุ่มควบคุม

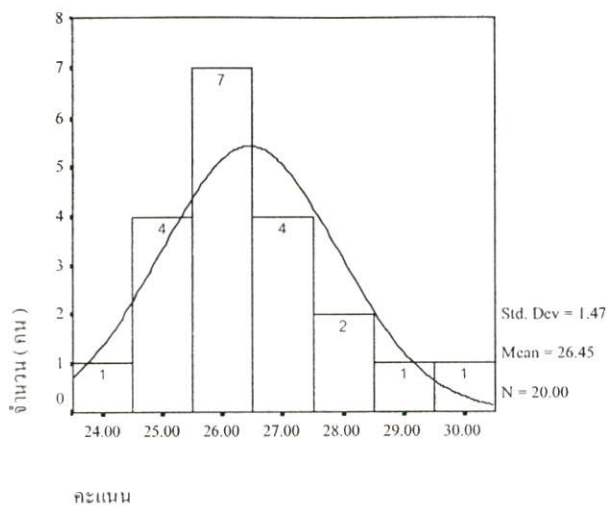
N	Valid	20
	Missing	0
Mean		26.4500
Std. Error of Mean		.3283
Median		26.2727 ^a
Mode		26.00
Std. Deviation		1.4681
Variance		2.1553
Skewness		.774
Kurtosis		.613
Range		6.00
Minimum		24.00
Maximum		30.00
Sum		529.00
Percentiles	25	25.3636 ^b
	50	26.2727
	75	27.3333

a. Calculated from grouped data.

b. Percentiles are calculated from grouped data.

ตารางที่ จ.13 ค่าความถี่ของจำนวนนักศึกษา กลุ่มควบคุมที่ระดับคะแนนต่างๆ

		Frequency	Percent
Valid	24.00	1	5.0
	25.00	4	20.0
	26.00	7	35.0
	27.00	4	20.0
	28.00	2	10.0
	29.00	1	5.0
	30.00	1	5.0
	Total		20



รูปที่ ๓.3 Histogram ของกลุ่มควบคุม

จากตารางจะเห็นว่าข้อมูลบางค่ามีค่าสูงดังนั้น ค่า Mean (ค่าเฉลี่ย) ซึ่งเท่ากับ = 26.45 มากกว่าค่าMedian (ค่ามัธยฐาน) ซึ่งเท่ากับ 26.27 และค่าทั้งสองค่าใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นการแจกแจงของตัวแปรจึงค่อนข้างสมมาตร โดยค่า Skewness (ความเบ้) = .774 เป็นค่าบวก Histogram จึงเบ้ขวา (Positive skewness) ซึ่งหมายความว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนน้อยและผู้เรียนส่วนน้อยได้คะแนนมาก

ค่า Kurtosis (ความโค้ง) = .613 เป็นค่าบวก ดังนั้นข้อมูลจึงมีการแจกแจงที่ค่อนข้างป้านหรือโค้งน้อย

เมื่อนำคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเข้าโปรแกรม SPSS ในการคำนวณเปรียบเทียบ คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ข้อมูลที่ได้มีสองส่วน คือส่วนที่เป็นผลของ ค่าสถิติทั่วไป (Group Statistics) และส่วนที่เป็นผลการคำนวณค่า t ในส่วนของ Independent Samples t – test ซึ่งได้ค่าดังตาราง

T-Test

ตารางที่ ๑.14 แสดงตารางที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Group Statistics

GROUP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
POSTTEST test	20	27.4500	1.5035	.3362
control	20	26.4500	1.4681	.3283

ตารางที่ ๑.15 แสดงตารางที่ได้จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Different	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
POSTTEST									
Equal variances assumed	0.39	.844	2.128	38	.040	1.0000	.4699	.0488	1.9512
Equal variances not assumed			2.128	37.978	.040	1.0000	.4699	.0488	1.9512

การแปลความหมายผลลัพธ์

ค่าสถิติทั่วไป (Group Statistic)

N หมายถึง จำนวนข้อมูล โดยมีกลุ่มทดลอง (Test) จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุม (Control) จำนวน 20 คน

Mean (\bar{X}) หมายถึงค่าเฉลี่ย เป็นการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางของข้อมูล ซึ่งในที่นี้หมายถึง ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบ ซึ่งของกลุ่มทดลองมีค่า 27.45 และของกลุ่มควบคุมมีค่า 26.45

Std. Deviation หมายถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นการวัดการกระจายของข้อมูล โดยหาค่าคะแนนแต่ละตัวห่างจาก (\bar{X}) มากน้อยเท่าใด ซึ่งค่าคะแนนสอบเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากตาราง ของกลุ่มทดลองมีค่า 1.5035 และของกลุ่มควบคุมมีค่า 1.4681

Std. Error Mean (SE) หมายถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ซึ่งของกลุ่มทดลองเท่ากับ 0.3362 และของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 0.3283

ตาราง Independent Sample Tset

จากตาราง ผลลัพธ์ในส่วนของ t – test for Equality of Means จะใช้เฉพาะส่วนของ Equal variance assumed เนื่องจาก Levene' Test for Equality of Variance มีค่าความแปรปรวนเท่ากัน จากการทดสอบสมมติฐานความแปรปรวน (กัลยา วานิชย์บัญชา. 2543)

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

สถิติทดสอบ : F = .039

เขตปฏิเสธ : จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า ค่า Sig (2- tailed) < α

โดยที่ Sig (2- tailed) = P (F > F ที่คำนวณได้)

ในที่นี้ได้ค่า P (F > F 0.039) = Sig. = .844 ซึ่งมากกว่าระดับความมีนัยสำคัญ ($\alpha=.05$) จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 นั่นคือความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มเท่ากัน $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

การสรุปผลในช่อง Equal variance assumed แสดงค่าดังนี้

t หมายถึง สถิติทดสอบ t สำหรับการทดสอบ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ ในที่นี้ได้ t = 2.128

df หมายถึง องศาอิสระของ t = $n_1 + n_2 - 2 = 20 + 20 - 2 = 38$

Sig. (2- tailed) หมายถึง ค่า Significance ของการทดสอบแบบ 2 ข้าง = .04

Mean Difference หมายถึง ผลต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 27.45 - 26.45 = 1.00 \text{ คะแนน}$$

Std.Error Difference หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (ในกรณีนี้ใช้สูตรของกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก)

$$\begin{aligned} S.E.(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) &= \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} \\ &= \sqrt{\frac{2.26}{20} + \frac{2.15}{20}} \\ &= 0.4699 \end{aligned}$$

95 % Confidence หมายถึง ค่าประมาณช่วงของ $\mu_1 - \mu_2$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือ Interval of the Mean $0.0488 < \mu_1 - \mu_2 < 1.9512$ นั่นคือผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าอยู่ในช่วง 0.0488 ถึง 1.9512 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ซึ่งคำนวณจากสูตรค่าประมาณช่วงของ $\mu_1 - \mu_2$ ที่ระดับความเชื่อมั่น $(1 - \alpha)100$ % คือ

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - t_{1-\frac{\alpha}{2};df} S.E.(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) < \mu_1 - \mu_2 < (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) + t_{1-\frac{\alpha}{2};df} S.E.(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$$

จากการเปิดตารางแบบ Two-tailed ที่ $t_{.05,38}$ ($\alpha = .05$, $df = 38$) ได้ $t = 2.0252$

$$(27.45 - 26.45) - 2.0252 \times 0.4699 < \mu_1 - \mu_2 < (27.45 - 26.45) + 2.0252 \times 0.4699$$

$$0.048 < \mu_1 - \mu_2 < 1.95$$

ซึ่งค่า t ที่ได้จากโปรแกรม SPSS ได้ค่า $t = 2.128$ แต่ค่า Sig (two tail) จากการเปิดตาราง มีค่า $t = 2.0252$ ซึ่งค่า t ที่ได้จากโปรแกรม SPSS มีค่ามากกว่า ที่ระดับนัยสำคัญ (level of significant) $\alpha = .05$ จึงสรุปได้ว่าค่า t ที่โปรแกรม SPSS คำนวณได้ ตกอยู่ในเขตวิกฤต (เขตปฏิเสธ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$) ต้องยอมรับ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งพิจารณาได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งสองกลุ่ม

ภาคผนวก ช

คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น บรรจุอยู่ใน CD ROM จำนวน 1 แผ่น ประกอบไปด้วย ไฟล์โปรแกรมต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ข.1 แสดงรายละเอียดไฟล์ต่าง ๆ ในแผ่น CD ROM

ลำดับที่	ชื่อไฟล์	ลักษณะโปรแกรม
1	Intro.EXE	โปรแกรมหลักใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน
2	1 ป้อนชื่อ.ASP	โปรแกรมย่อยใช้ในการรับข้อมูลของผู้เรียน
3	สอบก่อนเรียน	โปรแกรมย่อยใช้ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
4	2 เลือกเรียน	โปรแกรมย่อยใช้ในการเลือกบทเรียน
5	001 อุปกรณ์ป้องกัน	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำสู่บทเรียนเรื่องอุปกรณ์ป้องกัน
6	002 ฟิวส์	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเนื้อหาทั่วไปเรื่องฟิวส์
7	003 ฟิวส์เส้น	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเนื้อหาเรื่องฟิวส์เส้น
8	004 ปลั๊กฟิวส์	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเนื้อหาเรื่องปลั๊กฟิวส์
9	005 ปลั๊กฟิวส์แบบหลอดแก้ว	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเนื้อหาเรื่องปลั๊กฟิวส์แบบหลอดแก้ว
10	006 ปลั๊กฟิวส์แบบ D Type	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเนื้อหาเรื่องปลั๊กฟิวส์แบบ D Type
11	007 คาร์tridge ฟิวส์	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเนื้อหาเรื่องคาร์tridge ฟิวส์
12	008 เซอร์คิตเบรกเกอร์	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเนื้อหาเรื่องเซอร์คิตเบรกเกอร์
13	009 แบบใช้ความร้อน	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเนื้อหาเรื่องเซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้ความร้อน
14	010 แบบใช้แม่เหล็ก	โปรแกรมย่อยใช้ในการเซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้แม่เหล็ก
16	011 แบบผสม	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเนื้อหาเรื่องเซอร์คิตเบรกเกอร์แบบผสม

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อไฟล์	ลักษณะโปรแกรม
17	012การต่อสายดิน	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเสนอเนื้อหาทั่วไปเกี่ยวกับการต่อสายดิน
18	013เพื่อป้องกันฟ้าผ่า	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า
19	014เพื่อป้องกันไฟดูด	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟดูด
20	015แบบทดสอบ	โปรแกรมย่อยใช้ในการทำแบบทดสอบหลังเรียน
21	016ผู้ควบคุม	โปรแกรมย่อยใช้ในการนำเสนอ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ทำวิทยานิพนธ์

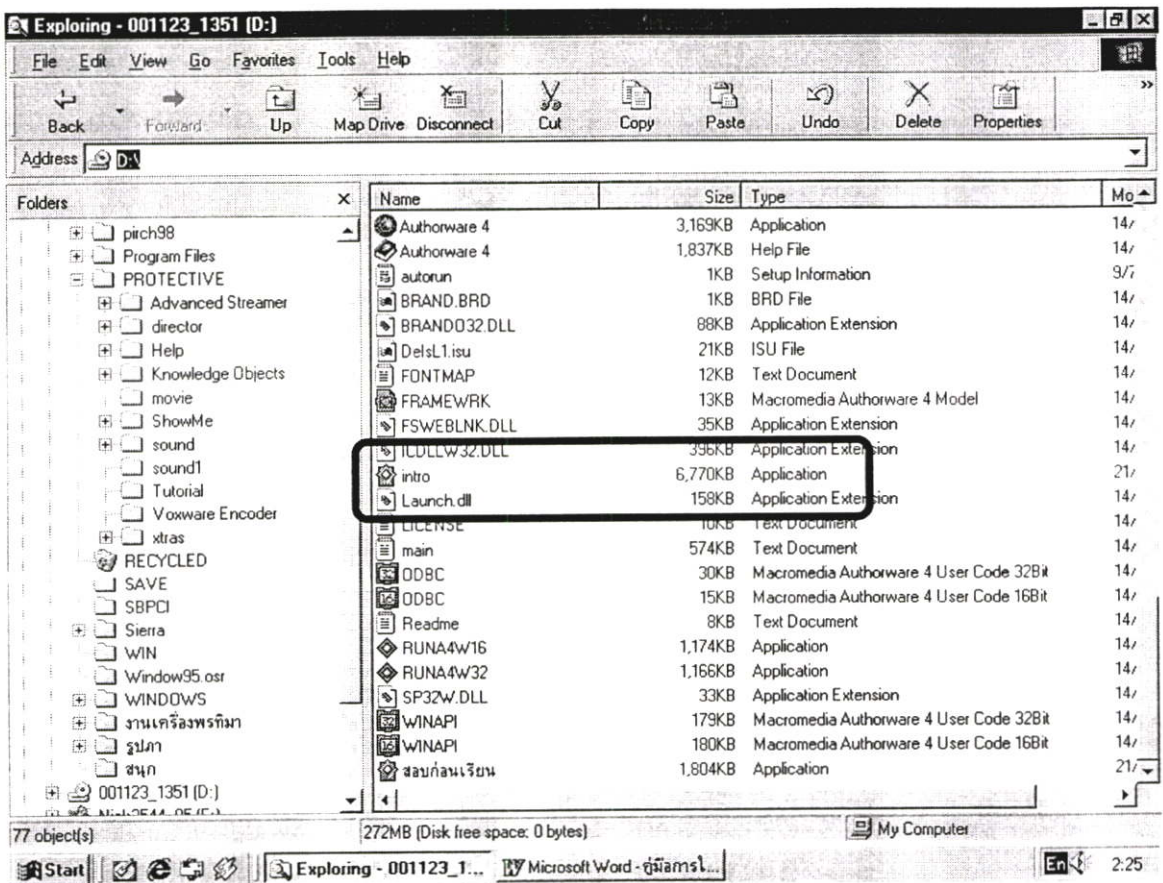
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่งเก็บไว้ในโฟลเดอร์ ซึ่งโปรแกรม
ยังต้องเรียกใช้งานดังนี้

ตารางที่ ข.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลที่เก็บไว้ในโฟลเดอร์

ลำดับที่	ชื่อโฟลเดอร์	ลักษณะของข้อมูล
1	MOVIE	ภาพเคลื่อนไหว นามสกุล .AVI
2	SOUND	เสียงดนตรีประกอบ นามสกุล .WAV
3	SOUND1	เสียงบรรยายประกอบ นามสกุล .WAV
4	XTRAS	เก็บไฟล์ข้อมูลโปรแกรมประยุกต์ (.EXE, .ASP) ซึ่งโปรแกรม Authorware ต้องการเรียกใช้

การเรียกใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน
บรรจุอยู่ใน CD ROM แบบ AUTORUN คือเมื่อใส่แผ่นเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว
โปรแกรมจะทำการเริ่มเปิดโปรแกรมโดยอัตโนมัติ แต่ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำงานแบบ
AUTORUN ได้ ต้องเปิด WINDOWS EXPLORER ของแผ่น CD ROM และหา FILE ชื่อ
INTRO ดังรูป



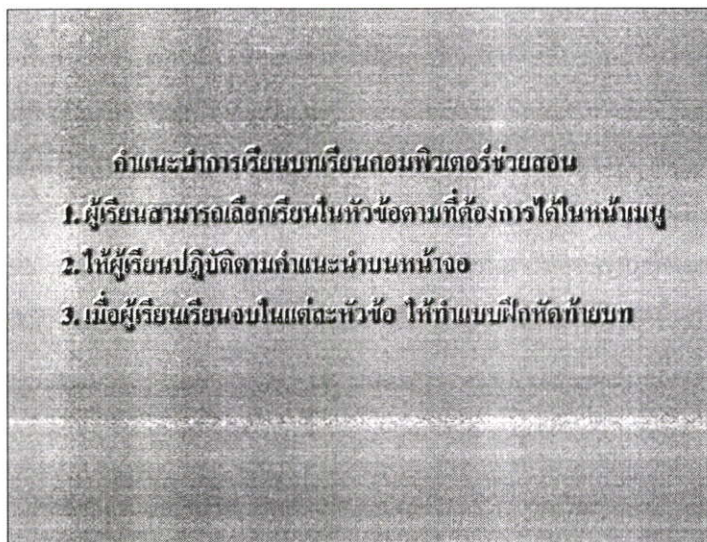
รูปที่ ข.1 แสดงรูป WINDOWS EXPLORER ของแผ่น CD ROM เพื่อหา FILE ชื่อ INTRO

เมื่อพบ FILE ชื่อ INTRO แล้วให้ดับเบิลคลิก ที่ ICON นี้ โปรแกรมจะถูกเรียกขึ้นมาดังรูปข้างล่าง



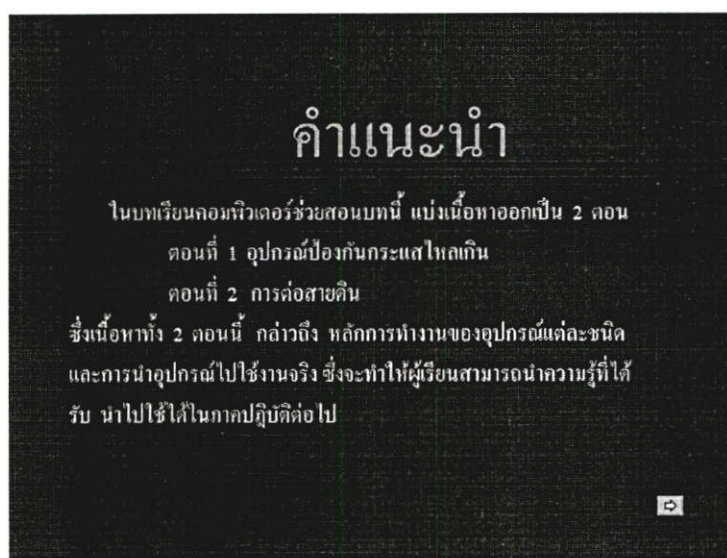
รูปที่ ข.2 แสดงหน้าจอเมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรม

เมื่อเข้าสู่โปรแกรม โปรแกรมจะเริ่มแนะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแนะนำการใช้โปรแกรมดังรูป



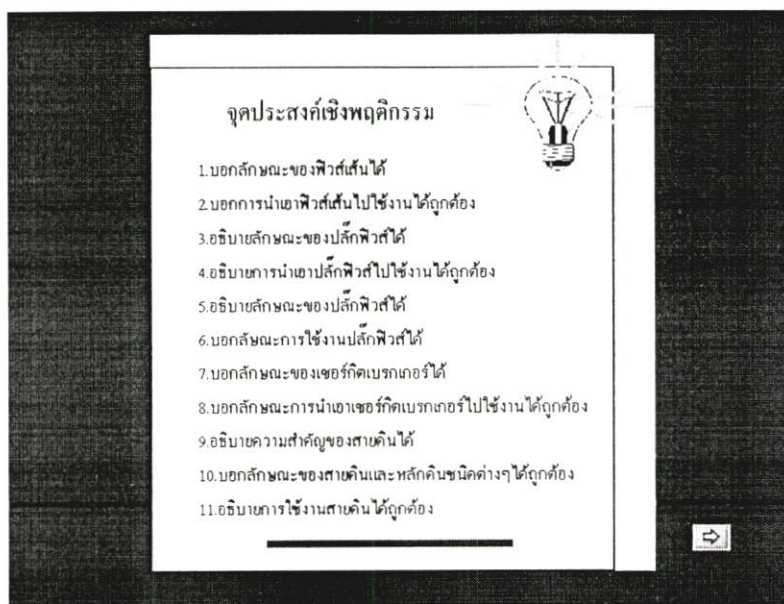
รูปที่ ช.3 แสดงหน้าจอคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม

จากนั้นจะบอกรายละเอียดการแบ่งหัวข้อเนื้อหา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังรูป



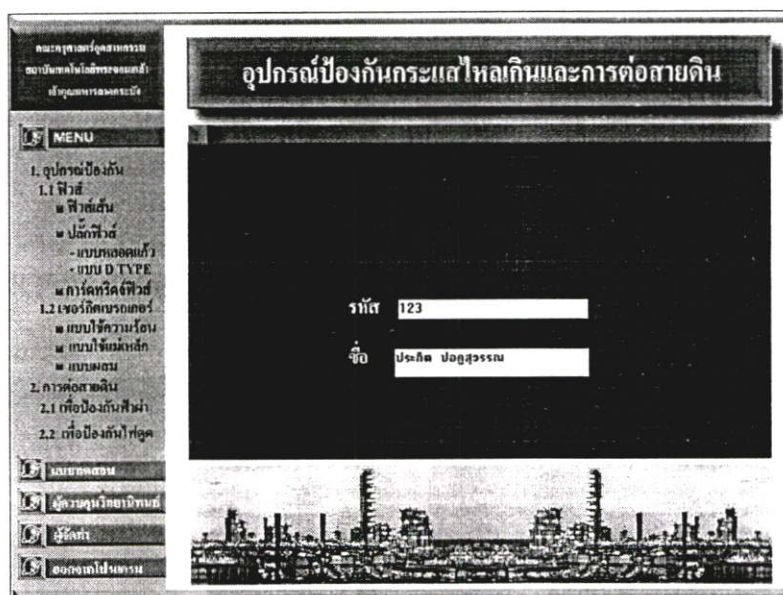
รูปที่ ช.4 แสดงหน้าจอแสดงคำแนะนำการแบ่งเนื้อหาบทเรียน

หลังจากนั้นจะเข้าสู่รายละเอียดของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม



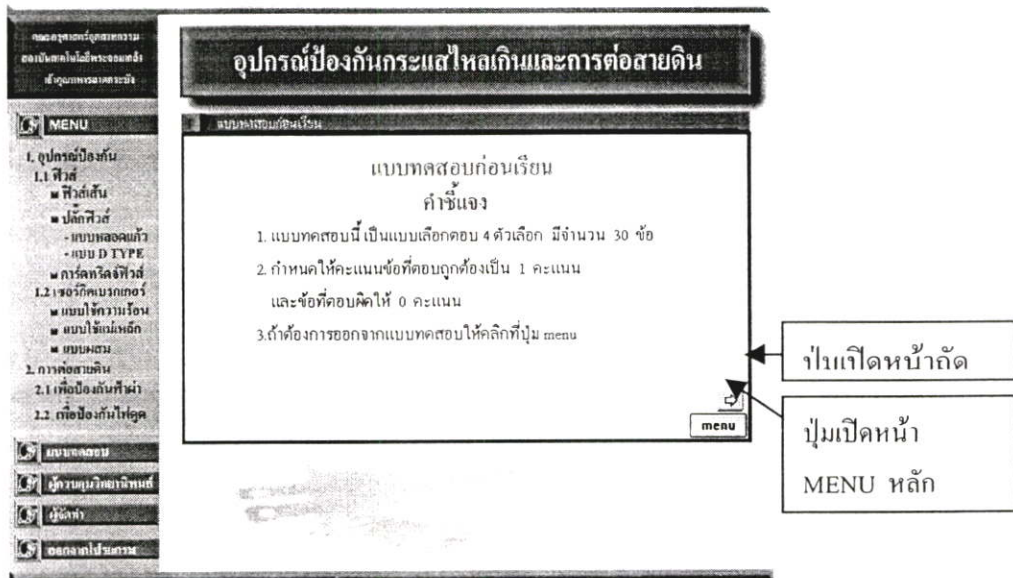
รูปที่ ข.5 แสดงหน้าจอ แสดงรายละเอียดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อกด ENTER หรือ CLICK MOUSE แล้วจะเข้าสู่การป้อนข้อมูลของผู้เรียน ให้ผู้เรียนป้อนรหัส และชื่อ แล้วกด ENTER



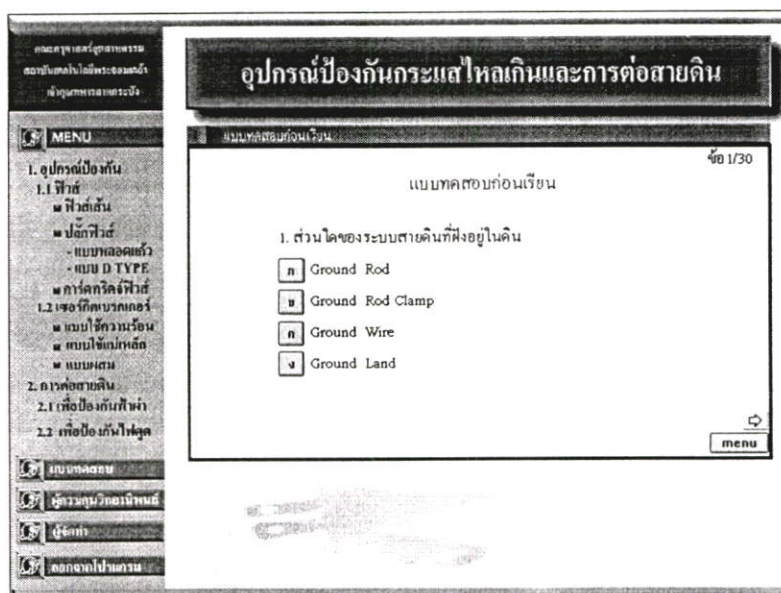
รูปที่ ข.6 แสดงหน้าจอการป้อนรายละเอียดข้อมูลของผู้เรียน

หลังจากกด ENTER แล้วจะเข้าสู่การทำแบบทดสอบก่อนเรียนซึ่งแสดงการรายละเอียดการใช้ปุ่ม ดังรูปข้างล่าง



รูปที่ ข.7 แสดงหน้าจอชี้แจงการทำแบบทดสอบและ บอกรายละเอียดการใช้ปุ่มบนหน้าจอ

เมื่อเปิดหน้าข้อสอบข้อ 1 ให้อ่านโจทย์ และตอบคำถามโดย คลิกเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่ปุ่ม ก. ข. ค. ง. และ คลิกที่ปุ่มเปิดหน้าถัดไป เพื่อทำข้อต่อไป หรือคลิกที่ปุ่ม MENU เพื่อออกไปยังหน้า MENU หลัก



รูปที่ ข.8 แสดงหน้าจอข้อสอบ และปุ่มที่ใช้งาน

เมื่อเข้าสู่หน้าเมนูหลักจะปรากฏดังรูป



รูปที่ ข.9 แสดงหน้า MENU หลัก และการใช้งาน

การใช้งานหน้า MENU หลัก ให้ใช้ MOUSE เลื่อนตามหัวข้อที่ต้องการเรียน โดยเมื่อเลื่อน MOUSE ไปที่หัวข้อใด หัวข้อนั้น จะแสดงเป็นตัวหนังสือเรืองแสงสีเขียว โดยมีหัวให้เลือกดดังนี้

MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน

1.1 ฟิวส์

1.1.1 ฟิวส์เส้น

1.1.2 ปลั๊กฟิวส์

1. แบบหลอดแก้ว

2. แบบ D TYPE

1.1.3 คาร์ทริดจ์ฟิวส์

1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์

1.2.1 แบบใช้ความร้อน

1.2.2 แบบใช้แม่เหล็ก

1.2.3 แบบผสม

2. การต่อสายดิน

2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า

2.2 เพื่อป้องกันไฟดูด

แบบทดสอบ

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผู้จัดทำ

ออกจากโปรแกรม

เมื่อเลือกหัวข้อเข้าเรียนแล้วหน้าจอ MENU จะยังคงค้างหัวข้อ MENU ที่เลือกเรียนไว้โดยแสดงเป็นแสงสีเขียวเรืองแสงไว้ เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าเรียนอยู่ตรงส่วนใดของบทเรียน

ปุ่มที่ใช้ในการเลื่อนหน้าหรือกลับ ไปยัง MENU หลักจะยังคงมีอยู่ตลอด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถออกไปยัง MENU หลักได้ตลอดเวลา

เมื่อเข้าสู่เนื้อหาจะมีปุ่มเปิดหน้าต่างไปและย้อนกลับหน้าที่ผ่านมา โดย 2 ปุ่มนี้ จะวางอยู่ติดกันและมีปุ่มกลับสู่หน้า MENU หลักอยู่ด้านล่าง ใช้ชื่อปุ่มว่า MENU

แต่อาจมีปุ่มเพิ่มเติมในบางกรณีที่มีการทดลองหรือแสดงภาพในลักษณะต่างๆ ค้างภาพตัวอย่างข้างล่างเป็นปุ่มที่ใช้ในการแสดงให้เห็นความสำคัญของสายล่อฟ้า ซึ่งทำปุ่มไว้อยู่ด้านล่าง

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า

ความสำคัญของ การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า

ปุ่มแสดงเรื่องสายล่อฟ้า

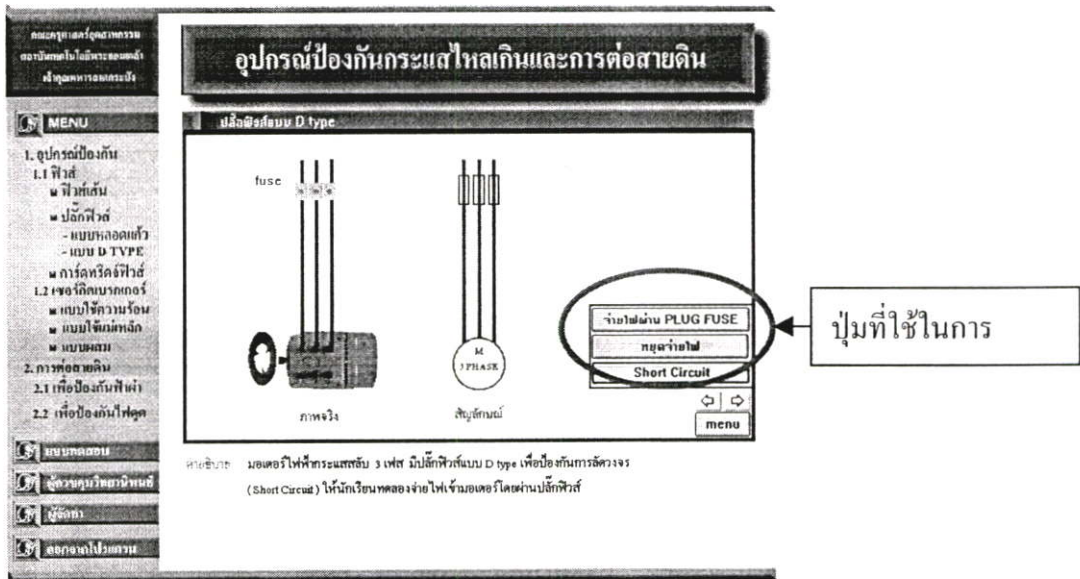
ปุ่มเปิดหน้าต่างไปหรือย้อนกลับ

ปุ่มเปิดหน้า MENU หลัก

คำอธิบาย: เมื่อฝนจะตกจะมีก้อนเมฆกรรมหวั่นเป็นปริมาณมากๆ ซึ่งก้อนเมฆนั้นจะมีประจุลบ เมื่อรวมตัวกันมากก็จะมีประจุลบเป็นจำนวนมาก คั้นน้ำสูงๆ หรืออาคารสูงๆที่อยู่บนพื้นดินมีศักย์เป็นประจุไปบวกประจุลบก็จะถ่ายเทมายังดินไม่หรืออาคารสูงนั้น หรือที่เราเรียกกันว่าฟ้าผ่า ซึ่งถ้ามีสายล่อฟ้า ฟ้าก็จะผ่าลงมาและไหลสู่ดินทั้งหมด แต่ถ้าไม่มีสายล่อฟ้า ฟ้าก็จะผ่าอาคารนั้นเสียหายได้

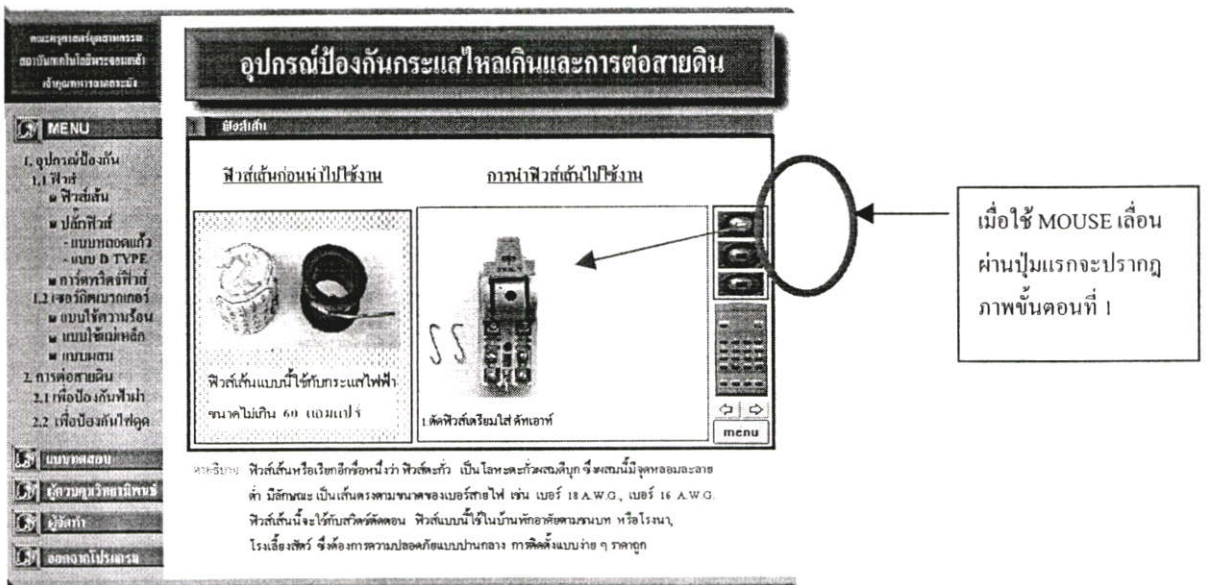
รูปที่ ข.10 แสดงหน้าจอเนื้อหา และการใช้งานปุ่มเปิดหน้าต่างไป, ปุ่มย้อนกลับหน้าที่ผ่านมา, ปุ่มกลับสู่ MENU หลัก และปุ่มเพิ่มเติม

ในการแสดงภาพทดลองบางเนื้อหา จะมีปุ่มทำไว้เพื่อทดลอง โดยวางไว้อยู่ด้านบนของปุ่มเลื่อนหน้าดังรูปข้างล่าง เป็นปุ่มที่ใช้ในการทดลองเรื่องฟิวส์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์



รูปที่ ข.11 แสดงหน้าจอเนื้อหา และการใช้งานปุ่มทดลอง ซึ่งทำไว้อยู่ด้านบนของปุ่มเลื่อนหน้า

ในบางหน้าจอเนื้อหาบทเรียนอาจมีปุ่มที่ใช้แสดงรายละเอียดของภาพนิ่ง หรือแสดงขั้นตอนการทำงาน ดังรูปข้างล่าง ให้ใช้ MOUSE เลื่อนผ่านปุ่ม ซึ่งจะแสดงรายละเอียดหรือแสดงขั้นตอนที่ละเอียด ภาพ จากรูปข้างล่างแสดงว่ามีการแสดงขั้นตอนของการทำงาน 3 ขั้นตอน



รูปที่ ข.12 แสดงการใช้งานปุ่มแสดงภาพนิ่งขั้นตอนการทำงาน



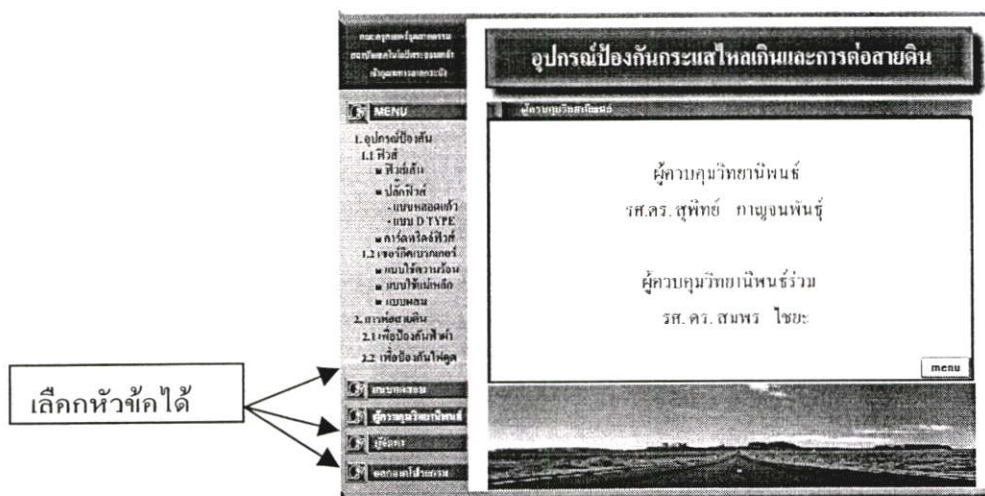
รูปที่ ข.13 แสดงการใช้งานปุ่มแสดงภาพนิ่งขั้นตอนการทำงาน

ในการแสดงภาพเคลื่อนไหวอธิบายการทำงานให้ใช้ MOUSE คลิกที่รูป REMOTE CONTROL ดังภาพตัวอย่างข้างล่าง



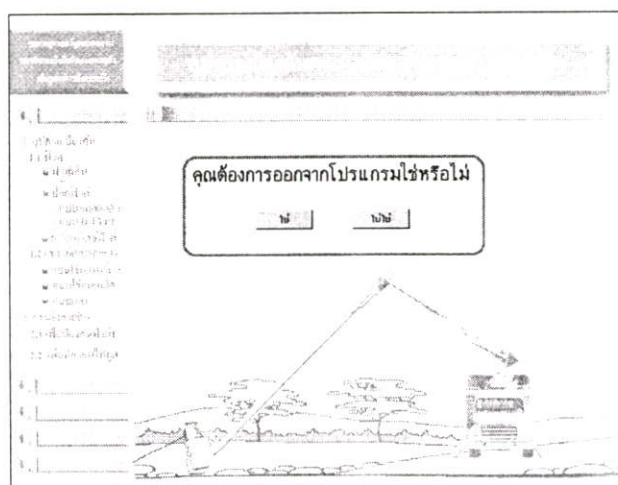
รูปที่ ข.14 แสดงการใช้งานปุ่มแสดงภาพเคลื่อนไหว

ในระหว่างการเข้าไปดูรายละเอียดผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ นั้นผู้เรียนสามารถเลือกหัวข้อแบบทดสอบ ผู้จัดทำหรือออกจากโปรแกรมได้ทันที หรืออาจกลับเข้าไปเลือกหัวข้อเพื่อเรียนใหม่โดยคลิกที่ปุ่ม MENU และในลักษณะเดียวกันการเข้าไปดูรายละเอียดผู้จัดทำก็มีลักษณะการทำงานเช่นนี้ด้วย



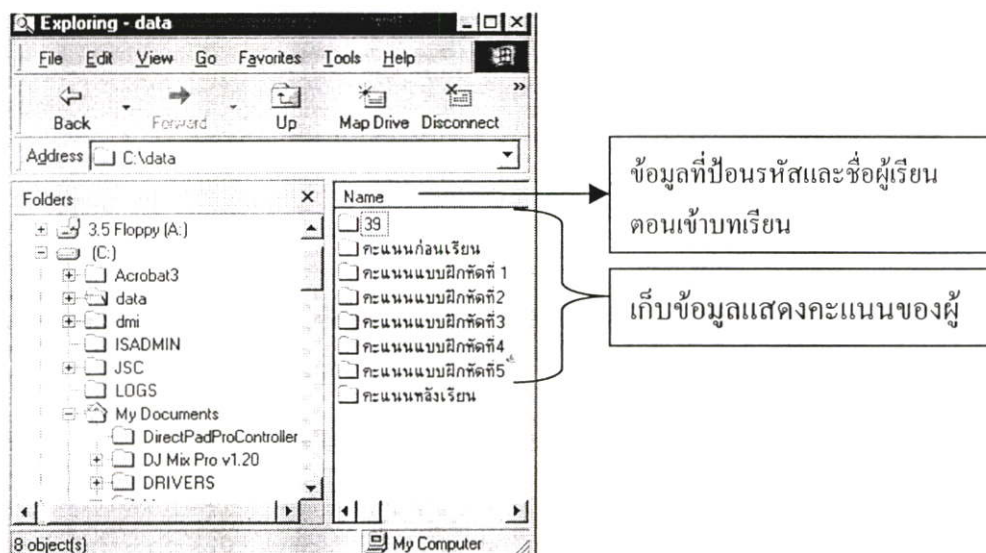
รูปที่ ข.15 ภาพแสดงการทำงานของปุ่มแบบทดสอบ ปุ่มผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ปุ่มผู้จัดทำ และปุ่มออกจากโปรแกรม

เมื่อคลิกเลือกปุ่มออกจาก โปรแกรมจะมีคำถามยืนยันการออกจาก โปรแกรมดังรูปข้างล่างซึ่งถ้าตอบ ใช่ โปรแกรมจะปิดทันที แต่ถ้าตอบไม่ใช่ จะกลับไปยังหน้า MENU หลักอีกครั้งหนึ่ง



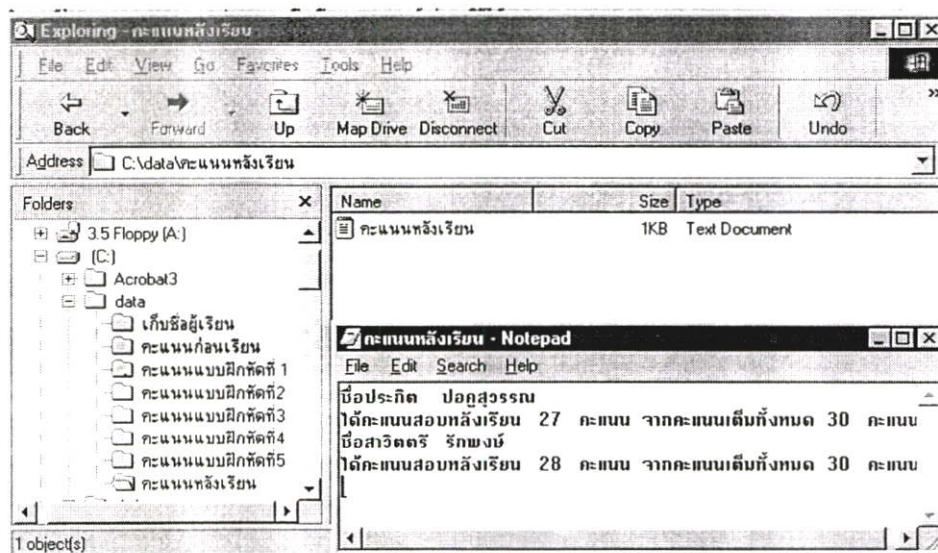
รูปที่ ข.16 แสดงภาพเมื่อคลิกเลือก MENU ออกจากโปรแกรม

ครูผู้สอนหรือผู้เรียนที่ต้องการดูการบันทึกคะแนน สามารถดูคะแนนของผู้เรียนของได้ โดยเปิด WINDOWS EXPLORER ที่ DRIVE C: จะพบว่ามี FOLDER ชื่อ DATA และมี SUBFOLDER ดังรูปข้างล่าง



รูปที่ ข.17 แสดง WINDOWS EXPLORER แสดง FOLDER ที่เก็บข้อมูลของผู้เรียน

ถ้าต้องการดูคะแนนของผู้เรียนในช่วงใด ให้ดับเบิลคลิกที่ SUBFOLDER นั้น และจะพบ FILE ที่ใช้เก็บคะแนน ให้ดับเบิลคลิกที่ FILE นั้นเพื่อดูคะแนนของผู้เรียนแต่ละคน ดังตัวอย่างรูปข้างล่าง



รูปที่ ข.18 แสดงภาพหลังจากดับเบิลคลิกที่ FILE ชื่อ “คะแนนหลังเรียน” เพื่อดูคะแนน ทดสอบหลัง เรียนของผู้เรียนแต่ละคน

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

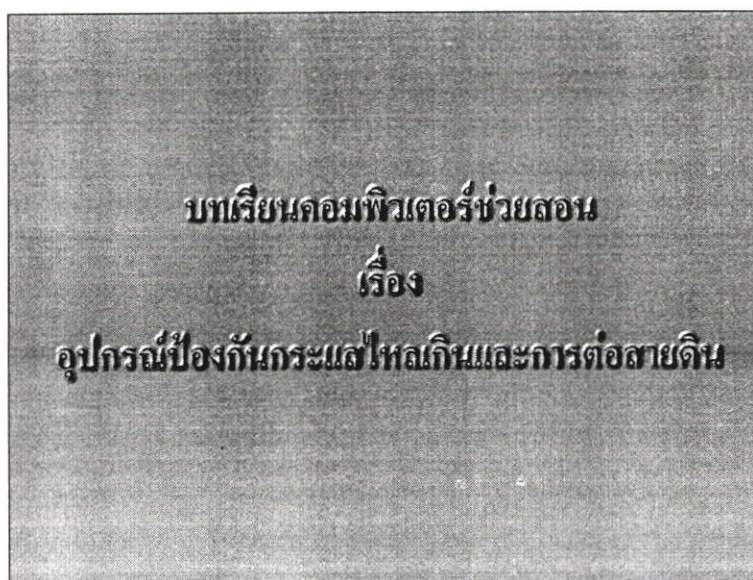
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นมีภาพตัวอย่างบางส่วน ดังรูปต่อไปนี้



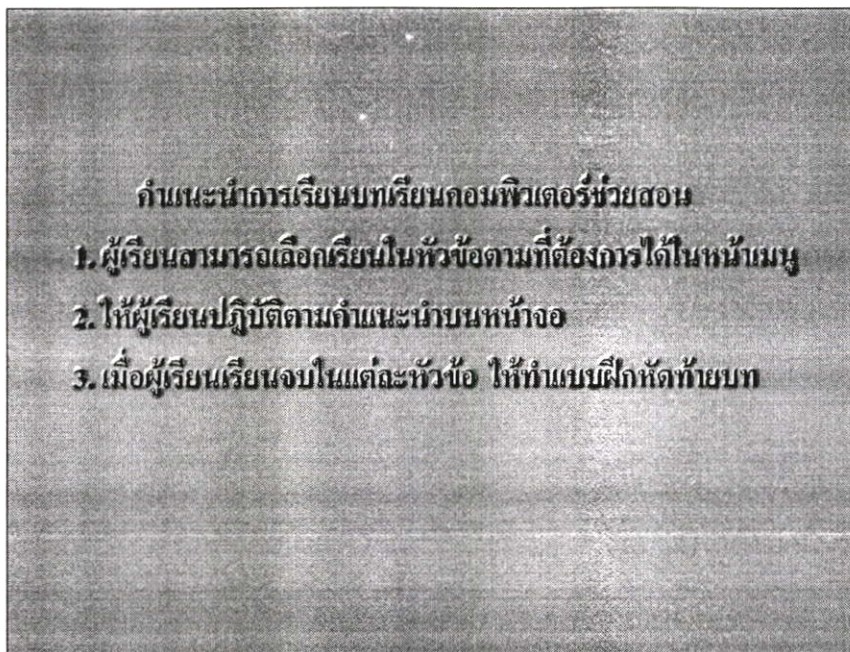
ตัวหนังสือพุ่งออกจากหน้าจอแสดงชื่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา

รูปที่ 1



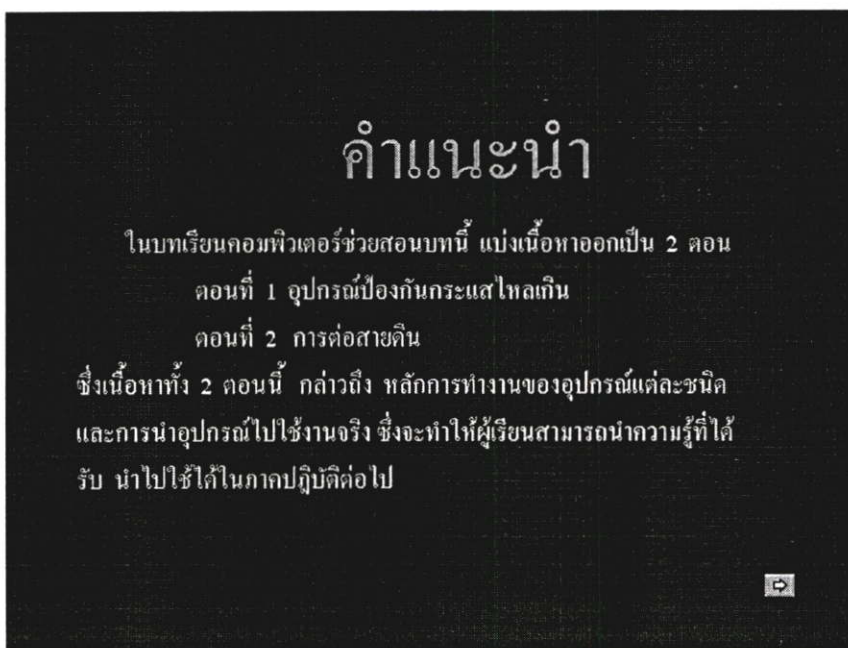
ตัวหนังสือพุ่งออกจากหน้าจอแสดงชื่อเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

รูปที่ 2



ตัวหนังสือพุ่งออก
จากหน้าจอแสดงคำ
แนะนำการเรียนบท
เรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน

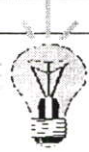
รูปที่ 3



ตัวหนังสือพุ่งออก
จากหน้าจอแสดงคำ
แนะนำการแบ่งเนื้อ
หาบทเรียน

รูปที่ 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม



1. บอกลักษณะของฟิวส์เส้นได้
2. บอกการนำเอาฟิวส์เส้นไปใช้งาน ได้ถูกต้อง
3. อธิบายลักษณะของปลั๊กฟิวส์ได้
4. อธิบายการนำเอาปลั๊กฟิวส์ไปใช้งาน ได้ถูกต้อง
5. อธิบายลักษณะของปลั๊กฟิวส์ได้
6. บอกลักษณะการใช้งานปลั๊กฟิวส์ได้
7. บอกลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้
8. บอกลักษณะการนำเอาเซอร์กิตเบรกเกอร์ไปใช้งาน ได้ถูกต้อง
9. อธิบายความสำคัญของสายดินได้
10. บอกลักษณะของสายดินและหลักดินชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง
11. อธิบายการใช้งานสายดิน ได้ถูกต้อง

ตัวหนังสือพุ่งออกจากหน้าจอแสดงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

รูปที่ 5

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

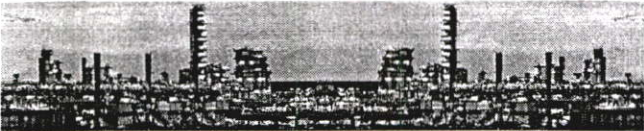
เรื่อง

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

กรุณาป้อนรหัส(1-999)

รหัส

ชื่อ



คณะครูสาขาวิชาฯ
ดำเนินการในสื่อฯของแม่เหล็ก
ที่ศูนย์ฯททท.ระยอง

MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน
 - 1.1 ฟิวส์
 - ฟิวส์เส้น
 - ปลั๊กฟิวส์
 - แบบหลอดแก้ว
 - แบบ D TYPE
 - คาร์ตรีดิงฟิวส์
 - 1.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์
 - แบบบังคับความร้อน
 - แบบใช้แม่เหล็ก
 - แบบผสม
2. การต่อสายดิน
 - 2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
 - 2.2 เพื่อป้องกันไฟลุด

แบบทดสอบ

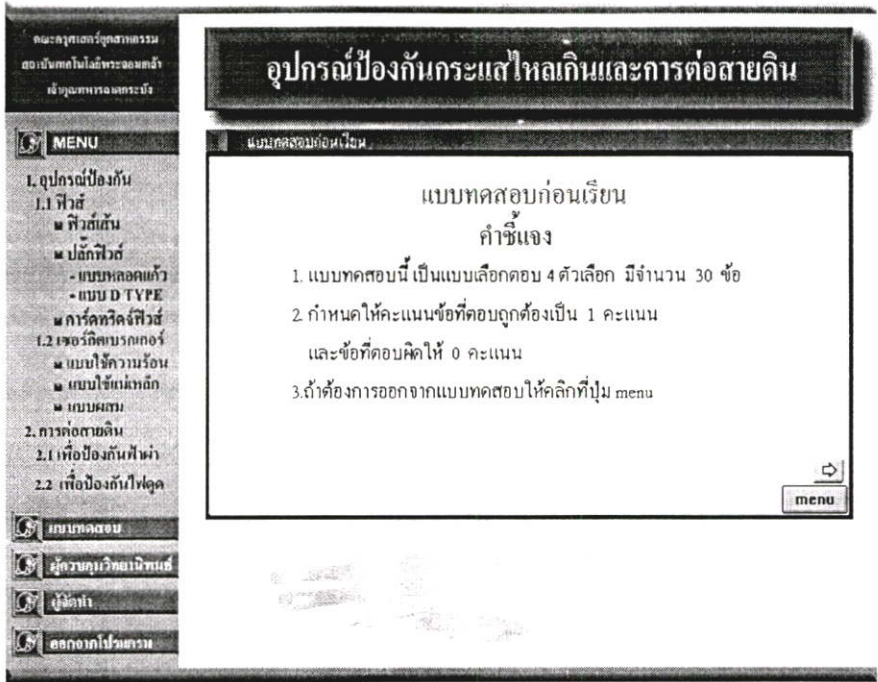
ผู้ควบคุมวิชาฯ

ผู้จัดทำ

ออกจอโปรแกรม

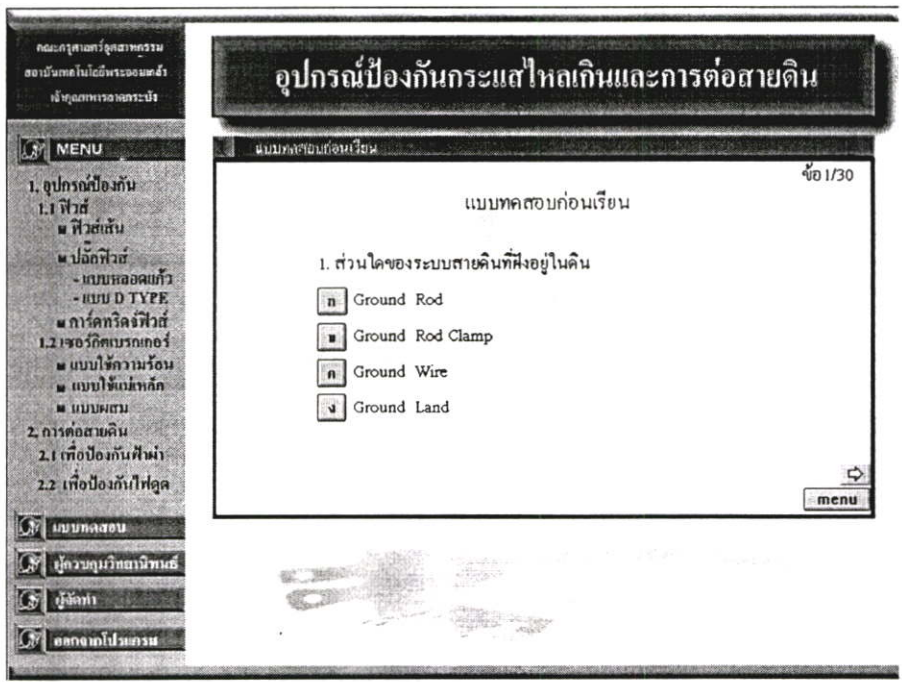
ผู้เรียนป้อนข้อมูลเป็นรหัสเลขประจำตัว

รูปที่ 6



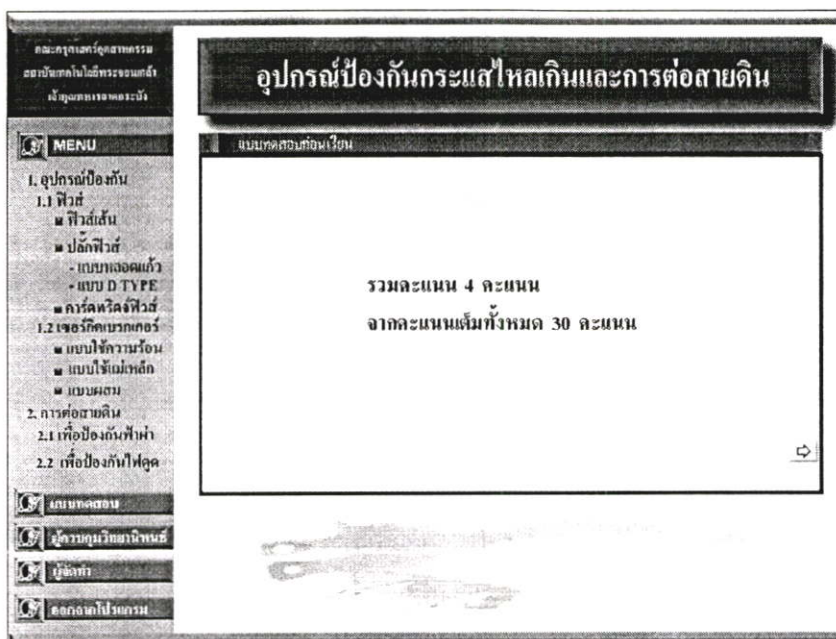
แสดงคำชี้แจงก่อน
ทำแบบทดสอบก่อน
เรียน

รูปที่ 7



เข้าสู่แบบทดสอบก่อน
เรียน

รูปที่ 8



แสดงคะแนนที่ทำได้
จากคะแนนเต็มทั้งหมด

รูปที่ 9



เข้าสู่การเลือกบท
เรียน,แบบทดสอบ
หลังเรียน,ผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์,ผู้จัดทำ
หรือออกจากบทเรียน

รูปที่ 10



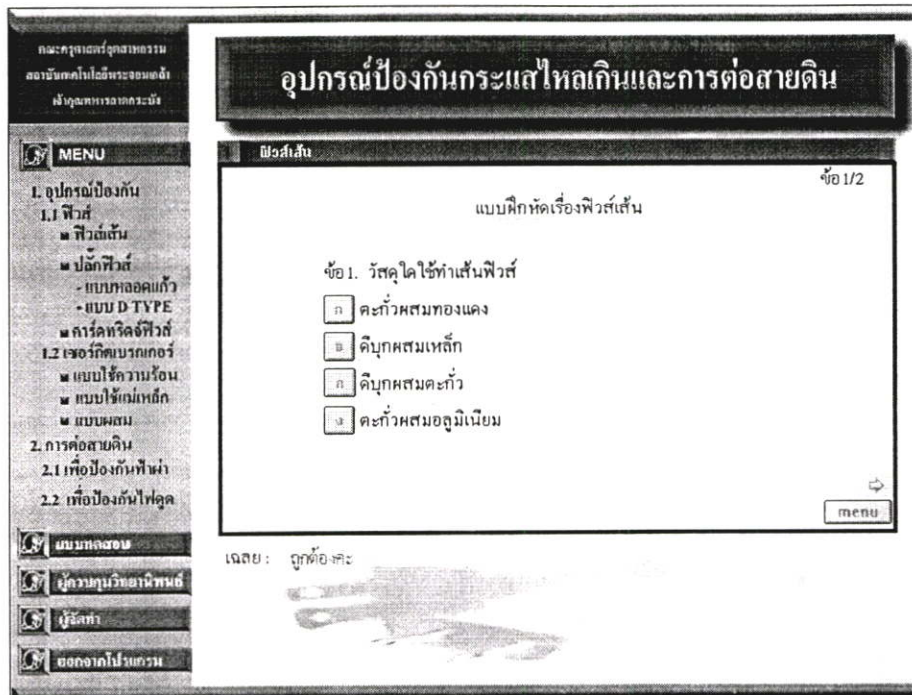
เข้าสู่เรื่องพิวส์เส้น มีปุ่ม 3 ปุ่มเพื่อแสดงภาพนิ่งขั้นตอนการใช้งานพิวส์เส้น

รูปที่ 11



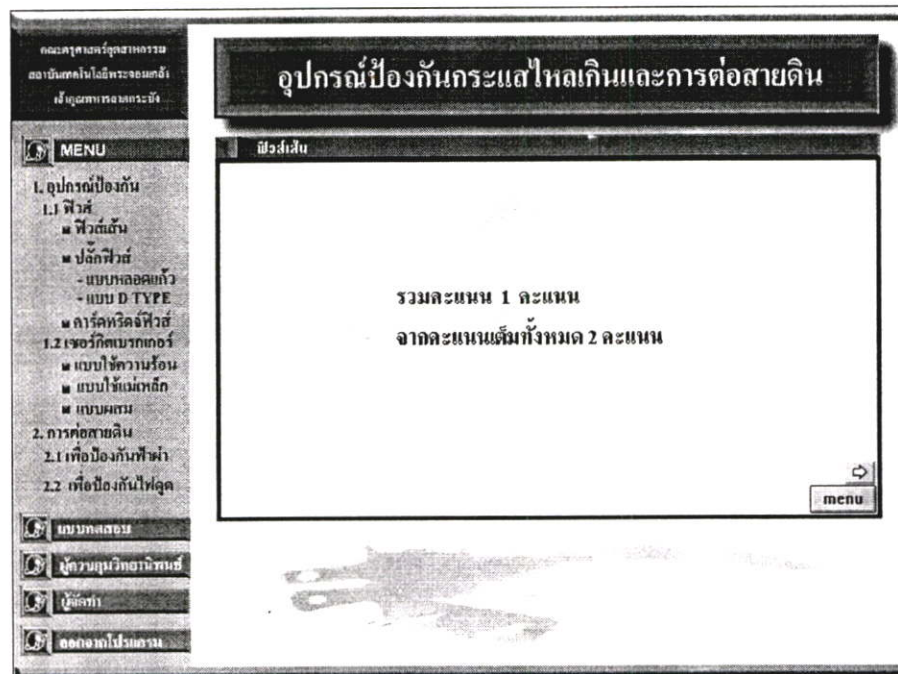
เมื่อคลิกที่ปุ่ม REMOTE CONTROL จะมีภาพเลื่อนไหวสาธิตการใช้พิวส์เส้น

รูปที่ 12



เข้าสู่การทำแบบฝึกหัดเรื่องพิวส์เส้น

รูปที่ 13



แสดงคะแนนที่ทำได้ จากคะแนนเต็มทั้งหมด

รูปที่ 14

คณะกรรมการผู้ดูแลระบบ
ดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่อง
หรือแจ้งเหตุผิดปกติ

MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน
 - 1.1 ฟิวส์
 - ฟิวส์เส้น
 - ปลั๊กฟิวส์
 - แบบหลอดแก้ว
 - แบบ D TYPE
 - 1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์
 - แบบใช้ความร้อน
 - แบบใช้แม่เหล็ก
 - แบบผสม
2. การต่อสายดิน
 - 2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
 - 2.2 เพื่อป้องกันไฟดูด

■ ระบบทดสอบ

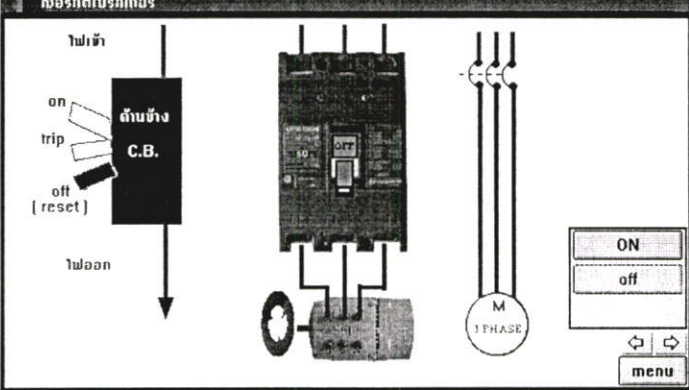
■ ดูรายละเอียดปัญหา

■ ผู้ติดต่อ

■ ออกจกไปเลย

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

เซอร์คิตเบรกเกอร์



คำอธิบาย: ภาพทางซ้ายมือเป็นภาพการทำงานของเซอร์คิตเบรกเกอร์มองทางด้านข้าง ภาพกลาง เป็นการนำเซอร์คิตเบรกเกอร์เป็นตัวจ่ายไฟเข้ามอเตอร์และป้องกันการลัดวงจร ภาพทางขวามือ เป็นภาพสัญลักษณ์ที่เขียนแทนภาพกลาง ในขณะนี้เซอร์คิตเบรกเกอร์อยู่ในสภาพ OFF ให้มีบริเวณหลอดจ่ายไฟเข้ามาเตอร์ (ON)

แสดงการทดลอง
การนำเอาเซอร์คิต
เบรกเกอร์ไปใช้งาน
ในลักษณะปกติและ
การลัดวงจร โดยทำ
ปุ่มให้ผู้เรียนได้
ทดลอง

รูปที่ 15

คณะกรรมการผู้ดูแลระบบ
ดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่อง
หรือแจ้งเหตุผิดปกติ

MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน
 - 1.1 ฟิวส์
 - ฟิวส์เส้น
 - ปลั๊กฟิวส์
 - แบบหลอดแก้ว
 - แบบ D TYPE
 - 1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์
 - แบบใช้ความร้อน
 - แบบใช้แม่เหล็ก
 - แบบผสม
2. การต่อสายดิน
 - 2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
 - 2.2 เพื่อป้องกันไฟดูด

■ ระบบทดสอบ

■ ดูรายละเอียดปัญหา

■ ผู้ติดต่อ

■ ออกจกไปเลย

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

เซอร์คิตเบรกเกอร์

การรีเซ็ตเซอร์คิตเบรกเกอร์



คำอธิบาย: เมื่อเกิดการลัดวงจรเซอร์คิตเบรกเกอร์จะ TRIP ต้องนำจุดที่ลัดวงจรออกเสียก่อน แล้วทำการ RESET เซอร์คิตเบรกเกอร์โดยไขกลหมุนที่ตำแหน่ง OFF ก่อน จึงจะสามารถ ON ใหม่ได้อีกครั้งหนึ่ง

เมื่อกดคลิก MOUSE ที่
รูป REMOTE CONTROL แสดง
ภาพเคลื่อนไหวสาธิต
การใช้งาน circuit
breaker

รูปที่ 16

คณะกรรมการผู้ควบคุมการ
ดำเนินงานในมิเตอร์ของกรม
ผู้ดูแลการวัดการวัด

MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน
1.1 ฟิวส์
 - ฟิวส์เส้น
 - ปลั๊กฟิวส์
 - แบบหลอดแก้ว
 - แบบ D TYPE
 - การวัดครีดยุติฟิวส์
1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์
 - แบบใช้ความร้อน
 - แบบใช้แม่เหล็ก
 - แบบผสม
2. การต่อสายดิน
2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
2.2 เพื่อป้องกันไฟดูด

แบบทดสอบ

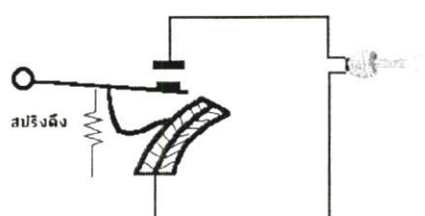
ผู้ควบคุมการวัดการวัด

ผู้ดูแลการวัดการวัด

ออกข้อสอบไปควบคุม

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

เซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้ความร้อน



สปริงดึง

จ่ายไฟ

กระแสสูง

RESET

menu

คำอธิบาย: แต่กำเนิดการลัดวงจรหรือเกิดการ Over Load ซึ่งจะทำให้กระแสสูงไปเมื่อดึงจะตัวทองของสปริงจึงมีแรงดึงอยู่แล้วจะดึงหน้า Contact ทำให้กระแสหยุดไหล

เข้าสู่การทดลอง
เรื่องการทำงาน
ของเซอร์คิตเบรก
เกอร์แบบใช้ความ
ร้อน ในลักษณะ
ปกติและเมื่อเกิด
กระแสสูง

รูปที่ 17

คณะกรรมการผู้ควบคุมการ
ดำเนินงานในมิเตอร์ของกรม
ผู้ดูแลการวัดการวัด

MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน
1.1 ฟิวส์
 - ฟิวส์เส้น
 - ปลั๊กฟิวส์
 - แบบหลอดแก้ว
 - แบบ D TYPE
 - การวัดครีดยุติฟิวส์
1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์
 - แบบใช้ความร้อน
 - แบบใช้แม่เหล็ก
 - แบบผสม
2. การต่อสายดิน
2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
2.2 เพื่อป้องกันไฟดูด

แบบทดสอบ

ผู้ควบคุมการวัดการวัด

ผู้ดูแลการวัดการวัด

ออกข้อสอบไปควบคุม

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

เซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้แม่เหล็ก

โครงสร้างภายในของเซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้แม่เหล็ก



menu

คำอธิบาย: เซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้แม่เหล็กจะมีขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กอยู่ภายในตรงส่วนท้ายของเซอร์คิตเบรกเกอร์ เมื่อมีกระแสสูงๆ ไหลผ่าน จะทำหน้าที่ดึงสายไปภายในเพื่อเปิดหน้า Contact อีกทีหนึ่ง

แสดงโครงสร้างภายใน
ของเซอร์คิต
เบรกเกอร์แบบใช้
แม่เหล็ก

รูปที่ 18

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
ฉบับที่ ๑๖๓ ในอันที่ระบอบฉบับที่
๑๖๓ พ.ศ. ๒๕๕๑

MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน
1.1 ฟ้าผ่า
 ▶ ฟ้าผ่าเส้น
 ▶ ปลั๊กฟ้าผ่า
 - แบบหลอดแก้ว
 - แบบ D TYPE
 ▶ คาร์ตหรือคองฟ้าผ่า
1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์
 ▶ แบบใช้ความร้อน
 ▶ แบบใช้แม่เหล็ก
 ▶ แบบผสม

2. การต่อสายดิน
2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
2.2 เพื่อป้องกันไฟดูด

▶ **แบบทดสอบ**

▶ **ดูความถูกต้องกับภาพ**

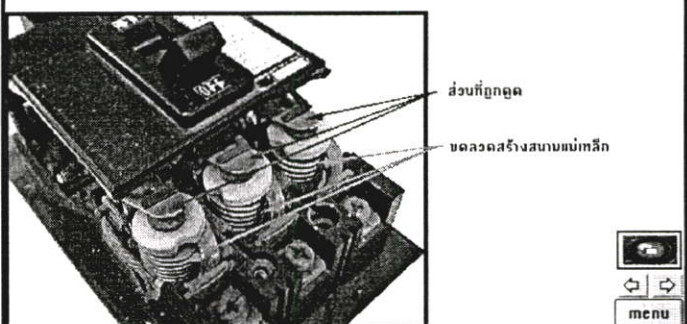
▶ **คู่มือ**

▶ **ออกกลับโปรแกรม**

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

เซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้แม่เหล็ก

โครงสร้างภายในของเซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้แม่เหล็ก



คำอธิบาย เซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้แม่เหล็กจะมีขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กอยู่ภายในตรงส่วนท้ายของเซอร์คิตเบรกเกอร์ เมื่อมีกระแสสูงๆ ไหลผ่าน จะทำหน้าที่ดึงกลไกภายในเพื่อเปิดหน้า Contact อีกทีหนึ่ง

เมื่อเลื่อน MOUS ผ่านปุ่มสีแดงจะแสดงโครงสร้างภายในของเซอร์คิตเบรกเกอร์แบบใช้แม่เหล็ก

รูปที่ 19

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
ฉบับที่ ๑๖๓ ในอันที่ระบอบฉบับที่
๑๖๓ พ.ศ. ๒๕๕๑

MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน
1.1 ฟ้าผ่า
 ▶ ฟ้าผ่าเส้น
 ▶ ปลั๊กฟ้าผ่า
 - แบบหลอดแก้ว
 - แบบ D TYPE
 ▶ คาร์ตหรือคองฟ้าผ่า
1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์
 ▶ แบบใช้ความร้อน
 ▶ แบบใช้แม่เหล็ก
 ▶ แบบผสม

2. การต่อสายดิน
2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
2.2 เพื่อป้องกันไฟดูด

▶ **แบบทดสอบ**

▶ **ดูความถูกต้องกับภาพ**

▶ **คู่มือ**

▶ **ออกกลับโปรแกรม**

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

การต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า

ความสำคัญของการต่อสายดินเพื่อป้องกันฟ้าผ่า



คำอธิบาย เมื่อฝนจะตกจะมีก้อนเมฆกรรมตัวกันเป็นปริมาณมากๆ ซึ่งก้อนเมฆนั้นจะมีประจุลบ เมื่อรวมตัวกันมากก็จะมีประจุลบเป็นจำนวนมาก ต้นไม้สูงๆ หรืออาคารสูงๆ ที่อยู่บนพื้นดินมีศักย์เป็นประจุไฟบวก ประจุลบก็จะถ่ายเทลงมายังต้นไม้หรืออาคารสูงๆ นั้น หรือที่เราเรียกกันว่าฟ้าผ่า จึงต้องมีสายล่อฟ้า ฟ้าที่จะผ่าลงมากและไหลสู่ดินทั้งหมด แต่ถ้าไม่มีสายล่อฟ้า ฟ้าก็จะผ่าอาคารนั้นเสียหายได้

เมื่อคลิกที่ปุ่ม “ถูกฟ้าผ่า” ของอาคารทางขวามือ จะเกิดภาพฟ้าผ่าลงมากถูกส่วนที่สูงที่สุดของอาคารแต่ไม่เกิดความเสียหาย

รูปที่ 20

คณะกรรมการผู้สูงอายุ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

การต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟดูด

ความสำคัญของการต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟดูด

มีสายดิน
ไม่มีสายดิน
ถัด

คำอธิบาย: ถ้าไฟรั่วลงโครงอุปกรณ์ไฟฟ้าและไม่มีสายดินต่ออยู่ ผู้ที่จับอุปกรณ์จะถูกไฟดูด เพราะกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านตัวคนลงสู่ดินนั่นเอง

MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน
 - 1.1 ฟิวส์
 - ▶ ฟิวส์เส้น
 - ▶ ปลั๊กฟิวส์
 - แบบหลอดแก้ว
 - แบบ D TYPE
 - ▶ การ์ดทวีคิงฟิวส์
 - 1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์
 - ▶ แบบใช้ความร้อน
 - ▶ แบบใช้แม่เหล็ก
 - ▶ แบบผสม
2. การต่อสายดิน
 - 2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
 - 2.2 เพื่อป้องกันไฟดูด

แบบทดสอบ
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ผู้จัดทำ
ออกภาคโปรแกรม

เมื่อคลิกที่ปุ่ม “ไม่มีสายดิน” เครื่องใช้ไฟฟ้าไม่มีสายดิน เด็กยกมือขึ้นจับเครื่องใช้ไฟฟ้าและถูกไฟดูด

รูปที่ 21

คณะกรรมการผู้สูงอายุ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อสายดิน

ฟิวส์

220 V L

ฟิวส์ 10 A
ฟิวส์ขาด

จากกฎของโอห์ม $I = \frac{V}{R}$

สมมติว่า R ของการต่อสายดิน 11 โอห์ม $I = \frac{220}{11}$ โอห์ม

$I = 20$ A

กระแสเกิน 10 A จึงเป็นเหตุผลว่าเมื่อสับก็เกอร์แล้วฟิวส์จึงขาด แสดงว่าหลักดินใช้ได้เพราะความต้านทานของหลักดินมีค่า 11 โอห์ม

กรณีที่ 1 ความต้านทานของดินไม่ถึง 25 โอห์ม
กรณีที่ 2 ความต้านทานของดินเกิน 25 โอห์ม

ดังก็เกอร์ท่งและเปลี่ยนฟิวส์ใหม่

ถัด

← ความต้านทานของการต่อลงดิน
ในกรณีนี้สมมติว่า มีค่า 11 โอห์ม
ซึ่งไม่เกิน 25 โอห์ม

คำอธิบาย: ในภาพนี้เกิดฟิวส์ขาดเนื่องจากกระแสไหลเกิน 10 A นั้นแสดงว่าความต้านทานของการต่อสายดินไม่เกิน 25 โอห์ม ซึ่งในที่นี้คือ 11 โอห์ม นั่นเอง ดังนั้น การต่อสายดิน ณ จุดนี้จึงใช้ได้

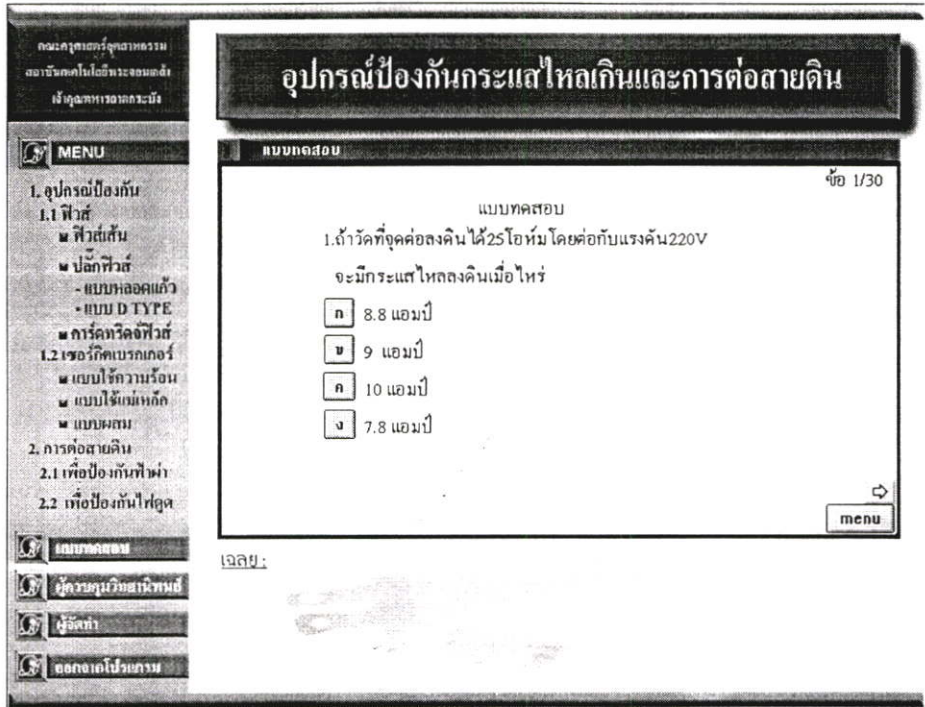
MENU

1. อุปกรณ์ป้องกัน
 - 1.1 ฟิวส์
 - ▶ ฟิวส์เส้น
 - ▶ ปลั๊กฟิวส์
 - แบบหลอดแก้ว
 - แบบ D TYPE
 - ▶ การ์ดทวีคิงฟิวส์
 - 1.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์
 - ▶ แบบใช้ความร้อน
 - ▶ แบบใช้แม่เหล็ก
 - ▶ แบบผสม
2. การต่อสายดิน
 - 2.1 เพื่อป้องกันฟ้าผ่า
 - 2.2 เพื่อป้องกันไฟดูด

แบบทดสอบ
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ผู้จัดทำ
ออกภาคโปรแกรม

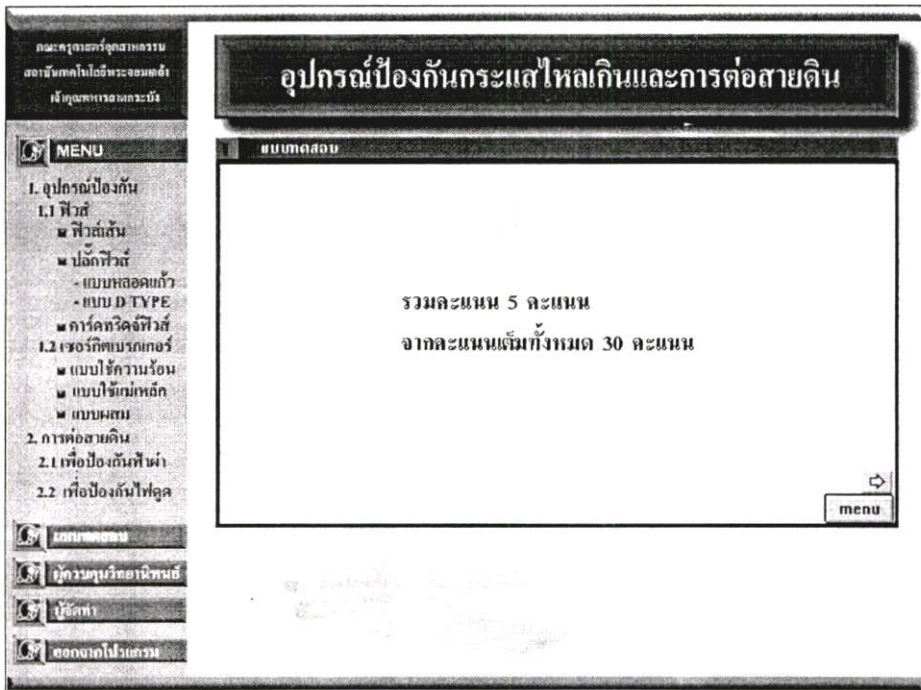
แสดงการหาค่าความต้านทานของสายดิน

รูปที่ 22



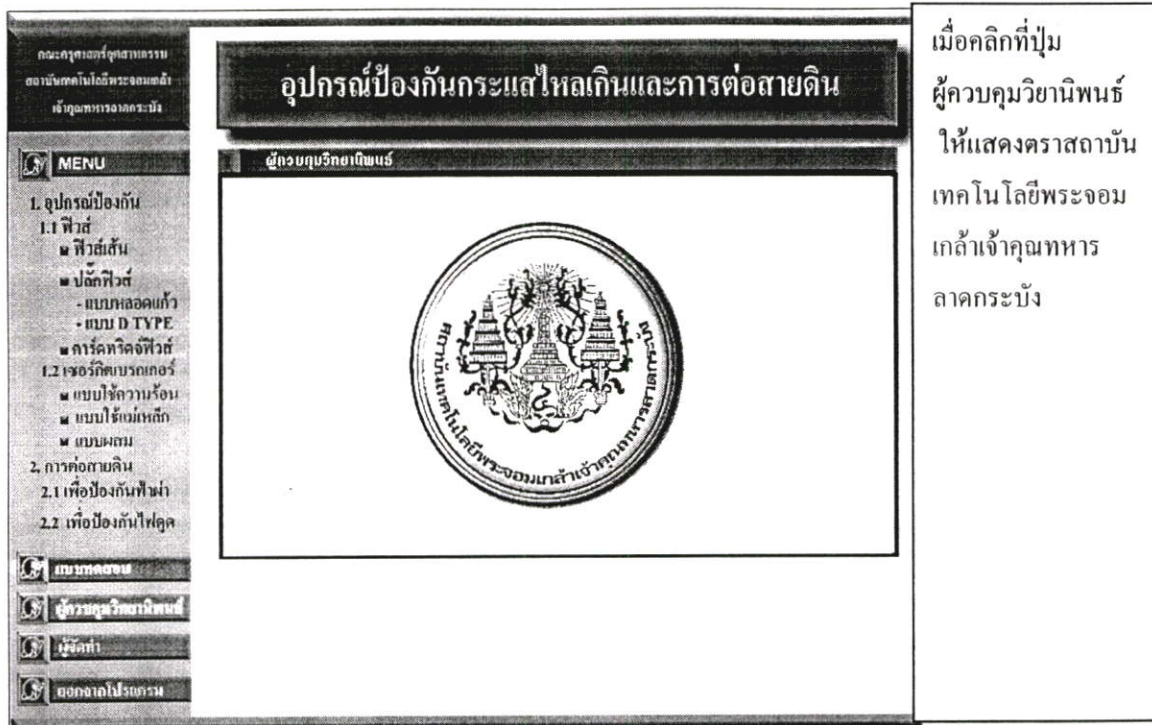
ทำแบบทดสอบ
หลังเรียน 30 ข้อ

รูปที่ 23

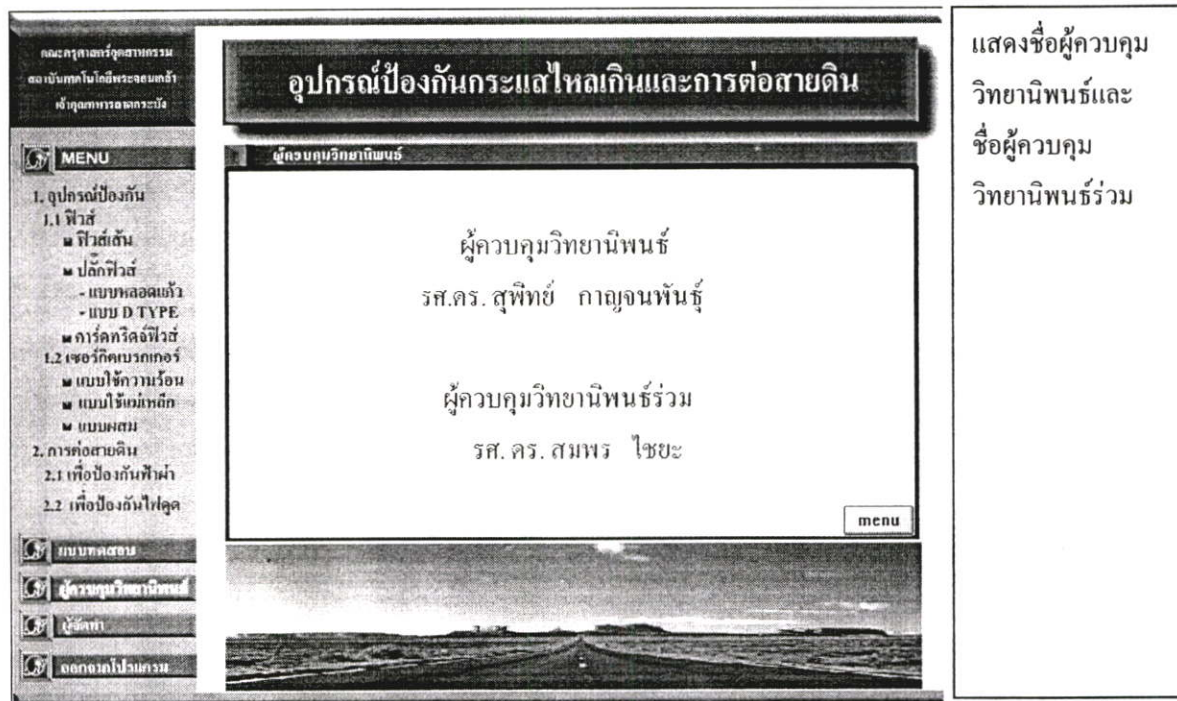


แสดงผลคะแนน
แบบทดสอบหลัง
เรียน

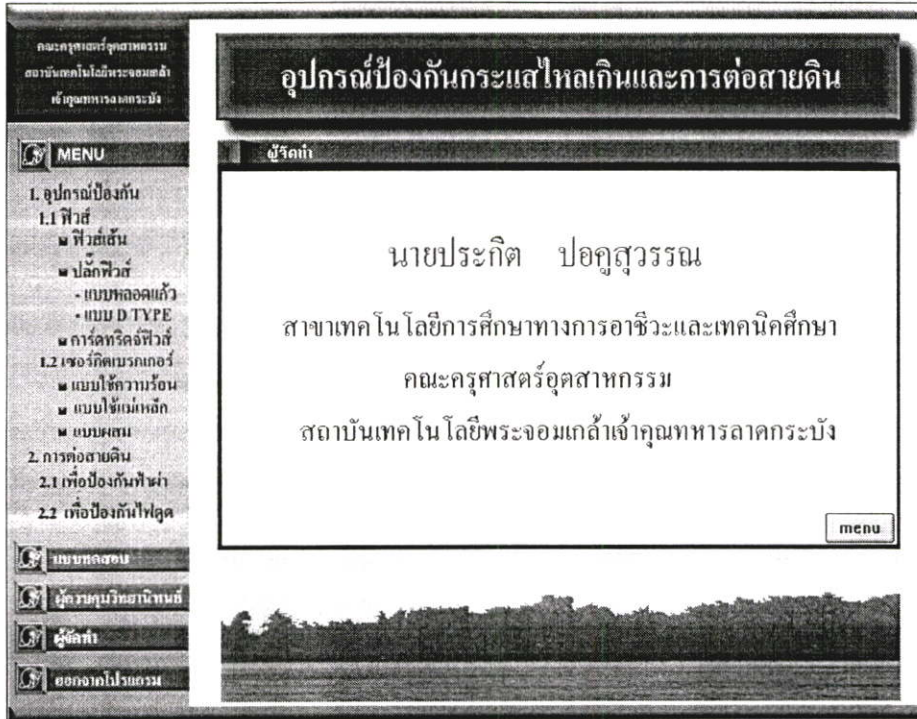
รูปที่ 24



รูปที่ 25

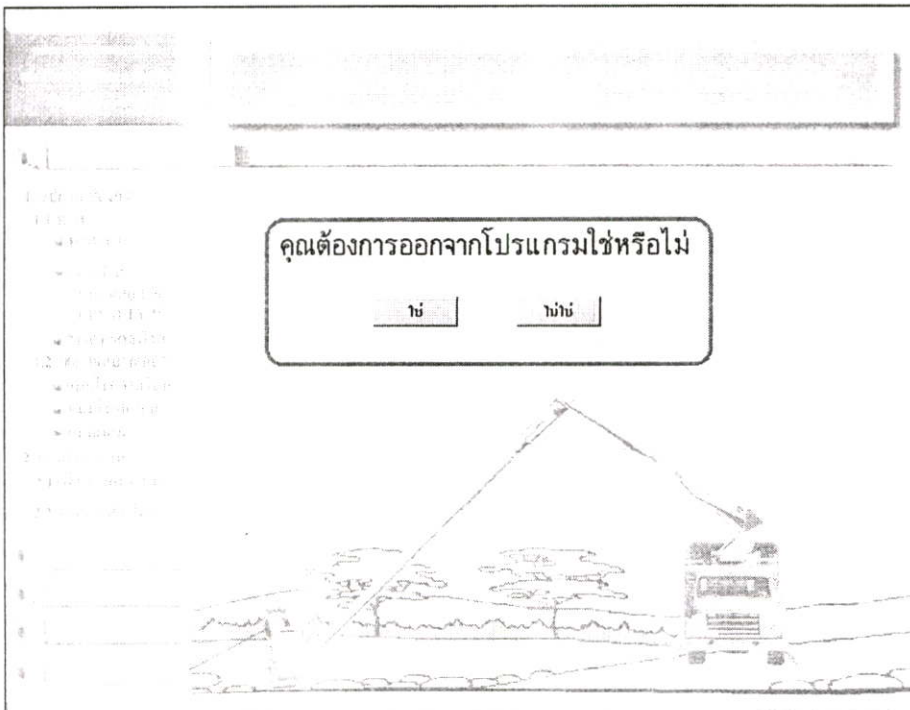


รูปที่ 26



เมื่อคลิกที่ปุ่มผู้จัดทำให้แสดงชื่อผู้จัดทำ

รูปที่ 27



เมื่อคลิกที่ปุ่มออกจากโปรแกรมให้มีการถามยืนยันว่า “คุณต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่” และมีปุ่มให้เลือกว่า “ใช่” และ “ไม่ใช่” ถ้าตอบใช่จะออกจากโปรแกรมถ้าตอบไม่ใช่จะกลับไปหน้าโปรแกรมหลักใหม่อีกครั้งหนึ่ง

รูปที่ 28

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายประกิต ปोकุสุวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	9 กันยายน 2508
สถานที่เกิด	อ. เมือง จ. ระยอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 93 ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง 21150
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคระยอง ต.ท่าประคู้ อ.เมือง จ.ระยอง
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 4
ประวัติการศึกษา	2536 ปริญญาตรี ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาการประถมศึกษา จากสถาบันราชภัฏรำไพพรรณี จ.จันทบุรี 2545 ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง