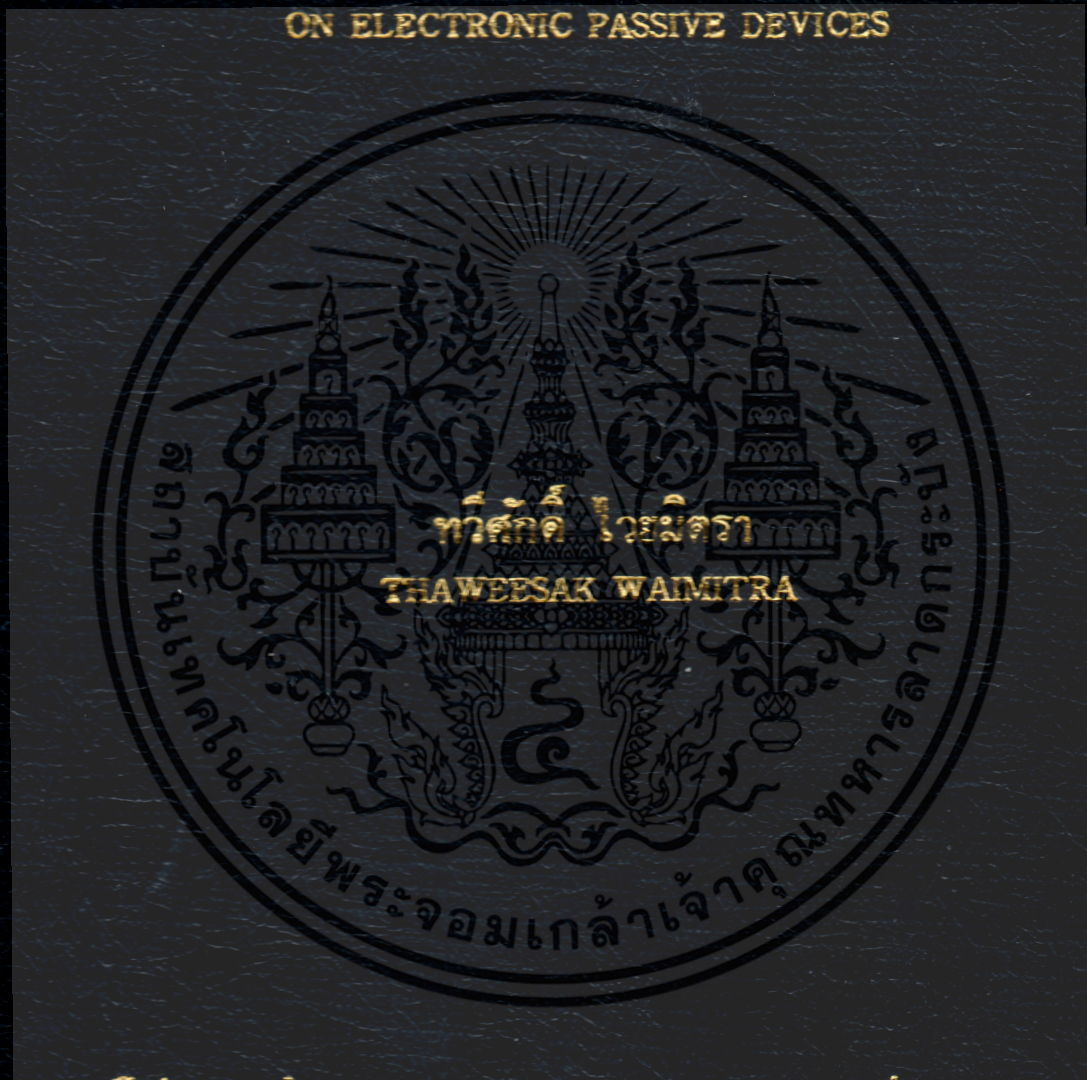


บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

COMPETENCY BASED SKILL TRAINING
ON ELECTRONIC PASSIVE DEVICES



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1358-5

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

COMPETENCY BASED SKILL TRAINING
ON ELECTRONIC PASSIVE DEVICES



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....

วันที่, เดือน, ปี.....

58603

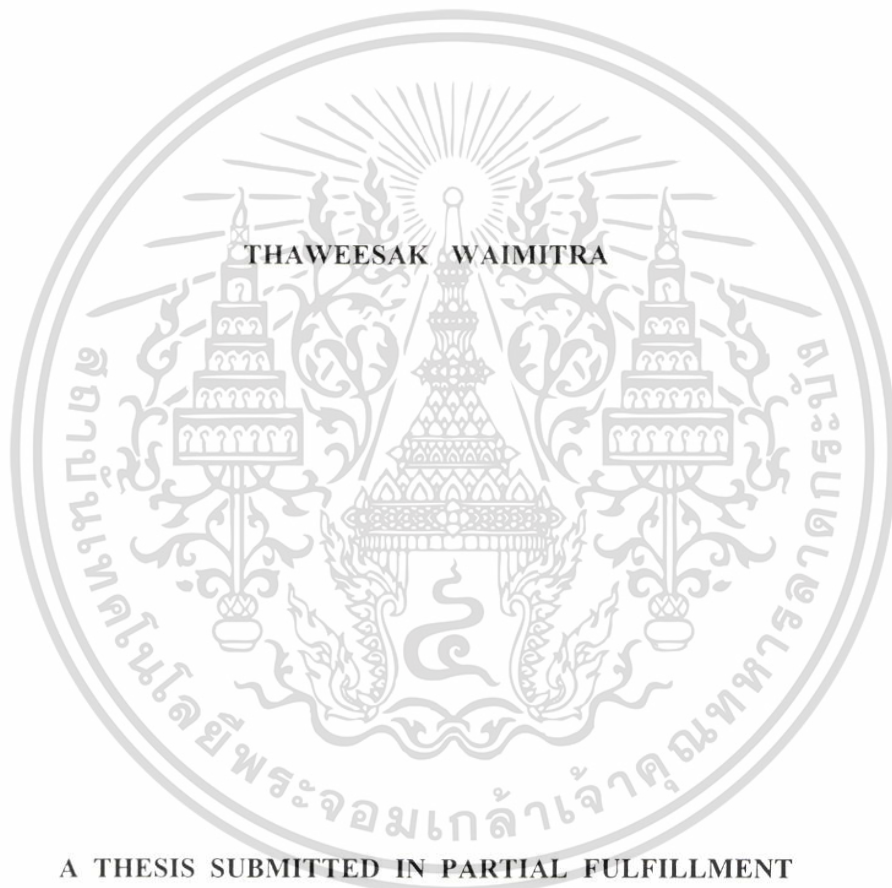
ISBN 974-15-1358-5

11 กรกฎาคม 19

b.....

i.....

**COMPETENCY BASED SKILL TRAINING
ON ELECTRONIC PASSIVE DEVICES**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION IN ELECTRICAL
COMMUNICATIONS ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2005

ISBN 974-15-1358-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ
นักศึกษา	ทวิศักดิ์ ไวยมิตรรา
รหัสประจำตัว	44064622
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสิทธิ์ รัตรี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ สามารถใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E_1/E_2 = 80/80$

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์นี้ ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยที่ 1 เรื่องตัวต้านทาน หน่วยที่ 2 เรื่องตัวเก็บประจุ และหน่วยที่ 3 เรื่องตัวเหนี่ยวนำ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรได้จำนวน 20 คน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้คือ เลือกเนื้อหา นำเนื้อหาที่ได้มาวิเคราะห์เป็นหน่วยย่อย และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมเนื้อหาที่แบ่งย่อยแล้ว สร้างแบบวัดความสามารถโดยการประเมินหาค่าความสอดคล้องและหาค่าความเชื่อมั่น ออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้โปรแกรม Authorware นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาเพื่อหาข้อบกพร่อง กลุ่มที่ 1 จำนวน 1 คน และกลุ่มที่ 2 จำนวน 3 คน เมื่อแก้ไขปรับปรุงแล้ว นำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อประเมิน ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สมบูรณ์ นำมาทดลองหาประสิทธิภาพ โดยหาจากผลการประเมินด้วยแบบวัดความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตร E_1/E_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.48/91.71 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Competency Based Skill Training on Electronic Passive Devices
Student	Mr.Thaweesak Waimitra
Student ID.	44064622
Degree	Master of Science in Industrial Education
Programme	Electrical Communication Engineering
Year	2005
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr.Surasit Ratre
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Peerawut Suwanjan

ABSTRACT

The objectives of the research were to seek for effectiveness of competency based skill training program on electronic passive devices. The hypothesis of the study was that competency based skill training program on electronic passive devices could be effectively used as teaching materials at the efficiency criteria of $E_1/E_2 = 80/80$.

This competency based skill training program was divided into three learning modules: 1)resistor, 2)capacitor and 3)inductor

The samples of this study were students of Associate Degree of Science level, Electrical and Electronic Program, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University. They were randomly selected to participate in simple random sampling from 20 selected samples.

The lesson development consisted of several phases as follows: selecting the lesson contents, analyzing the lesson contents and dividing them into sub-topics, and assigning the behavioral objectives covered all sub-topics, making ability tests, assessment item – objective congruence and reliability, designing and making competency based skill training program using Authorware program, making an experiment to find the efficiency of the lessons with the first sample group of one student and second sample group of three students, making an experiment to find the effectiveness of the lessons using the ability tests scores of the sample groups by E_1/E_2 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The research revealed that the competency based skill training program on electronic passive devices had efficiency of 85.48/91.71, which was the designed (80/80) and could be used as teaching materials efficiency into assumption.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือ ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาและประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่ ผศ.กิตติพงศ์ มะโน อาจารย์เกษม ภูเจริญธรรม และ อาจารย์สมนึก ัญญาวินิชกุล ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสร้างแบบประเมิน ได้แก่ ดร.ไชยรัตน์ ปรานี ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้แก่ ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด อาจารย์สมชัย ช่อไสว และนายมงคล แพทองคำ ที่กรุณาให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ประเทือง ภูมิภัทราคม อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ความเข้าใจด้านการศึกษา เทคโนโลยี ตลอดจนข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิด ให้การศึกษา ความรัก และกำลังใจ แก่ผู้วิจัยอย่างดีมาตลอด รวมทั้งพี่น้องทุกคน ที่ทำให้ผู้วิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ จนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณ คุณวรรณภา ดวงทอง ที่ได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจ ในการเรียนตลอดเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ได้ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือผู้วิจัยในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือด้านการติดต่อสอบถามและแบบฟอร์มเอกสารต่าง ๆ

ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทวีศักดิ์ ไวยมิตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	IX
สารบัญภาพ	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น	5
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 หลักสูตร และคำอธิบายรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	7
2.2 เนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ	8
2.3 ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึកความสามารถแบบอิงเกณฑ์	22
2.4 ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน	31
2.5 โปรแกรม Authorware	33
2.6 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึកความสามารถแบบอิงเกณฑ์	38
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	42
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	42
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	42
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	49
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	54
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบ อิงเกณฑ์ด้านเนื้อหา	55
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบ อิงเกณฑ์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	56
4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	57
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	58
5.1 สรุปผลการวิจัย	58
5.2 อภิปรายผล	60
5.3 ข้อเสนอแนะ	61
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก	65
ภาคผนวก ก แผนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1	66
ภาคผนวก ข แบบวัดความสามารถ	72
ภาคผนวก ค รายละเอียดผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัด ความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	87
ภาคผนวก ง รายละเอียดผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด ความสามารถ	95
ภาคผนวก จ แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบ อิงเกณฑ์ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	100
ภาคผนวก ฉ ตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	105
ภาคผนวก ช รายละเอียดผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	108
ภาคผนวก ซ หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ	111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบ อิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ	124
ประวัติผู้เขียน	141



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเนื้อหา	55
4.2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	56
4.3 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์	57
ค1 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	94
ง1 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ หน่วยที่ 1 เรื่องตัวด้านทาน	96
ง2 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ หน่วยที่ 2 เรื่องตัวเก็บประจุ	97
ง3 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ หน่วยที่ 3 เรื่องตัวเหนี่ยวนำ	98
ช1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในแต่ละหน่วย	109
ช2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วย	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงสัญลักษณ์ของตัวด้านทาน	11
2.2 แสดงสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุ	16
2.3 แสดงสัญลักษณ์ของตัวเหนี่ยวนำ	21
3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอิเล็กทรอนิกส์นับว่ามีส่วนสำคัญอย่างมากในการพัฒนางานทางด้านอุตสาหกรรมทุกสาขา อิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มาก เพราะทุกวันนี้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรามักจะพบว่ามียุคอิเล็กทรอนิกส์เข้าไปเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ อุปกรณ์อำนวยความสะดวก อุปกรณ์จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ตลอดจนอุปกรณ์ชิ้นเล็กชิ้นน้อยต่าง ๆ ก็มีส่วนของอิเล็กทรอนิกส์เข้าไปเกี่ยวข้องด้วยไม่มากก็น้อย

การจะเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์และสามารถทำความเข้าใจได้ สิ่งสำคัญคือต้องเรียนรู้พื้นฐานของอิเล็กทรอนิกส์ก่อน ต้องเข้าใจคุณสมบัติและการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นชนิด ๆ ไป แล้วจึงนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นมาประกอบขึ้นเป็นวงจรต่าง ๆ อุปกรณ์และวงจรเหล่านั้นจึงจะสามารถทำงานได้

จากการสัมภาษณ์นักศึกษาที่ต้องเรียนวิชาพื้นฐานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เกี่ยวกับความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนการสอนวิชาพื้นฐานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าการเรียนของนักศึกษาก่อนข้างจะมีปัญหาดังต่อไปนี้คือ เนื้อหาที่เรียนไม่สัมพันธ์กับงาน เนื้อหาปริมาณค่อนข้างมาก บางเนื้อหาละเอียดเกินความจำเป็น และผู้เรียนที่มีพื้นฐานต่างกัน ทำให้ไม่สามารถเรียนได้ทันตามเพื่อน เป็นต้น (ประกรณ์ นิธิโรจน์ภักดิ์. 2534)

จากประสบการณ์การสอนทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของผู้วิจัย ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ พบว่าในการเรียนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์สำหรับช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีปัญหาดังนี้

1. คุณสมบัติของผู้เรียนที่ได้รับคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับอนุปริญญาทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีความหลากหลาย โดยประกอบไปด้วยผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาประโยคมัธยมศึกษาตอนปลายสายวิทยาศาสตร์ หรือสายช่างอุตสาหกรรม หรือประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์หรือไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลให้ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่ต่างกัน ทำให้การเรียนการสอนเกิดความล่าช้า และผู้เรียนบางกลุ่มที่เคยศึกษามาแล้ว เกิดความเบื่อหน่ายไม่สนใจในเนื้อหาส่วนดังกล่าว

2. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลองมีไม่ครบทุกชนิด มีจำนวนไม่เพียงพอสำหรับการทดลอง และมีคุณภาพหลากหลาย ซึ่งทำให้การทดลองไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต้องใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทุกวงจร การจะซ่อมแซม แก้ไข ปรับปรุง และการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องคุณสมบัติการใช้งาน และการอ่านค่าของอุปกรณ์เหล่านั้นเป็นอย่างดี จึงจำเป็นต้องทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะและความชำนาญในเรื่องดังกล่าว และยังใช้เป็นแนวทางในการศึกษา วิเคราะห์ ในเรื่องเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ที่สูงๆ ขึ้นไปได้อย่างถูกต้อง

4. เนื้อหาในแต่ละหน่วยของวิชาตามหลักสูตรมีรายละเอียดค่อนข้างมาก อีกทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนมีไม่เพียงพอ บางครั้งการลงปฏิบัติการทดลองไม่สามารถทำให้เสร็จได้ตามเวลาที่กำหนด

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ซึ่งบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ.2542 โดยเฉพาะหมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 24 กล่าวว่า “ การจัดระบบการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังต่อไปนี้

- (1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- (2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
- (3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
- (4) จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
- (5) ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ” (สำนักนโยบายและพัฒนาศาสนา สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ, 2542)

จะเห็นได้ว่าส่วนสำคัญในการจัดการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษานั้นมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายและทรัพยากร โดยเปรียบเทียบกับเวลาและผู้สอนจะต้องใช้ในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการแก้ปัญหของนักเรียนแต่ละคนจะทำให้ผู้สอนมีเวลาให้นักเรียนคนอื่นได้มากขึ้น ประการที่สองเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอน เนื่องจากเทคนิคสมัยใหม่ทำให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพขึ้น โดยสามารถประเมินผลการเรียนของนักเรียนได้อย่างรวดเร็วและทุกจุดที่นักเรียนเกิดปัญหาการคำนวณ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประการที่สามทำให้เกิดความรู้สึกล้มเหลวในการเรียนรู้ทางวิชาการทั้งผู้สอนและนักเรียน (ชัยโรจน์ เจนธำรง. 2538 : 21) การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนทางด้านการปฏิบัติย่อมส่งผลประโยชน์ต่อสถาบันการศึกษาคือช่วยลดงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์ชุดทดลอง ลดกระบวนการในการจัดซื้อจัดจ้าง ส่วนประโยชน์ที่ผู้เรียนได้รับโดยตรง คือผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ศึกษาก่อนเรียนหรือทบทวนหลังเรียนเพื่อแก้ปัญหาผู้เรียนที่มีพื้นฐานต่างกัน อีกทั้งยังสามารถเลือกเรียน ณ สถานที่ และหรือเวลาใดก็ได้ตามความต้องการ และยังคงช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับสูงและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญในการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอน และมีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หรือเรียกว่า CBST (Competency Based Skill Training) เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนทางด้านปฏิบัติ เน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีการจำลองสถานการณ์เหมือนการปฏิบัติจริง มีการสอนอย่างเป็นขั้นตอน และมีการเสริมแรงให้กับผู้เรียนได้หลายรูปแบบ มีภาพเคลื่อนไหว มีสี มีเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน สามารถทบทวนความรู้ได้ตลอด ซึ่งบทเรียนที่สร้างขึ้นจะเป็นบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนในการนำไปสู่การพัฒนาทักษะการเรียนรู้การปฏิบัติ เพื่อจะนำความรู้ไปปฏิบัติได้จริง และจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ สามารถใช้เป็สื่อในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้ คือ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปแกรม วิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 60 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปแกรม วิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

3. เนื้อหาวิชาที่นำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ได้นำมาจากเนื้อหาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ตามหลักสูตร สถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกเนื้อหาในเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ มา 3 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 หน่วยที่ 1 ตัวต้านทาน

3.2 หน่วยที่ 2 ตัวเก็บประจุ

3.3 หน่วยที่ 3 ตัวเหนี่ยวนำ

โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบด้วยเนื้อหาหลัก ๆ คือ โครงสร้าง สัญลักษณ์แบบและชนิดของอุปกรณ์ คุณสมบัติการใช้งาน รวมทั้งการอ่านค่าอุปกรณ์ทั้งสามชนิด

1.5 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวความคิด ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 ตามหลักสูตร สถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 โดยนำแนวคิดในการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ของกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม มาประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเรียนรู้ (Know)

2. แสดง (Show)

3. ปฏิบัติงานจริง (Do)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทบทวน (Review)
5. ทดสอบให้ผ่าน (Pass Through)

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยครั้งนี้ใช้กับนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปแกรมวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ซึ่งเป็นกลุ่มผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษามาจากระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายวิทยาศาสตร์

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้มีคำบางคำที่นำมาใช้ และอาจมีความหมายแตกต่างไปจากคำที่ใช้กัน โดยทั่วไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยให้ความหมายของคำต่าง ๆ ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยสอน เพื่อนำเสนอบทเรียน และสาธิตการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษา และปฏิบัติตามบทเรียนที่นำเสนอ
2. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน ได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ เป็นอุปกรณ์ประเภทที่ไม่มีอัตราการขยาย ค่ากระแสเปลี่ยนแปลงตามแรงดันและความต้านทาน โดยค่าความต้านทานแปรค่าตามกฎของโอห์ม
3. ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปแกรมวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
4. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

E_1 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ที่ได้จากการประเมินด้วยแบบวัดความสามารถโดยอาจารย์ผู้สอน หลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในแต่ละหน่วยรวมกัน

E_2 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ที่ได้จากการประเมินด้วยแบบวัดความสามารถโดยอาจารย์ผู้สอน หลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แบบวัดความสามารถ หมายถึง แบบวัดที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินผู้เรียนภาคปฏิบัติโดยอาจารย์ผู้สอน หลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการประเมินผู้เรียนภาคปฏิบัติโดยอาจารย์ผู้สอนด้วยแบบวัดความสามารถ หลังจากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ โดยใช้แบบวัดความสามารถที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 เพื่อทำความเข้าใจหลักการและทฤษฎี ตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 หลักสูตร และคำอธิบายรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1
- 2.2 เนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ
- 2.3 ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
- 2.4 ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน
- 2.5 โปรแกรม Authorware
- 2.6 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตร และคำอธิบายรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มีจุดประสงค์เฉพาะคือ

1. เพื่อให้ได้เรียนรู้เทคโนโลยีด้านวิชาการทางอิเล็กทรอนิกส์ เพียงพอที่จะประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อให้สามารถปรับตัว และติดตามในด้านความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้มีพื้นฐานความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์เพียงพอที่จะศึกษาวิชาการนี้ต่อไป
(สถาบันราชภัฏนครสวรรค์. 2546 : 246)

วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 รหัสวิชา 5581104 เป็นวิชาบังคับในหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 ใช้เวลาเรียน 4 คาบต่อสัปดาห์ แบ่งออกเป็นทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 2 คาบ จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต ดังรายละเอียดใน (ภาคผนวก ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

อุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์จะจัดแบ่งกลุ่มออกได้เป็นชนิดใหญ่ๆ คือ

1. อุปกรณ์ประเภทพาสซีฟ (Passive Devices) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน ได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประเภทที่ไม่มีอัตราการขยาย โดยค่ากระแสเปลี่ยนแปลงตามค่าแรงดันและค่าความต้านทาน เป็นไปตามกฎของโอห์ม

2. อุปกรณ์ประเภทแอ็คทีฟ (Active Devices) ได้แก่ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ไทริสเตอร์ และอุปกรณ์โซลิตสเตรทอื่น ๆ เป็นอุปกรณ์ที่จัดได้ว่ามีอัตราการขยายและมีการทำงานแบบไม่สม่ำเสมอ ไม่เป็นไปตามกฎของโอห์ม ซึ่งเรียกทางวงจรไฟฟ้าว่าเป็นแบบ นอนลิเนียร์ (Nonlinear)

2.2.1 ตัวต้านทาน

หรือเรียกว่า “รีซิสเตอร์” (Resistor) หรือ “อาร์” (R) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า และแบ่งแรงดันในวงจรไฟฟ้า ตัวต้านทานมีอยู่หลายชนิด สามารถแบ่งประเภทของตัวต้านทานที่ใช้งานออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แบ่งตามวัสดุที่ใช้สร้างตัวต้านทาน
2. แบ่งตามชนิดการใช้งานของตัวต้านทาน

ตัวต้านทานแบ่งตามวัสดุที่ใช้สร้าง

แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1. วัสดุประเภทโลหะ (Metallic Type)
2. วัสดุประเภทอโลหะ (Non - Metallic Type)

ตัวต้านทานประเภทที่สร้างจากวัสดุประเภทโลหะ

โลหะที่นำมาผลิตเป็นตัวต้านทาน ถูกสร้างขึ้นในรูปเส้นลวด (Wire) หรือแถบลวด (Ribbon) ประเภทนิโครม (Nichrome) พันบนแกนเซรามิกและต่อปลายลวดเข้ากับขาโลหะไว้ต่อใช้งาน ผิวด้านนอกเคลือบด้วยฉนวนอีกชั้นหนึ่ง สร้างออกมาแบบตัวต้านทานคงที่ หรือแบบปรับค่าได้ ตัวต้านทานประเภทนี้มักถูกเรียกว่า ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ (Wire Wound Resistor) ค่าความต้านทานของตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของลวดโลหะที่นำมาผลิต คือ ลวดเส้นใหญ่ค่าความต้านทานต่ำ ส่วนลวดเส้นเล็กค่าความต้านทานสูง และความยาวของลวดก็มีผล โดยถ้าลวดมีความยาวน้อยค่าความต้านทานต่ำ ส่วนลวดที่มีความยาวมากค่าความต้านทานสูง

ข้อดีของตัวต้านทานประเภทนี้ คือสามารถสร้างให้มีค่าทนกำลังไฟฟ้าได้สูงจนถึงเป็นร้อยวัตต์ ค่าความต้านทานมีความคงที่ต่ออุณหภูมิ และมีความคลาดเคลื่อนน้อย

ตัวต้านทานประเภทที่สร้างจากวัสดุประเภทอโลหะ

ตัวต้านทานประเภทนี้ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตัวต้านทานแบบคาร์บอน (Carbon) เป็นตัวต้านทานที่ผลิตขึ้นมาใช้งานมานานแล้ว และยังมีใช้งานจนถึงปัจจุบัน ผลิตโดยใช้ผงคาร์บอน หรือผงกราไฟต์ มาอัดรวมกับสารซิลิกาและกาว แล้วอัดแน่นเป็นแท่งทรงกลม มีขาตัวนำต่อเชื่อมที่ปลายทั้งสองข้าง และนำไปจุ่มในสารอีพ็อกซี่ หรือหุ้มด้วยฉนวน การผลิตให้ได้ค่าความต้านทานตามต้องการ ทำได้โดยเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของผงคาร์บอน หรือผงกราไฟต์ ค่าความต้านทานที่ผลิตได้ตั้งแต่เศษส่วนของโอห์มจนถึงเป็นล้าน ๆ โอห์ม ค่าการทนกำลังไฟฟ้ามักมีขนาด $1/8$, $1/4$, $1/2$, 1 และ 2 วัตต์ โดยดูจากขนาดของตัวต้านทาน ตัวเล็กจะมีค่าการทนกำลังไฟฟ้าต่ำ และตัวใหญ่จะมีค่าการทนกำลังไฟฟ้าสูง

ข้อเสียของตัวต้านทานแบบคาร์บอน คือมีค่าความผิดพลาดสูง และไม่สามารถนำไปใช้งานกับความถี่สูงได้ เพราะจะเกิดสัญญาณรบกวน และอุณหภูมิมีผลต่อความต้านทานแบบนี้

2. ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน (Carbon Film) ตัวต้านทานชนิดนี้ผลิตโดยใช้ผงคาร์บอนผสมกับผงซิลิกาเคลือบหุ้มแกนเซรามิกแบบกลมขนาดเล็ก เชื่อมต่อขาตัวต้านทานทั้งสองข้างและหุ้มฉนวนปิดทับอีกชั้น คุณสมบัติของตัวต้านทานแบบนี้คล้ายกับแบบคาร์บอน

3. ตัวต้านทานแบบฟิล์มบาง มีลักษณะการผลิตคล้ายแบบฟิล์มคาร์บอน แต่จะใช้ตัวที่ทำให้เกิดค่าความต้านทานเป็นชนิดบางพิเศษ และใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยสร้าง โดยสามารถสร้างขึ้นได้หลายตัวในโครงสร้างเดียวกัน ต่อเชื่อมขาออกมาภายนอกในรูปของไอซี อาจเป็นแบบดินตะขาบหรือแบบตั้ง นิยมนำไปใช้งานในเครื่องมือเครื่องใช้สมัยใหม่ เช่น คอมพิวเตอร์ ดาวเทียม เครื่องบิน ฯลฯ

ตัวต้านทานแบ่งตามชนิดการใช้งาน

จะขึ้นอยู่กับลักษณะการสร้างขึ้นมาใช้งาน แบ่งออกได้หลายชนิดโดยใช้วัสดุที่ทำมาจากโลหะและอโลหะ แบ่งออกได้ดังนี้

1. ตัวต้านทานชนิดคงที่ (Fixed Resistor) คือ ตัวต้านทานที่ถูกสร้างขึ้นมามีค่าความต้านทานตายตัว ปรับเปลี่ยนไม่ได้ มีค่าความต้านทานกว้างตั้งแต่ค่าต่ำ ๆ เป็นเศษส่วนของโอห์มไปจนถึงเป็นเมกะโอห์ม โดยเรียกตามชื่อของวัสดุที่นำมาผลิต เช่น คาร์บอน ฟิล์มคาร์บอน ฟิล์มโลหะ ไวร้าววด์ หรือแบบฟิล์มบาง ค่าทนกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ $1/16$ วัตต์ ถึงเป็นร้อย ๆ วัตต์ แล้วแต่ชนิดของวัสดุที่นำมาผลิต

นอกจากนี้ตัวต้านทานแบบคงที่ ยังถูกผลิตขึ้นมาใช้งาน โดยเฉพาะกับอุปกรณ์และเครื่องมือ นั้น ๆ เช่น สร้างลงในชิปไอซีแบบไฮบริดจ์ มักนิยมใช้ตัวต้านทานชนิดแปะติด ซึ่งสะดวกในการต่อเชื่อมขาและขนาดเล็กกะทัดรัด ใช้ในวงจรที่มีบริเวณจำกัด เช่น ในวิทยุเทปซาวด์อะเบาต์ วิทยุเทปดีครอยนต์ และเครื่องมือเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่

2. ตัวต้านทานชนิดแบ่งค่า (Tapped Resistor) คือ ตัวต้านทานที่ถูกต่อขาออกมาใช้งานมากกว่า 2 ขา เช่น 3 ขา 4 ขา ฯลฯ โดยแต่ละขามีค่าความต้านทานคงที่ปรับเปลี่ยนไม่ได้ แต่สามารถเลือกขาใช้งานได้ตามต้องการ ตัวต้านทานชนิดนี้จะเป็นแบบไวร้าววด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าได้ (Adjustable Resistor) คือ ตัวต้านทานที่สามารถเปลี่ยนค่าได้ตามต้องการ แต่จะใช้ได้เฉพาะค่าใดค่าหนึ่งเท่านั้น ตัวต้านทานชนิดนี้มักเป็นแบบไวร์วาวด์ โดยที่ส่วนหนึ่งของตัวต้านทานไม่ได้หุ้มฉนวนไว้ มองเห็นเป็นเส้นลวดพันรอบแกนเซรามิกเป็นวงกลม ขาที่เปลี่ยนตำแหน่งได้จะเป็นปลอกโลหะสวมอยู่ และไปสัมผัสกับส่วนที่เป็นเส้นลวด สามารถเลื่อนไปมาได้ตามต้องการ มีสกรูขันยึดปลอกโลหะให้สัมผัสแน่นกับเส้นลวดที่ตัวต้านทาน เพื่อเป็นการเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่ง

4. ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (Variable Resistor) คือ ตัวต้านทานที่สามารถปรับค่าความต้านทานได้ สามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานตั้งแต่ต่ำสุดไปจนถึงค่าสูงสุดของตัวมันได้อย่างต่อเนื่อง ตัวต้านทานประเภทนี้จะถูกสร้างขึ้นในรูปโค้งเป็นวงกลม (แบบหมุน) และแบบแท่งยาว (แบบเลื่อน) โดยมีขายื่นออกมา 3 ขา หรืออาจมีน้อยกว่านี้ เวลาปรับค่าใช้ปรับที่ขากลางของตัวต้านทานนั้น

5. ตัวต้านทานชนิดพิเศษ (Special Resistor) ตัวต้านทานชนิดพิเศษถูกสร้างขึ้นมาใช้งานเฉพาะอย่าง ทำหน้าที่พิเศษนอกเหนือไปจากการทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานธรรมดา เช่น ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามอุณหภูมิมีชื่อเรียกว่า “เทอร์มิสเตอร์” (Thermistor) คุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์ คือ ค่าความต้านทานในตัวเทอร์มิสเตอร์จะเปลี่ยนแปลงมากขึ้นหรือน้อยลงตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป เทอร์มิสเตอร์มี 2 ชนิด คือ

5.1 แบบ NTC (Negative Temperature Coefficient) หรือเทอร์มิสเตอร์แบบลบ คือ เทอร์มิสเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเพิ่มขึ้นหรือลดลงตรงข้ามกับอุณหภูมิ นั่นคือเมื่ออุณหภูมิเพิ่มความต้านทานในตัวเทอร์มิสเตอร์จะลดลง และเมื่ออุณหภูมิลดความต้านทานในตัวเทอร์มิสเตอร์จะเพิ่มขึ้น

5.2 แบบ PTC (Positive Temperature Coefficient) หรือเทอร์มิสเตอร์แบบบวก คือ เทอร์มิสเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามอุณหภูมิ นั่นคือเมื่ออุณหภูมิเพิ่มความต้านทานในตัวเทอร์มิสเตอร์จะเพิ่มตาม และเมื่ออุณหภูมิลดความต้านทานในตัวเทอร์มิสเตอร์จะลดตาม

ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง มีชื่อเรียกว่า “แอลดีอาร์” (LDR, Light Dependent Resistor) คือ ตัวต้านทานที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานตามแสงที่มากกระทบบ เมื่อแสงมากกระทบน้อย แอลดีอาร์จะมีค่าความต้านทานสูง และเมื่อแสงมากกระทบบมาก แอลดีอาร์จะมีค่าความต้านทานต่ำ สารที่นำมาผลิตเป็นแอลดีอาร์ทำมาจากสารกึ่งตัวนำประเภทแคดเมียม ซัลไฟด์ (CdS; Cadmium Sulfid) ใช้กับแสงที่ตาคนมองเห็น และแคดเมียม ซีลีไนด์ (CdSe; Cadmium Selenide) ใช้กับแสงอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์ของตัวต้านทาน



ภาพที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์ของตัวต้านทาน

หน่วยของความต้านทาน

ความต้านทานหรือรีซิสแตนซ์ (Resistance) มีหน่วยที่ใช้ในการบอกขนาดของความต้านทานเป็นโอห์ม (Ohm ; Ω) ความหมายของความต้านทาน 1 โอห์ม คือ ความต้านทานที่ยอมให้กระแสไหลผ่านได้ 1 แอมแปร์ และมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน 1 โวลต์

การอ่านค่าความต้านทาน

ที่ตัวต้านทานนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานกำกับไว้ ใช้ในการบอกถึงค่าความต้านทานของตัวต้านทานตัวนั้น การบอกค่าความต้านทานมีวิธีการบอกแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

ความต้านทานแบบบอกค่าเป็นตัวเลขตัวอักษร

ค่าความต้านทานที่บอกค่าเป็นตัวเลขตัวอักษร มีวิธีการบอกแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบบอกค่าความต้านทานโดยตรง โดยจะพิมพ์ค่าความต้านทานลงบนตัวต้านทานตามค่าความต้านทานนั้น โดยบอกหน่วยเป็น Ω , $k\Omega$ และ $M\Omega$ อาจมีค่าการทนกำลังไฟฟ้าและค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดกำกับไว้ด้วย บางแบบอาจมีตัวอักษรกำกับไว้ เพื่อแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษ มี 4 ตัว มีความหมาย คือ

อักษร J แทนค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด $\pm 5\%$

อักษร K แทนค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด $\pm 10\%$

อักษร L แทนค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด $\pm 15\%$

อักษร M แทนค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด $\pm 20\%$

ตัวอย่างเช่น

$820\Omega K$ = ค่าความต้านทาน 820 โอห์ม ค่าผิดพลาด $\pm 10\%$

$1WJ220K\Omega$ = ค่าความต้านทาน 220 กิโลโอห์ม ค่าผิดพลาด $\pm 5\%$
ทนกำลังไฟฟ้าได้ 1 วัตต์

$2W3K9\Omega M$ = ค่าความต้านทาน 3.9 กิโลโอห์ม ค่าผิดพลาด $\pm 20\%$
ทนกำลังไฟฟ้าได้ 2 วัตต์

2. แบบบอกค่าความต้านทานเป็นรหัส จะพิมพ์ค่าความต้านทานลงบนตัวต้านทานในรูปรหัส ในรหัสนั้นจะประกอบด้วยตัวเลขและตัวอักษรรวมกัน ตัวเลขมี 3 ตัว บอกถึงค่าความต้านทานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทานของตัวต้านทานนั้น ตัวอักษรมี 1 ตัว บอกถึงค่าผิดพลาดของความต้านทาน ตัวอักษรนอกจากมีตัว J, K, L, M แล้วยังเพิ่มตัวอักษร F และ G ขึ้นมา โดยมีความหมาย คือ

อักษร F แทนค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด $\pm 1\%$

อักษร G แทนค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด $\pm 2\%$

การอ่านค่ารหัสให้อ่านตัวเลขจากซ้ายมือมาขวามือ ตัวเลข 2 ตัวแรกทางซ้ายมืออ่านค่าออกมาได้โดยตรง ตัวเลขตัวที่ 3 ขวามือ เป็นตัวเลขบอกจำนวนเลขศูนย์ ที่จะใช้เติมเข้าไป อ่านหน่วยออกมาเป็นโอห์ม ตัวอย่างเช่น

221F = ค่าความต้านทาน 220 โอห์ม ค่าผิดพลาด $\pm 1\%$

100G = ค่าความต้านทาน 10 โอห์ม ค่าผิดพลาด $\pm 2\%$

824J = ค่าความต้านทาน 820,000 โอห์ม หรือ 820 กิโลโอห์ม ค่าผิดพลาด $\pm 5\%$

622K = ค่าความต้านทาน 6,200 โอห์ม หรือ 6.2 กิโลโอห์ม ค่าผิดพลาด $\pm 10\%$

ความต้านทานแบบบอกค่าเป็นแถบสี เป็นแบบที่นิยมใช้งานโดยใช้สีที่เป็นมาตรฐาน แถบสีที่ใช้แบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบ 4 แถบสี และแบบ 5 แถบสี

การอ่านค่าแถบสี สามารถอ่านได้ตามโค้ดสีที่กำหนดไว้ พร้อมแถบสีตัวคูณ และแถบสีเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด ก็จะได้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานนั้นออกมา

ตัวอย่างการอ่านค่าตัวต้านทานแบบ 4 แถบสี ให้อ่านแถบสีที่อยู่ใกล้ขาตัวต้านทานมากที่สุดเป็นแถบสีที่ 1 แถบสีต่อมาเป็นแถบสีที่ 2 ทั้ง 2 แถบสีเป็นค่าตัวเลขที่อ่านได้โดยตรง ส่วนแถบสีที่ 3 เป็นตัวคูณหรือจำนวนที่ต้องเติมศูนย์ (0) และแถบสีที่ 4 เป็นค่าผิดพลาด

2.2.2 ตัวเก็บประจุ

อาจเรียกว่า “ตัวคาปาซิเตอร์” (Capacitor) หรือ “ตัวคอนเดนเซอร์” (Condenser) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า “ซี” (C) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟที่มีคุณสมบัติสามารถสะสมกำลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของสนามไฟฟ้า แล้วสนามไฟฟ้าที่ถูกสะสมไว้จะถูกจ่ายออกมาในเวลาต่อมา เมื่อแรงดันไฟฟ้าภายนอกน้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าที่เก็บสะสมไว้ ตัวเก็บประจุกถูกนำไปใช้งานในวงจรต่าง ๆ เช่น วงจรกรองกระแสให้เรียบ (Filter) ของวงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง วงจรกรองความถี่ วงจรถ่ายทอคสัญญาณ (Coupling) วงจรออสซิลเลเตอร์ วงจรลดประกายไฟฟ้าที่หน้าทองขาวของจานจ่ายรถยนต์ ฯลฯ

โครงสร้างของตัวเก็บประจุ

โครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วยแผ่นตัวนำ 2 แผ่นวางขนานอยู่ใกล้กัน โดยมีฉนวนกั้นกลางระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสอง ซึ่งสารฉนวนที่กั้นกลางจะเรียกว่า “ไดอิเล็กตริก” (Dielectric)

ค่าความจุของตัวเก็บประจุ (Capacitance) คือ ความสามารถในการเก็บประจุอิเล็กตรอนในตัวเก็บประจุ ซึ่งปริมาณของประจุไฟฟ้ามีหน่วยเป็น คูลอมป์ (Coulomb : Q) โดยมีความต่างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศักย์ของแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแผ่นตัวนำทั้งสองในตัวเก็บประจุ เป็นตัวดันประจุให้เข้าที่แผ่นตัวนำทั้งสองในตัวเก็บประจุนั้น ค่าความจุของตัวเก็บประจุ 1 ฟาราด (Farad) หมายถึง ค่าความจุที่ตัวเก็บประจุสามารถเก็บประจุได้ 1 คูลอมป์ แล้วทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสอง 1 โวลต์ หรือสามารถเขียนแทนด้วยสมการได้ ดังนี้

$$C = \frac{Q}{V}$$

โดยที่ C = ค่าของตัวเก็บประจุ มีหน่วยเป็น ฟาราด (F)
 Q = ปริมาณของประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น คูลอมป์ (Q)
 V = แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

ค่าความจุของตัวเก็บประจุนั้นขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของตัวเก็บประจุ โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$C = k \frac{A}{d}$$

โดยที่ C = ค่าความจุของตัวเก็บประจุ มีหน่วยเป็น ฟาราด (F)
 A = พื้นที่ของแผ่นตัวนำ มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m²)
 d = ระยะห่างของแผ่นตัวนำ มีหน่วยเป็น เมตร (m)
 k = ค่าคงที่ของฉนวนที่กั้นระหว่างแผ่นตัวนำ มีหน่วยเป็น ฟาราด/เมตร (F/m)

ค่าความจุของตัวเก็บประจุจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ผิวของตัวนำทั้งสอง (A) หมายความว่า ถ้าพื้นที่ผิวของแผ่นตัวนำมาก ค่าความจุจะมีค่ามากด้วย

2. ระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสอง (d) หมายความว่า ถ้าแผ่นตัวนำทั้งสองยิ่งชิดกันมาก ค่าความจุก็จะยิ่งมาก

3. ชนิดของสารที่นำมาใช้ทำไดอิเล็กตริก ซึ่งจะมีค่าคงที่ความเป็นฉนวนต่อประจุไฟฟ้าไม่เหมือนกัน ดังนั้นตัวเก็บประจุที่ใช้ไดอิเล็กตริกต่างกัน แม้ขนาดและรูปร่างจะเท่ากัน แต่ค่าความจุจะแตกต่างกัน หมายความว่า ค่าคงที่ความเป็นฉนวนยิ่งมากจะทำให้มีค่าความจุของตัวเก็บประจุมากขึ้นตามไปด้วย

ชนิดของตัวเก็บประจุ

การแบ่งชนิดของตัวเก็บประจุสามารถแบ่งได้หลายชนิด

การแบ่งชนิดตัวเก็บประจุตามลักษณะการใช้งาน แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ตัวเก็บประจุค่าคงที่ (Fixed Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุคงที่ ไม่สามารถเปลี่ยนค่าได้ มีหลายแบบ เช่น แบบกระดาษ แบบพลาสติก แบบไมก้า แบบเซรามิก เป็นต้น การเรียกชื่อมักจะเรียกตามสารที่ใช้ทำเป็นไดอิเล็กตริก โดยมีทั้งแบบกำหนดค่าและไม่กำหนดค่า

2. ตัวเก็บประจุเปลี่ยนค่าได้ (Variable Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าความจุได้ มักถูกใช้งานในวงจรปรับเปลี่ยนความถี่ในเครื่องรับ-ส่ง ของวิทยุ โทรทัศน์ โครงสร้างประกอบด้วยแผ่นโลหะ 2 ชุด การเปลี่ยนค่าความจุทำได้โดยการหมุนแผ่นโลหะชุดที่ติดกับแกนหมุนให้ซ้อนทับชุดที่ถูกต้องอยู่กับที่ ถ้าซ้อนกันมากความจุจะมาก (พื้นที่ผิวตัวนำมาก) แผ่นโลหะที่ซ้อนกันถูกกันด้วยไดอิเล็กตริก การปรับเปลี่ยนค่าความจุโดยถ่างหมุนตามเข็มนาฬิกา ค่าความจุจะน้อยลง ถ่างหมุนทวนเข็มนาฬิกา ค่าความจุจะมากขึ้น

ทริเมอร์และแพดเดอร์ (Trimmer and Padder) เป็นตัวเก็บประจุที่ปรับค่าได้เล็กน้อย โครงสร้างประกอบด้วยแผ่นโลหะ 2 แผ่นประกบกัน โดยมีไมก้าเป็นไดอิเล็กตริก สามารถปรับเปลี่ยนค่าความจุ โดยการหมุนสลักตรงกลางด้วยไขควง ถ้าเอาตัวเก็บประจุแบบนี้ไปต่อขนานกับตัวเก็บประจุอื่นจะเรียกว่า “ทริเมอร์” แต่ถ้าเอาไปต่ออนุกรมจะถูกเรียกว่า “แพดเดอร์”

การแบ่งชนิดตัวเก็บประจุตามลักษณะโครงสร้าง แบ่งตามชนิดของไดอิเล็กตริกได้ ดังนี้

1. ตัวเก็บประจุชนิดกระดาษ (Paper Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่ไดอิเล็กตริกใช้กระดาษแผ่นบาง ๆ ชุบด้วยน้ำมันหรือไข เพื่อให้เป็นฉนวนที่ดีและทนทานกว่ากระดาษเปล่า แล้วพันหุ้มด้วยแผ่นฟอลต์ยอลูมิเนียม 2 ชุด ม้วนควมเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แล้วเชื่อมต่อขั้วกับแผ่นฟอลต์ยอลูมิเนียมทั้งสองแผ่น ๆ ละขั้วด้วยลวดตัวนำ เพื่อนำไปต่อกับวงจรตามต้องการ มักถูกใช้งานในการคัปปลิงสัญญาณในย่านความถี่เสียง ปัจจุบันไม่นิยมใช้ เพราะเสถียรภาพไม่ดีและมีกำลังงานสูญเสียมาก

2. ตัวเก็บประจุชนิดฟิล์มพลาสติก โครงสร้างทั่วไปเหมือนตัวเก็บประจุแบบกระดาษ เรียกชื่อตัวเก็บประจุตามชื่อของพลาสติกที่นำมาเป็นไดอิเล็กตริก ตัวเก็บประจุพวกนี้จะมีกำลังงานสูญเสียต่ำ มีเสถียรภาพสูง เป็นตัวเก็บประจุที่มีคุณภาพดี เช่น ตัวเก็บประจุโพลีโพรไพลีน ที่นำมาใช้แทนกระดาษมีกำลังงานการสูญเสียต่ำกว่าและเสถียรภาพดีกว่ากระดาษ

ตัวเก็บประจุโพลีเอสเตอร์มีคุณสมบัติและประสิทธิภาพใกล้เคียงกับโพลีโพรไพลีน ตลอดจนการใช้งานแทนกันได้

ตัวเก็บประจุโพลีคาร์บอนเนต มีค่าความจุสูงกว่าโพลีเอสเตอร์เล็กน้อยมีขนาดเล็กกว่า แต่ลักษณะการใช้งานและคุณสมบัติคล้ายกันใช้แทนกันได้ มีอัตรากำลังงานการสูญเสียต่ำกว่าโพลีเอสเตอร์ประมาณ 20-30 เท่า

ตัวเก็บประจุโพลีสไตรีน เป็นตัวเก็บประจุที่มีคุณภาพดีเยี่ยม มีอัตรากำลังงานการสูญเสีย น้อยที่สุด กระแสรั่วไหลมีน้อยมาก มีค่าความจุน้อยอยู่ในระดับนาโนฟารัด เหมาะสำหรับการใช้งานในการคัปปลิงความถี่สูงย่านความถี่วิทยุ วงจรจูนความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวเก็บประจุไมก้า (Mica Capacitor) สร้างขึ้นโดยใช้แผ่นโลหะบาง 2 ชุด มีไมก้าเป็นไดอิเล็กตริก ลักษณะตัวเก็บประจุเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมหุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้า และบอกค่าความจุด้วยรหัสตัวเลขหรือรหัสสีก็ได้ มีหน่วยความจุเป็นพิโกฟารัด (pF) มีขนาดเล็กและความจุน้อย เวลาใช้งานไม่กำหนดขั้ว นิยมใช้งานในย่านความถี่สูง ความถี่วิทยุ (RF) มีค่าความจุอยู่ระหว่าง 10 พิโกฟารัด (pF) ถึง 0.01 ไมโครฟารัด (μF) มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดน้อยมาก

4. ตัวเก็บประจุเซรามิก (Ceramic Capacitor) มีลักษณะเป็นแผ่นกลมคล้ายเม็ดกระดุม หรืออาจเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมก็ได้ โครงสร้างภายในประกอบด้วยแผ่นตัวนำโลหะบาง 2 แผ่น มีเซรามิกเป็นไดอิเล็กตริก ค่าความจุอยู่ระหว่าง 10 พิโกฟารัด ถึง 1 ไมโครฟารัด ใช้งานย่านความถี่สูงเป็นตัวเก็บประจุขนาดเล็ก กระแสรั่วไหลต่ำ ทนแรงดันไฟฟ้าได้สูง ราคาไม่แพง การบอกค่าความจุนิยมบอกค่าโดยตรง หรืออาจบอกค่าด้วยรหัสตัวเลขและยังบอกค่าความคลาดเคลื่อน และค่าทนแรงดันไฟฟ้าใช้งาน

5. ตัวเก็บประจุแบบไมลาร์ (Mylar Capacitor) ถูกนำมาใช้แทนเซรามิกเนื่องจากเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดและกระแสรั่วไหลน้อยกว่าแบบเซรามิก ค่าความจุแบบไมลาร์จะสูงกว่าเซรามิกเล็กน้อย แต่อัตราทนแรงดันไฟฟ้าจะน้อยกว่าเซรามิก นิยมใช้ในวงจรความถี่สูง วงจรโอเอฟ

6. ตัวเก็บประจุอิเล็กโทรไลติก (Electrolytic Capacitor) มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีขั้วกำหนดไว้บนตัวถัง พร้อมพิมพ์ค่าความจุ มีหน่วยเป็นไมโครฟารัด (μF) ค่าทนต่อแรงดันไฟฟ้าใช้งาน (WV) และอุณหภูมิการใช้งาน มีค่าความจุสูงกว่าแบบอื่น คือมีค่าความจุตั้งแต่ 1 ไมโครฟารัดจนถึงหลายหมื่นไมโครฟารัด แต่มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูง และกระแสรั่วไหลมาก ถูกนำไปใช้งานในวงจรกรองความถี่ต่ำ วงจรกรองกระแสและแรงดันให้เรียบของวงจรแหล่งจ่ายไฟ ตัวเก็บประจุอิเล็กโทรไลติกชนิดทนแรงดันไฟสูงสุดไม่เกิน 600 DCV และ 300 ACV

ตัวเก็บประจุอิเล็กโทรไลติกจะใช้แผ่นตัวนำอลูมิเนียมฟอสฟอรัสสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีกระดาษชุบน้ำยาเป็นไดอิเล็กตริก ม้วนเป็นรูปทรงกระบอก จุ่มในสารอิเล็กโทรไลต์พวก แอมโมเนียเตตระโบเรตเป็นไดอิเล็กตริก แล้วบรรจุลงในกระป๋องอลูมิเนียมทรงกระบอก

การใช้งานต้องใส่ให้ถูกขั้วบวก-ลบ และไม่ใช้กับแรงดันสูงเกินกว่ากำหนด มิฉะนั้นจะทำให้เกิดแรงดันระเบิดออกมาภายนอกได้

7. ตัวเก็บประจุแทนทาลัมอิเล็กโทรไลติก (Tantalum Electrolytic Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่มีความเที่ยงตรงแน่นอน กระแสรั่วไหลน้อย ขนาดเล็ก แต่ความจุมาก เหมาะกับการใช้งานแทนตัวเก็บประจุอิเล็กโทรไลติกธรรมดา โดยการใช้แทนทาลัมออกไซด์เป็นไดอิเล็กตริก ทนแรงดันไม่เกิน 50 DCV เหมาะกับวงจรที่ใช้โวลต์ต่ำจำพวกสารกึ่งตัวนำทรานซิสเตอร์ และวงจรรวม

8. ตัวเก็บประจุไบโพลาร์ (Bipolar Capacitor) หรือ ไบแคป (Bi-Cap) ได้มาจากการเอาตัวเก็บประจุอิเล็กโทรไลติก 2 ตัวมาต่ออนุกรมกันโดยต่อขั้วลบภายในของตัวเก็บประจุทั้งสองเข้าด้วยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน แล้วบรรจุใส่ตัวถังเดียวกันลักษณะรูปร่างจึงเหมือนกับตัวเก็บประจุอิเล็กทรอนิกส์ โตรไลติก ต่างกันเพียงไม่มีขั้วบวก-ลบ กำหนดไว้เท่านั้นเอง

สัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุ



ภาพที่ 2.2 แสดงสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุ

หน่วยความจุของตัวเก็บประจุ

หน่วยที่ใช้ในการบอกขนาดความจุของตัวเก็บประจุ คือ ฟารัด (Farad) ใช้ตัวย่อคือ F แต่ในทางปฏิบัติค่าความจุของตัวเก็บประจุส่วนมากจะมีค่าน้อยกว่าฟารัด ดังนั้นจึงมีหน่วยในการแบ่งย่อยออกเป็น ไมโคร (Micro : μ) นาโน (Nano : n) และ พิโก (Pico : p)

ค่าทนแรงดันไฟฟ้า

เป็นตัวบอกถึงค่าการทนแรงดันไฟฟ้าของตัวเก็บประจุตัวนั้น การนำตัวเก็บประจุไปใช้งานต้องคำนึงถึงค่าทนแรงดันไฟฟ้าในตัวเก็บประจุด้วย แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้ตัวเก็บประจุต้องมีค่าต่ำกว่าค่าทนแรงดันไฟฟ้าของตัวเก็บประจุตัวนั้น หากป้อนแรงดันไฟฟ้าให้มากกว่าค่าทนแรงดันไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ จะทำให้ตัวเก็บประจุช็อคถึงขั้น หมดสภาพการเป็นตัวเก็บประจุ ค่าทนแรงดันไฟฟ้าที่บอกไว้เป็นโวลท์ จะบอกไว้แตกต่างกัน ดังนี้ แรงดันไฟตรง (DC Voltage : VDC) แรงดันทำงาน (Working Voltage : WV) และแรงดันทดสอบ (Testing Voltage : TV) ตัวอย่างเช่น

100 μ F 12 V หรือ 12 VDC หมายถึง ตัวเก็บประจุนี้ใช้กับวงจรที่ใช้ไฟกระแสตรงไม่เกิน 12 โวลท์

ตัวเก็บประจุ 47 MF 600 WV หมายถึง ตัวเก็บประจุตัวนี้ใช้กับวงจรที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าไม่เกิน 600 โวลท์

แต่ในตัวเก็บประจุแบบเซรามิกมักจะไม่แสดงค่าอัตราทนแรงดันอย่างไรก็ตามตัวเก็บประจุแบบเซรามิกมักจะมีค่าอัตราทนแรงดันประมาณ 50 โวลท์

การอ่านค่าความจุของตัวเก็บประจุ

สามารถทำได้หลายลักษณะ คือ

แบบบอกค่าความจุโดยตรง จะพิมพ์ค่าความจุที่อ่านได้โดยตรงไว้ นิยมบอกค่าความจุไว้เป็นพิโกฟารัด (pF) และไมโครฟารัด (μ F) ตัวเก็บประจุตัวเล็ก ๆ ที่มีค่าความจุต่ำ ไม่นิยมบอกหน่วยกำกับไว้ การจะทราบว่ามีหน่วยเป็น pF หรือ μ F ให้สังเกตจากตัวเลขที่เขียนไว้ ถ้าตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นมีค่าตั้งแต่เลข 1 ขึ้นไป เช่น 1, 2, 3.3, 10, 100, 200 จะมีหน่วยเป็น pF และถ้าตัวเลขนั้นมีค่าน้อยกว่า 1 ลงมา เช่น 0.001, 0.0047, 0.033, 0.1 จะมีหน่วยเป็น μF เปรอ์เซ็นต์ค่าผิดพลาดนิยมบอกไว้ 2 ลักษณะ คือ บอกค่าเป็นเปอร์เซ็นต์โดยตรง เช่น 1%, 2%, 5% หรือบอกค่าเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ ตัวอย่างเช่น

10J100 หมายความว่า ความจุ 10 pF ค่าผิดพลาด $\pm 5\%$ ทนแรงดันได้ 100 V

.033K630 หมายความว่า ความจุ 0.033 μF ค่าผิดพลาด $\pm 10\%$ ทนแรงดันได้ 630 V

2.2 $\mu\text{F} \pm 5\%$ 50 V หมายความว่า ความจุ 2.2 μF ค่าผิดพลาด $\pm 5\%$ ทนแรงดันได้ 50 V

.03 15% 2KV หมายความว่า ความจุ 0.03 μF ค่าผิดพลาด $\pm 15\%$ ทนแรงดันได้ 2 KV

แบบบอกค่าความจุเป็นรหัสตัวเลข จะพิมพ์ค่าความจุไว้คล้ายกับแบบบอกค่าความจุโดยตรง โดยบอกค่าไว้เป็นตัวเลข และตัวอักษร ตัวเลขที่บอกไว้ไม่เป็นทศนิยม ไม่ขึ้นต้นด้วยศูนย์ (0) นิยมใช้กับตัวเก็บประจุค่าต่ำ ๆ

การอ่านค่าความจุ ให้อ่านจากด้านซ้ายมือไปขวามือ โดยตัวเลข 2 ตัวแรกทางด้านซ้ายมืออ่านออกมาได้โดยตรง ส่วนตัวเลขตัวที่ 3 เป็นตัวเลขบอกจำนวนเลขศูนย์ที่ต้องเติมเข้าไป ค่าที่อ่านออกมาได้มีหน่วยเป็น pF นอกจากนั้นบางแบบอาจมีตัวอักษรภาษาอังกฤษบอกค่าความผิดพลาดกำกับไว้ด้วย เช่นเดียวกับแบบบอกค่าไว้โดยตรง และอ่านค่าความผิดพลาดได้เหมือนกัน ตัวอย่างเช่น

122 หมายความว่า ความจุ 1,200 pF

564 หมายความว่า ความจุ 560,000 pF = 0.56 μF

333J100 หมายความว่า ความจุ 33,000 pF = 0.033 μF ค่าผิดพลาด $\pm 5\%$ ทนแรงดันได้ 100 V

471K630 หมายความว่า ความจุ 470 pF ค่าผิดพลาด $\pm 10\%$ ทนแรงดันได้ 630 V

แบบบอกค่าความจุเป็นแถบสี ใช้สีคาดบนตัวเก็บประจุเรียงลำดับกันไปเหมือนกับตัวต้านทานแบบแถบสี โดยแถบสีที่บอกไว้จะมี 5-6 แถบสี แล้วแต่บริษัทผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนด ซึ่งจะประกอบด้วยค่าความจุ ค่าทนแรงดันไฟฟ้า ค่าความผิดพลาด และค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ตัวเก็บประจุที่บอกค่าแบบนี้เป็นตัวเก็บประจุขนาดเล็กค่าความจุต่ำ ๆ อ่านค่าออกมาเป็นหน่วย pF การบอกค่าความจุเป็นแถบสี ในปัจจุบันพบได้น้อยแล้วและไม่นิยมใช้งาน เพราะยุ่งยากในการอ่านค่า ไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน

2.2.3 ตัวเหนี่ยวนำ

อาจเรียกว่า อินдукเตอร์ (Inductor) บางครั้งเรียกว่า “คอยล์” (Coil) หรือ “แอล” (L) เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่ง ที่มีบทบาทในงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ตัวเหนี่ยวนำจะเกี่ยวข้องกับสนามแม่เหล็ก เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแล้วจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กทันที ถ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้ตัวเหนี่ยวนำ สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะเกิดการยุบตัวตัดผ่านขดลวดตัวนำอีกครั้ง จะได้แรงดันไฟฟ้าออกมาจากตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งจะนำไปใช้งานได้ทั้งความถี่ต่ำ และความถี่สูง ตัวอย่างการใช้งานที่ความถี่ต่ำ ได้แก่ อุปกรณ์ประเภท โซลินอยด์ (Solenoid) กระดิ่งไฟฟ้า ออกไฟฟ้า รีเลย์ (Relay) เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) มอเตอร์ (Motor) เจเนอเรเตอร์ (Generator) มิเตอร์ (Meter) ไมโครโฟน (Microphone) ลำโพง (Speaker) ที่ความถี่สูง ได้แก่ วงจรผลิตความถี่ (Oscillator) วงจรกรองความถี่ (Filter) และ อาร์เอฟ โช๊ค (R.F. Choke)

โครงสร้างของตัวเหนี่ยวนำ

คือการนำเอาเส้นลวดตัวนำ เช่น เงิน ทองแดง อลูมิเนียม ที่เคลือบด้วยฉนวน มาพันเป็นขดจำนวนหลาย ๆ รอบ บนแกนอากาศ หรือแกนวัสดุอื่นใดก็ได้ ซึ่งขดลวดตัวนำนี้จะแสดงคุณสมบัติเป็นตัวเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าได้ก็ต่อเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมัน โดยการเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นนี้จะอยู่ในรูปของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบ ดังนี้

1. จำนวนรอบของการพันเส้นลวดตัวนำ โดยถ้าพันจำนวนรอบมาก ก็จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาก
2. ขนาดของแกนตัวนำที่นำมาใช้งาน ถ้าขนาดของแกนตัวนำมีขนาดใหญ่จะให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาก
3. ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเส้นลวดตัวนำ ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลมากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าก็จะเกิดมาก
4. ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำแกนของแท่งแม่เหล็กไฟฟ้า แกนอากาศให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าน้อย ส่วนแกนที่ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก (Ferromagnetic) คือสารที่สามารถเกิดอำนาจแม่เหล็กได้ เช่น เหล็ก เฟอร์ไรต์ โคบอลต์ แอลนิโก จะให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาก โลหะบางชนิดไม่สามารถนำมาทำเป็นของแท่งแม่เหล็กไฟฟ้าได้ เช่น ทองแดง สังกะสี อลูมิเนียม เพราะโลหะเหล่านี้ไม่เป็นสารเฟอร์โรแมกเนติก

ชนิดของตัวเหนี่ยวนำ

แบ่งตามลักษณะการเหนี่ยวนำ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. การเหนี่ยวนำตัวเอง

2. การเหนี่ยวนำข้ามขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเหนี่ยวนำแต่ละชนิดจะเกิดขึ้นเมื่อมีการป้อนกระแสไฟฟ้าให้ตัวเหนี่ยวนำ ส่งผลให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น

การเหนี่ยวนำตัวเอง

คือการที่สนามแม่เหล็กมีการพองตัวและยุบตัวในตัวเอง ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าชักนำขึ้น แรงดันไฟฟ้าชักนำนี้จะเป็นตัวเสริมและหักล้างแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามา นำไปใช้ประโยชน์ในการกำเนิดความถี่ กรองความถี่ และกำจัดสัญญาณรบกวน

ตัวเหนี่ยวนำประเภทนี้มีขดลวดเพียงขดเดียว ซึ่งเรียกว่าโช้ค (Choke) หรือคอกซ์ โครงสร้างประกอบด้วยเส้นลวดทองแดงอาบย้ายจนวน พันเป็นขดลวดอยู่บนแกน หรือฐานรองต่าง ๆ การเรียกชื่อจะเรียกตามชื่อของแกนที่เป็นฐานของขดลวดนั้น ๆ สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1. ตัวเหนี่ยวนำแกนอากาศ (Air Core Inductor) เป็นตัวเหนี่ยวนำที่แกนหรือฐานรองทำมาจากวัสดุที่เป็นฉนวน เช่น ไฟเบอร์ พลาสติก หรือพันลวด ๆ ไว้โดยไม่มีอะไรรองรับ ใช้งานกับความถี่สูง เช่น ความถี่วิทยุ (RF) จึงมักเรียกดั้วเหนี่ยวนำประเภทนี้ว่า RF โช้ค จะให้ค่าความเหนี่ยวนำต่ำ เพราะแกนไม่สามารถเสริมค่าความเหนี่ยวนำได้

2. ตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรต์ (Ferrite Core Inductor) เป็นตัวเหนี่ยวนำที่แกนรองรับทำด้วยสารเฟอร์ไรต์ สารเฟอร์ไรต์มีส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป เช่น แมกนีเซียมกับทองแดง แมกนีเซียมกับสังกะสี และนิกเกิลกับสังกะสี แต่ละชนิดของเฟอร์ไรต์จะให้ความเข้มของค่าความเหนี่ยวนำต่างกัน ข้อดีของตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรต์ คือสามารถสร้างให้มีรูปร่างแตกต่างกันออกไปได้ ใช้งานได้ดีทั้งความถี่ต่ำและความถี่สูง

3. ตัวเหนี่ยวนำแกนผงเหล็กอัด (Powdered-Iron Core Inductor) เป็นตัวเหนี่ยวนำที่แกนรองรับด้วยผงเหล็กชนิดอัดแน่น โดยนำผงเหล็กผสมกับกาวอัดแน่นเป็นแท่ง นิยมใช้งานในย่านความถี่สูง ๆ สามารถช่วยลดกระแสไหลวนลงได้ ส่งผ่านสัญญาณได้สูงขึ้น เกิดการสูญเสียภายในตัวลดลง มีความเหนี่ยวนำสูงแต่มีขนาดเล็ก

4. ตัวเหนี่ยวนำแกนทอรอยด์ (Toroidal Core Inductor) เป็นตัวเหนี่ยวนำที่แกนรองรับทำมาจากผงเหล็กอัด หรือเฟอร์ไรต์ โดยสร้างขึ้นเป็นรูวงแหวนโดนัด ขดลวดที่พันจะพันรอบแกนทอรอยด์ ข้อดีของการใช้แกนทอรอยด์ คือเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ถูกแพร่กระจายออกไปภายนอก และสนามแม่เหล็กจากภายนอกก็ไม่เข้ามารบกวน สามารถทำให้ขนาดของตัวเหนี่ยวนำเล็กลง แต่มีความเหนี่ยวนำสูง

5. ตัวเหนี่ยวนำแกนเหล็กแผ่น (Laminated-Iron Core Inductor) เป็นตัวเหนี่ยวนำที่แกนรองรับทำด้วยเหล็กแผ่นบาง ๆ เหล็กแผ่นแต่ละแผ่นถูกเคลือบฉนวนไว้ เพื่อช่วยลดการสูญเสียเนื่องจากกระแสไหลวน และช่วยเพิ่มค่าความเหนี่ยวนำให้มากขึ้น การใช้งานโดยการนำเหล็กแผ่นมาซ้อนกัน นิยมใช้งานกับย่านความถี่ต่ำ ในย่านความถี่เสียง (AF) จึงมักถูกเรียกว่า AF โช้ค เช่น

ใช้เป็นตัวฟิลเตอร์ในวงจรแปลงไฟ AC เป็นไฟ DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเหนี่ยวนำข้ามขด

ตัวเหนี่ยวนำชนิดนี้จะมีขดลวดพันอยู่บนแกนมากกว่าหนึ่งขด ขดหนึ่งเป็นขดทางเข้า ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามา ส่วนขดลวดขดอื่น ๆ ถือได้ว่าเป็นขดลวดทางออก ทำหน้าที่รับการชักนำของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดทางเข้า ขณะสนามแม่เหล็กของขดลวดทางเข้าพองตัว ขดลวดทางด้านออกจะมีสนามแม่เหล็กตัดผ่านเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induce Electro Motive Force) หรือเรียกว่า emf. นั่นคือขดลวดทางออกเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น นำไปใช้เป็นตัวแปลงแรงดันไฟฟ้าให้มากขึ้นหรือน้อยลง ที่เรียกว่าหม้อแปลงไฟฟ้า หรือทรานส์ฟอร์มเมอร์ (Transformer)

ขดลวดทางเข้าหรือขดอินพุตมีชื่อเรียกว่าขดปฐมภูมิ หรือไพรมารี (Primary) ส่วนขดลวดทางออกหรือขดเอาต์พุตมีชื่อเรียกว่าขดทุติยภูมิ หรือเซคันดารี (Secondary) การใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้านอกจากจะใช้เป็นตัวเพิ่มลดแรงดันไฟฟ้าออกเอาต์พุตแล้ว ยังสามารถใช้เป็นตัวเชื่อมต่อเพื่อส่งผ่านสัญญาณระหว่างวงจรให้ได้สัญญาณสูงสุด การเรียกชื่อหม้อแปลงไฟฟ้าจะเรียกชื่อตามชื่อของแกนที่เป็นฐานรองรับขดลวดตัวนำ สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. หม้อแปลงไฟฟ้าแกนอากาศ (Air Core Transformer) เป็นหม้อแปลงที่ขดลวดทุกขดพันบนฐานรองที่ทำจากวัสดุที่เป็นฉนวน เช่น ไฟเบอร์ พลาสติก หรือพันลอย ๆ ไร้ไม่มีอะไรรองรับ นิยมใช้งานย่านความถี่สูง เพราะมีค่าความเหนี่ยวนำต่ำ

2. หม้อแปลงไฟฟ้าแกนเฟอร์ไรต์ (Ferrite Core Transformer) เป็นหม้อแปลงที่แกนรองรับขดลวดทุกขดทำมาจากสารเฟอร์ไรต์ นิยมใช้งานกับย่านความถี่สูง ในเครื่องรับ - ส่งวิทยุ AM, FM ใช้งานเป็นภาครับความถี่วิทยุ (RF) ภาคนำความถี่ปานกลาง (IF) ภาคนำความถี่ (OSC)

3. หม้อแปลงไฟฟ้าแกนเหล็ก (Iron Core Transformer) เป็นหม้อแปลงที่แกนของขดลวดทำมาจากแผ่นเหล็กผ่านบาง ๆ และเคลือบฉนวนที่ผิวเหล็กทุกแผ่น นำมาซ้อนกันเป็นแกน ใช้งานในย่านความถี่ต่ำ ทำหน้าที่เป็นตัวเพิ่มหรือลดระดับแรงดันไฟฟ้า การเรียกชื่อหม้อแปลงไฟฟ้าแกนเหล็ก เรียกตามลักษณะโครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้านั้น สามารถแบ่งได้ดังนี้

ชนิดลดแรงดันไฟฟ้า (Step Down Transformer) เป็นหม้อแปลงที่ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าที่ส่งออกเอาต์พุตให้ต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าทางอินพุตที่ป้อนเข้ามา โครงสร้างจะมีจำนวนรอบของขดลวดด้านปฐมภูมิมากกว่าจำนวนรอบของขดลวดด้านทุติยภูมิ

ชนิดเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (Step Up Transformer) เป็นหม้อแปลงที่ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันไฟฟ้าที่ส่งออกเอาต์พุตให้สูงมากกว่าแรงดันไฟฟ้าทางอินพุตที่ป้อนเข้ามา โครงสร้างจะมีจำนวนรอบของขดลวดด้านปฐมภูมิน้อยกว่าจำนวนรอบของขดลวดด้านทุติยภูมิ

ชนิดเพาเวอร์ (Power Transformer) เป็นหม้อแปลงที่มีลักษณะการพันขดลวดแบบหลายขดลวดรวมกันอยู่ขดทางออก จะมีการพันขดลวดทั้งชุดเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และชุดลดแรงดันไฟฟ้าวรวมอยู่ในตัวเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดออโต (Auto Transformer) เป็นหม้อแปลงที่มีลักษณะการพันขดลวดทุกขดอยู่บนแกนเดียวกัน ขดลวดทุกขดเป็นขดลวดชุดเดียวกัน ในการกำหนดชุดของแรงดันไฟฟ้า ทำได้โดยอาศัยการแท็บแยกแรงดันไฟฟ้าออกมาเป็นจุด ๆ มีจุดต่อร่วมจุดเดียวกัน ไม่สามารถแยกออกได้ว่าขดลวดชุดใดเป็นขดปฐมภูมิ และขดลวดชุดใดเป็นขดทุติยภูมิ

ชนิดทอรอยด์ (Toroidal Transformer) เป็นหม้อแปลงแกนเหล็กที่สร้างขึ้นมาในรูปของวงแหวนโดนัท เป็นได้ทั้งชนิดลดและเพิ่มแรงดันไฟฟ้า ชนิดเพาเวอร์ และชนิดออโต แล้วแต่ลักษณะการพันขดลวด ข้อดีคือมีการสูญเสียต่ำ มีความเข้มของสนามแม่เหล็กสูง มีค่าความเหนี่ยวนำสูง มีขนาดเล็กกะทัดรัด ใช้ในเครื่องขยายเสียงวัตต์สูง

สัญลักษณ์ของตัวเหนี่ยวนำ



ภาพที่ 2.3 แสดงสัญลักษณ์ของตัวเหนี่ยวนำ

หน่วยของค่าความเหนี่ยวนำ

ค่าความเหนี่ยวนำ หรือเรียกว่า “อินดักแตนซ์” (Inductance) มีหน่วยเป็นเฮนรี (Henry) ใช้ตัวย่อ “H” ปกติแล้วค่าเฮนรีจะทำให้ตัวเหนี่ยวนำมีขนาดใหญ่มาก จึงมักใช้หน่วยเล็กลงมา คือเป็น มิลลิเฮนรี (mH) และ ไมโครเฮนรี (μH)

ค่าความเหนี่ยวนำ 1 เฮนรี หมายความว่า ค่าที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปในขดลวดตัวนำเปลี่ยนแปลง 1 แอมแปร์ ต่อ 1 วินาที ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้านกลับ 1 โวลต์

การอ่านค่าความเหนี่ยวนำ

กรณีใช้ตัวเลขแสดงค่าความเหนี่ยวนำ โดยใช้ตัวเลข 3 หลัก แสดงค่าความเหนี่ยวนำ หน่วยของมันจะเป็น ไมโครเฮนรี (μH) โดยวิธีการอ่านค่านั้น เลข 2 หลักแรกจะเป็นค่าตัวเลข ส่วนหลักที่ 3 จะเป็นตัวคูณหรือจำนวนเลขศูนย์ที่เติมเข้าไปหลังเลข 2 หลักแรก ตัวอย่างเช่น

$$100 = 10 \mu\text{H}$$

$$151 = 150 \mu\text{H}$$

$$472 = 4,700 \mu\text{H} \text{ หรือ } 4.7 \text{ mH}$$

$$103 = 10,000 \mu\text{H} \text{ หรือ } 10 \text{ mH}$$

กรณีที่ตัวเหนี่ยวนำมีค่าความเหนี่ยวนำน้อยกว่า $10 \mu\text{H}$ จะใช้ตัวอักษร R แทน จุดทศนิยม ตัวอย่างเช่น

$$1R0 = 1.0 \mu\text{H}$$

$$R68 = 0.68 \mu\text{H}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าความผิดพลาดจะใช้รหัสอักษรแทน โดย

J แทนค่าความผิดพลาด $\pm 5\%$

K แทนค่าความผิดพลาด $\pm 10\%$

M แทนค่าความผิดพลาด $\pm 20\%$

กรณีใช้รหัสสีแสดงค่าความเหนี่ยวนำ รหัสสีในตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นขดลวดขนาดเล็กที่มีพลาสติกหุ้มปิด เหมาะสำหรับการใช้กับวงจรแผ่นปริ้นซ์ เราสามารถอ่านค่าความเหนี่ยวนำได้จากรหัสสี โดยวิธีการเหมือนกับการอ่านค่าสีของตัวต้านทาน แต่จะมีหน่วยของการอ่านค่าความเหนี่ยวนำเป็นไมโครเฮนรี (μH)

2.3 ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ใช้แนวทางของการฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งเป็นการฝึกอบรมที่อยู่บนพื้นฐานของการคาดหวังว่าบุคคลจะสามารถทำอะไรได้ในการปฏิบัติงาน การฝึกอบรมแนวนี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง เป็นการทำให้การฝึกอบรมมีความสัมพันธ์กับงานมากขึ้น การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์มุ่งเน้นที่บุคคลสามารถทำได้จริงอันเป็นผลมาจากการฝึกอบรม

ข้อดีของการฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์

สำหรับผู้เข้ารับการอบรมหรือผู้เรียนสามารถที่จะ

1. ยอมให้ผู้เข้ารับการอบรมหรือผู้เรียนใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน
2. เพิ่มแรงจูงใจแก่ผู้เข้ารับการอบรม
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้นในการเรียนด้วยตนเอง
4. ทำให้ผู้เรียนมุ่งมั่นที่งานและมีความกระตือรือร้น

สำหรับผู้สอนสามารถ

1. ช่วยจัดการฝึกอบรมให้เหมาะสมกับสมรรถนะที่ต้องการในงาน
2. ทำให้การเข้าเรียนและจบการศึกษามีความหลากหลายและทำได้ตลอดเวลา และเรียน

ตามความสามารถของตนเอง

3. ทำให้ขั้นตอนการประเมินผลง่ายขึ้น

สำหรับผู้จ้างงาน การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์สามารถ

1. รับรองความสามารถของลูกจ้างได้
2. ทำให้พนักงานได้รับการยอมรับในสิ่งที่รู้และสามารถทำได้แล้ว
3. ลดเวลาการฝึกอบรมของลูกจ้างบางคนได้

(โครงการกำหนดกรอบอาชีพและเทคนิคศึกษาแห่งชาติ กรมอาชีวศึกษา. 2545 : 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ความหมายของการฝึกแบบ CBST

ระบบการฝึกแบบ CBST (Competency Based Skill Training) นั้นจะมีความหมายในตัวของมันเอง กล่าวคือ CBST เป็นระบบซึ่งแต่ละสาขาวิชาจะถูกย่อยลงเป็นทักษะและความสามารถย่อย ๆ ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติ และมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับระบบการฝึกแบบปัจจุบันที่เน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกได้อรรถกความรู้ โดยสะท้อนผลจากคะแนนที่ได้รับ และแบบทดสอบความรู้ต่าง ๆ โดยลักษณะของโปรแกรมการฝึกระบบ CBST คือ

1. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนรู้อะไร โดยในการฝึกอบรมระบบ CBST นั้น ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะฝึกตามวัตถุประสงค์ของการฝึกซึ่งจะสอดคล้อง และเป็นไปตามหน้าที่การงานในตำแหน่งงาน ในสาขาอาชีพที่ต้องการจะฝึก (โดยปกติเรียกว่า ทักษะความสามารถงาน หรือวัตถุประสงค์ของการฝึกที่สามารถปฏิบัติได้) โดยมีข้อกำหนด ดังนี้

1.1 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียกว่า กลุ่มเป้าหมาย

1.2 วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม คือ พฤติกรรมที่ได้รับการเรียนรู้และสามารถปฏิบัติเข้าได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

1.3 เงื่อนไขของการฝึกซึ่งจะถูกใช้ในการวัดความสำเร็จของวัตถุประสงค์ จะต้องถูกแสดงไว้อย่างชัดเจน

1.4 ต้องมีการตั้งระดับของความสำเร็จ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วอาจวัดตามเปอร์เซ็นต์ของงานที่เสร็จสมบูรณ์

2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียนรู้ได้อย่างไร โดยการฝึกอบรมในระบบ CBST จะต้องมี การจัดชุดฝึกที่มีคุณภาพและได้รับการออกแบบมาอย่างดี โดยที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกเป็นศูนย์กลางของการฝึกทั้งหมด ซึ่งสื่อนี้จะประกอบด้วยสื่อการฝึกและกิจกรรมการฝึกต่าง ๆ ที่สามารถให้ผู้เข้ารับการฝึกเรียนรู้แต่ละทักษะได้จนครบถ้วนทั้งหมด ซึ่งสื่อการฝึกนั้น ๆ จะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงอย่างรอบคอบก่อนนำไปใช้ เป็นต้นว่า

2.1 บทเรียน/สื่อการฝึก หรือ โมดูลฝึก ถูกพัฒนาหลากหลายรูปแบบ เช่น เอกสารหรือสื่อที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2 บทเรียนสื่อการฝึก ถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถฝึกได้ด้วยตัวเอง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถเริ่ม หยุด เร่ง ทำซ้ำ หรือฝึกให้ช้าลง ได้ตามที่ต้องการ

2.3 ผู้เข้ารับการฝึกจะฝึกอบรมจากโมดูลฝึกย่อย ๆ ไปเรื่อย ๆ ก่อน ต่อไปเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองและจบการฝึกอบรมโดยการผ่านการทดสอบแต่ละรายการความสามารถที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ณ ช่วงเวลาหนึ่งผู้เข้ารับการฝึกจำนวนหนึ่งอาจทำการฝึกหลาย ๆ ชุดฝึกที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละคนจะได้เรียนรู้องค์ความรู้ และทักษะที่แตกต่างกัน และมีความก้าวหน้าในการฝึกไม่เท่ากัน โดยขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน

2.5 ครูฝึกจะคอยให้คำแนะนำ สนับสนุน และแจ้งผลการฝึกอบรมแก่ผู้เข้ารับการฝึกตลอดเวลาการฝึก เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถทำการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติงานขณะที่สำเร็จการฝึกในแต่ละโมดูล

3. เมื่อผู้เข้ารับการฝึกฝึกตามความสามารถย่อยที่ละอย่าง ในการฝึกระบบ CBST วัสดุการฝึกที่เหมาะสมจะได้รับการจัดเตรียมไว้สำหรับผู้เข้ารับการฝึก รวมทั้งมีการจัดเวลาให้ฝึกอย่างเพียงพอ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถเรียนรู้ความสามารถย่อยต่าง ๆ หรือกลุ่มของความสามารถย่อยนั้น ๆ ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ก่อนที่จะเข้าไปฝึกชุดฝึกต่อไป วิธีการดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความยืดหยุ่นสูง ทั้งนี้ครูฝึกจะไม่มีควมจำเป็นที่จะต้องบรรยายให้กับกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอีกต่อไป

4. ทำไมต้องประเมินผลของผู้เข้ารับการฝึก ในระบบนี้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลจะถูกฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์หลัก วัตถุประสงค์ย่อย หรือทักษะความสามารถย่อยต่าง ๆ ให้มีความเชี่ยวชาญในระดับสูงและการฝึกปฏิบัติต่าง ๆ จะทำในสภาพแวดล้อมที่คล้ายการทำงานในสถานประกอบการจริง เมื่อผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามวัตถุประสงค์แล้ว จึงสามารถผ่านขั้นไปยังวัตถุประสงค์ต่อไปได้ ระบบการประเมินผลนี้แตกต่างจากระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งใช้การประเมินผลแบบรวมทั้งชั้น ในระบบ CBST นั้นการประเมินผลจะทำโดยเทียบกับบรรทัดฐานที่ตั้งไว้ตายตัว

2.3.2 การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มีขั้นตอนในการออกแบบ 15 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดคุณสมบัติผู้เข้าฝึก

ก่อนที่จะพัฒนาชุดการฝึกของระบบ CBST ผู้ที่ทำการพัฒนาจะต้องทราบถึงลักษณะเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึกเป็นสำคัญ แล้วใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับการออกแบบ/พัฒนา โดยพยายามเก็บข้อมูลให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ได้แก่

1. อายุ เพศ ประสบการณ์ ระดับการศึกษา
2. ระบุพฤติกรรมของผู้รับการฝึก เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ การอ่าน ฯลฯ
3. ความรู้พื้นฐานทางช่าง
4. ขนบธรรมเนียม วัฒนธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์งาน

จะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1. วิเคราะห์และย่อยเนื้อหาของหลักสูตรออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ ในลักษณะของรายการความสามารถที่ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องแสดง และทำให้ได้เห็นประจักษ์ ตรงตามทักษะที่ตนเองต้องการจะฝึกและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด
2. การสร้างอุปกรณ์การฝึกอบรมให้เหมาะสมกับรายการความสามารถ เพื่อใช้ในการฝึกอบรม ขั้นตอนนี้จะมีส่วนสำคัญมากเพราะการออกแบบสื่อการสอนที่ดี จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความสนใจที่จะฝึก

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึก

1. การเขียนวัตถุประสงค์ของการฝึกทำให้ผู้เข้ารับการฝึกนั้นจะสามารถเรียนรู้ และกระทำอะไรได้บ้าง ผู้ที่มีหน้าที่จัดทำชุดฝึกควรจะเขียนวัตถุประสงค์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่าง การเรียนรู้ วัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่จะต้องกระทำ และวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้องกันในเรื่องของ อารมณ์ ความรู้สึก โดยคิดว่าอารมณ์ความรู้สึกนั้นมีส่วนสำคัญมากต่อการเรียนรู้
2. เขียนวัตถุประสงค์หลัก และวัตถุประสงค์สุดท้ายที่จะจัดกลุ่มความสามารถย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
3. ขอบเขตการเรียนรู้ของวัตถุประสงค์แต่ละข้อ ควรได้รับการระบุไปพร้อม ๆ กับทักษะ บังคับพื้นฐานต่าง ๆ ที่ผู้เข้ารับการฝึกจำเป็นต้องทำสำเร็จก่อน เพื่อที่จะทำการสาธิตความสามารถย่อยต่าง ๆ
4. วัตถุประสงค์สามารถได้รับการระบุโดยสองวิธีดังต่อไปนี้
 - 4.1 ระบุถึงชนิดของวัตถุประสงค์โดยเรียงขึ้นไปตามลำดับที่สำคัญ เช่น ทักษะการใช้ภาษา
 - 4.2 ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ เช่น ความรู้ความเข้าใจหรือการนำมาปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 4 จัดทำข้อสอบเพื่อวัดระดับความสำเร็จ และความสามารถของผู้เข้ารับการฝึก สำหรับวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์สุดท้าย

การวัดผลความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดของระบบการฝึกแบบอิงเกณฑ์ ระบบ CBST ที่ดีที่สุดมีการจัดสร้างศูนย์รวมข้อสอบ ซึ่งข้อสอบแต่ละข้อโยงเข้ากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม บ่อยครั้งที่วัตถุประสงค์หนึ่งจะมีข้อสอบที่เกี่ยวข้องหลาย ๆ ข้อ ถึงแม้ว่าจะใช้ค่าต่างกันแต่ว่าในความเป็นจริงก็วัดพฤติกรรมเดียวกัน คำถามเหล่านี้สามารถนำมาผสมกันเพื่อสร้างแบบทดสอบก่อนการฝึกชุดต่างกันหลาย ๆ ชุด อีกทั้งยังสามารถนำมาสร้างแบบฝึกหัดหรือข้อสอบวัดผลหลังการฝึกได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตัววัดผลเชิงพฤติกรรม หรือการปฏิบัติการต้องได้รับการระบุและแสดงเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อที่จะสร้างมาตรฐานการปฏิบัติสำหรับวัตถุประสงค์หลักต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเข้ารับการฝึก แบบทดสอบหลังการฝึกตามโมเดลนั้น ๆ ได้อีกด้วย

2. ต้องจัดทำแบบทดสอบซึ่งจำลองเอาตัวอย่างของการปฏิบัติหลังฝึกสำเร็จ ที่เกี่ยวข้องกับทุก ๆ กลุ่มงานย่อย

3. การเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือการปฏิบัติการ และข้อความที่ใช้ในการอธิบายวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องทำให้เล็งเห็นถึงความเกี่ยวข้องกัน

4. จัดส่งแบบทดสอบสำหรับโมเดล โดยรายงานไว้ในรายงานการออกแบบขั้นสูง

ขั้นตอนที่ 5 ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้เข้ารับการฝึก

แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้เข้ารับการฝึก มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเรียนรู้ (Know) ในขั้นตอนแรกของรูปแบบชุดการฝึก ควรจะให้ครูฝึกหรือการใช้โปรแกรมการเรียนรู้ด้วยตัวเองสอนข้อมูลหรือหลักการที่สำคัญก่อน ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญ เช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐาน ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานก่อนที่จะสามารถก้าวขึ้นไปเรียนรู้ทักษะขั้นสูงขึ้นไป ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องเรียนรู้และสามารถใช้คำศัพท์เฉพาะ ได้อย่างถูกต้อง และมีความคิดพื้นฐานที่ถูกต้องในการกล่าวถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

2. แสดง (Show) ครูฝึกหรือโปรแกรม CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจข้อมูลที่ได้ทำการเรียนรู้อีกยิ่งขึ้น โดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสม หรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่าง การแสดงตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ในระยะยาว หากว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ ๆ เข้ากับสิ่งที่คุ้นเคยหรือสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วก็จะจดจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

3. ปฏิบัติ (Do) ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูฝึกหรือสื่อการสอนระบบ CBST หุุดทำการสอน หากแต่ให้ผู้เข้ารับการฝึกควบคุมตัวเอง ภาคปฏิบัติเป็นส่วนของการฝึกหัดทำ ซึ่งจะให้ผู้รับการฝึกนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้น การแก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในภาคปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติการที่ได้ตั้งไว้จะต้องถูกนำมาปฏิบัติ ขณะที่ครูฝึกทำการสังเกตการณ์ว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามที่กำหนดหรือไม่

4. ทบทวน (Review) การทบทวนจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติของเขา ระหว่างการฝึกปฏิบัติผู้เข้ารับการฝึกจะรู้ว่าการปฏิบัติของเขาช่วงใดกระทำได้อย่างถูกต้องและช่วงใดที่จะต้องได้รับการปรับปรุง การที่ได้นำทักษะต่าง ๆ มาปฏิบัติจริงและได้รับผลตอบสนองของการปฏิบัตินั้น ๆ ในทันที จะสามารถช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดีได้ หลังจากที่ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ผลตอบสนองแล้ว ควรให้มีการปฏิบัติทักษะนั้น ๆ ซ้ำจนกว่าจะทำได้ถูกต้องทั้งหมดและมีความมั่นใจในตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทดสอบให้ผ่าน (Pass Through) โปรแกรมการพัฒนาฝีมือแรงงานหลายโปรแกรมจำเป็นต้องมีการทดสอบ และออกวุฒิบัตรให้ ผู้เข้ารับการฝึกต้องสามารถแสดงการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ อย่างถูกต้อง โดยไม่มีครูฝึกคอยแนะนำ การผ่านหลักสูตรเป็นขั้นตอนสุดท้ายของโมเดลการเรียนรู้ ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกจะได้รับแบบทดสอบการปฏิบัติการและรับวุฒิบัตรว่าสามารถแสดงถึงทักษะได้อย่างถูกต้อง แล้วหากว่าผู้เข้ารับการฝึกไม่สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐานที่วางไว้ เขาจะต้องกลับไปสู่วงจรการฝึกหรือสื่อการเรียนต่าง ๆ เพื่อศึกษาให้มากขึ้นเพื่อที่จะเตรียมตัวสอบปฏิบัติให้ผ่านอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 6 รูปแบบของการจัดวางหน้ากระดาษ สื่อการนำเสนอ และหน้าจอของโมดูล

CBST

รูปแบบของหน้าจอ จะต้องถูกสร้างขึ้นมาจากหลักเกณฑ์ ดังนี้

1. จุดเน้นของความคิดรวบยอด แนวความคิดของการออกแบบอยู่บนพื้นฐานการเรียนรู้ ออกแบบให้ได้จุดเน้นของแต่ละสาขาวิชาชีพ
2. ทุกอย่างจะต้องเป็นเหตุเป็นผลกัน การออกแบบจะต้องชัดเจนมีแรงจูงใจในการอ่าน นำติดตามตั้งแต่ต้นจนจบ
3. ความสอดคล้องถูกต้อง เนื้อหาสาระในการให้ความรู้ถูกต้องคงเส้นคงวาตามหลักการเรียนรู้
4. อ่าน ฟัง ดู ง่าย การให้เนื้อหาที่ชัดเจนอ่านง่าย ขนาดของตัวอักษรยึดหลักในการมองเห็น
5. ง่ายต่อการติดตาม มีเครื่องหมายหรือบอกทางที่ง่ายและชัดเจน
6. ภาพประกอบ ภาพประกอบที่เป็นภาพถ่าย ภาพลายเส้นจะต้องถูกต้องตามเนื้อหาสาระ และใช้มีม่อชีฟถ่ายทำหรือสร้างจากคอมพิวเตอร์
7. มีการปฏิสัมพันธ์ โดยใช้การตอบสนองการเรียนรู้ของกลุ่มผู้รับการฝึก และการเรียนแบบสองทาง ออกแบบให้ได้ตอบกันกับสื่อสิ่งพิมพ์
8. การทดสอบและผลการตอบสนอง จะต้องมึระบบทดสอบที่เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันทั้งระบบ
9. การจัดการกับฐานข้อมูล ฐานข้อมูลเป็นส่วนเก็บข้อมูลทุก ๆ ด้านของระบบการฝึก

CBST

10. ฉากหลัง จะถูกออกแบบโดยมีม่อชีฟให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาชีพนั้น
11. ความสุนทรีย์ จะต้องมีความงดงามตามความเหมาะสมในหลักการออกแบบ ในเรื่องของความงามที่ผู้รับการฝึกพอใจ และกระตุ้นให้ต้องการที่จะรับการฝึก
12. การให้เสียงบรรยาย จะต้องจัดหาผู้ที่มีความสามารถในการบรรยายที่เป็นมีม่อชีฟ ให้เสียงที่ชัดเจนเหมาะกับวิชาชีพนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. เสียงดนตรี ประกอบเหมือนกันกับเนื้อหาสาระและได้เอกลักษณ์ของวิชาชีพนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้

ทุกวันนี้เราอยู่ในยุคของโลกดิจิทัล ศตวรรษหน้าจะเป็นช่วงที่การค้าการสื่อสารและการฝึกอบรมจะถูกบรรจุในอินเทอร์เน็ต แหล่งการฝึกต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นและจัดเก็บเป็นข้อมูลตัวเลข และเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อให้ใช้ง่าย โมดูลที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการฝึกก็ต้องตอบสนองกับความต้องการนี้ด้วย ระหว่างที่ออกแบบหลักสูตรการฝึกควรจัดระบบให้ดี เพื่อที่จะโยงข้อมูลต่าง ๆ เข้าหากันและจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ หลาย ๆ คำที่เขียนขึ้นในช่วงออกแบบสามารถนำมาใช้ซ้ำ ๆ ระหว่างการพัฒนา และภาพเคลื่อนไหว กราฟฟิกส์ และเสียงต่าง ๆ ควรถูกจัดเก็บลงในคอมพิวเตอร์ให้ดียิ่ง

ขั้นตอนที่ 8 ควรออกแบบ โมดูล ให้สร้างสรรและสวยงาม

1. การสร้างชุดฝึกยังไม่เป็นการเพียงพอ การพัฒนาชุดฝึกให้มีความสวยงามก็มีความสำคัญเช่นกัน
2. เราควรที่จะเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบที่จำเจและหันมาใช้ความคิดสร้างสรรค์ร่วมด้วย
3. ในการสร้างโมดูล พยายามให้ลักษณะนิสัยของผู้รับการฝึกเข้ามาเป็นส่วนร่วมในการพัฒนาสถานการณ์ที่น่าสนใจ
4. ในบางครั้งก็สามารถใช้ดีโอของตัวแทน หรือผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้มีอำนาจหน้าที่ในการนำเสนอหลักสูตร
5. หลายครั้งที่การเปลี่ยนแปลงจะต้องใช้คำเฉพาะ กราฟฟิกส์ และสีสดต่าง ๆ เพราะฉะนั้นจึงควรพยายามหาวิธีการที่น่าสนใจเพื่อช่วยให้ผู้รับการฝึกเรียนรู้ทักษะที่ถูกสอน
6. ควรให้ผู้รับการฝึกมีส่วนร่วมในสิ่งที่นำเสนอ และน่าจดจำบ่อย ๆ วัตถุประสงค์อย่างหนึ่งของการสร้างหลักสูตรคือการก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ของสื่อกับผู้ใ้ให้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 9 ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมหรือใช้หลักสูตรที่มีอยู่แล้วในการสร้างหลักสูตรเพื่อการถ่ายทอดจุดประสงค์การปฏิบัติการหรือความสามารถย่อย

ผู้ออกแบบหลักสูตรอาจไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ เพราะฉะนั้น ขั้นตอนที่ 8 ควรแล้วเสร็จพร้อมกับขั้นตอนที่ 9 และอาจเป็นประโยชน์ที่จะร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นในการเรียนหลักสูตรที่ละหน้า ในการสร้างโมดูลท่านต้องทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อที่จะนำเสนอหลักสูตรที่มีความแม่นยำ ผู้เชี่ยวชาญจะรู้ว่าสิ่งใดจะต้องได้รับการเรียนรู้ และท่านต้องจัดทำ การฝึกในลักษณะที่ทำให้ผู้รับการฝึกสามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ได้ หน้าที่ที่คัดัดสินใจว่าจะนำเสนอหลักสูตรในรูปแบบใด และทดสอบผลลัพธ์อย่างไร โดยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ สามารถพัฒนาการนำเสนอหลักสูตรที่น่าสนใจ มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และแม่นยำได้ หากแต่่าควรจะมีการคาดการณ์ถึงองค์ประกอบโมดูลการฝึก ซึ่งอาจจะล้ำสมัย หรือจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 10 จัดทำแบบร่างของโปรแกรมการฝึก สิ่งพิมพ์ สื่อนำเสนอ หรือแบบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของ CBST โมดูล

1. การจัดทำเอกสารการฝึกระบบ CBST และสื่อนำเสนอ ในขั้นตอนนี้ซึ่งเป็นขั้นตอนของการออกแบบการฝึก ผู้จัดทำออกแบบของค์ประกอบทั้งหมดของเอกสารการฝึกที่จะต้องได้รับการพัฒนาขึ้น ซึ่งรวมถึงคู่มือการฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก เอกสารทดสอบ วัสดุนำเสนอและตารางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึก
2. ต้นแบบรูปหน้า โมดูลการฝึกส่วนมากจะมีแก่นสารที่ซ้ำ ๆ กัน ซึ่งจะมีหัวข้อ สารบัญ คำนำ เนื้อหา บทบททวน ข้อทดสอบย่อย บทสรุป บททดสอบรวมและอื่นๆ
3. การจัดทำวัสดุการฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งนำสื่อประสมเข้ามาร่วมในการนำเสนอ

ขั้นตอนที่ 11 จัดทำแบบร่างโมดูลชุดฝึกในรูปแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกและโครงการ

ควรทำแบบจำลองของโมดูลชุดฝึกให้เสร็จสิ้นเสียก่อน แผนร่างของวัสดุการฝึกคือผลผลิตที่สำเร็จ สามารถปฏิบัติได้ และมีรูปแบบเป็นทางการ แต่อาจจะยังไม่ได้รับการขัดเกลาเพียงพอ และอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูลนี้ ต้องได้รับการนำเสนอ และจะทำให้เสร็จสิ้น ไม่ควรที่จะมีเนื้อหาสำคัญที่หายไป ในกรณีของชุดฝึกที่ใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมต่าง ๆ ต้องสามารถทำงานได้เต็มที่ และไม่ควรมีไวรัสคอมพิวเตอร์ใดๆ ที่จะก่อให้เกิดปัญหากับผู้ใช้อุปกรณ์ ซึ่งอาจจะไม่มีความรู้ในด้านการใช้อุปกรณ์มาก่อน

ขั้นตอนที่ 12 การควบคุมคุณภาพของชุดฝึก

การประเมินผลไม่ใช่การกระทำที่จะเกิดขึ้นครั้งเดียวจบ แต่ควรจะมาจากการวางแผนที่ดี และมีระบบ เพื่อที่จะตรวจสอบทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูล จะต้องให้เวลากับบุคลากรนอกเหนือจากผู้ออกแบบหรือผู้เขียนที่จะตรวจสอบทุก ๆ หน้ากระดาษ หรือจอภาพของโปรแกรม เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือใจความที่ขาดหายไปอย่างเพียงพอ ไม่เช่นนั้นแล้วชุดฝึกอาจไม่ดีพอ อาจต้องมีการจำลองการใช้ชุดฝึกจริงของผู้เข้ารับการฝึก โดยทำตามคำสั่งต่าง ๆ ในโมดูล ทุก ๆ สาขาของโปรแกรม และควรมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ที่ดีหรือไม่ เพื่อที่จะรับรองได้ว่าผู้เข้ารับการฝึกจะสามารถใช้ชุดฝึกได้ดีในทุก ๆ กรณี

ยิ่งแบบร่างชุดฝึกก่อนการทดสอบใกล้เคียงกับผลสำเร็จสุดท้ายของชุดฝึกจริงมากเท่าไร ผลตอบสนองที่จะได้จากการทดสอบก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น หลังจากนั้นควรส่งโปรแกรมให้กับผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้น ๆ ตรวจสอบ เพื่อไม่ให้เกิดการฝึกที่ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์หรือข้อมูลผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 13 จัดเก็บข้อมูลการใช้ชุดฝึกจำลองของผู้เข้ารับการฝึก และผลการปฏิบัติ โดยเทียบกับวัตถุประสงค์การปฏิบัติการเพื่อจัดทำารแก้ไขปรับปรุงชุดฝึก และจัดทำแบบร่างสุดท้าย

ทำการทดสอบโมดูลกับตัวแทนกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกเพื่อหาข้อผิดพลาด และดูว่าโมดูลใช้งานได้ดีแค่ไหนในระบบการฝึก ควรจะมีการจัดให้มีเจ้าหน้าที่ทำการสังเกตการณ์ระหว่างการทดลอง และเจ้าหน้าที่เหล่านี้ควรมีอิสระในการหาความไม่ต่อเนื่องของชุดฝึกหรือความผิดพลาดของข้อมูล เจ้าหน้าที่ควรตั้งใจสังเกตการณ์เพื่อที่จะระบุได้ว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ บ้างในการที่จะจัดทำแบบร่างสุดท้ายที่มีคุณภาพ แบบประเมินผลควรได้รับการจัดส่งไปพร้อม ๆ กับชุดทดลองฝึกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ผลลัพธ์ของข้อสอบท้ายหลักสูตรควรได้รับการบันทึกไว้ด้วย ประสิทธิภาพของชุดฝึกจะต้องได้รับการทดสอบเพื่อหาว่ามีส่วนใดซึ่งยังไม่ดีพอหรืออาจทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสับสนได้ มีแบบทดสอบใดหรือไม่ที่ไม่มีความเป็นกลาง สับสนหรือผิดพลาด แบบการประเมินผลนี้จะสามารถให้ข้อมูลในการที่จะปรับปรุงชุดฝึกและจัดทำแบบร่างสุดท้าย ข้อมูลที่ได้จากโครงการนำร่องนี้ไม่ได้ถูกตั้งเป้าหมายให้นำมาใช้ในการวิเคราะห์สถิติ หากแต่จะใช้สำหรับการปรับปรุงแก้ไขเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงไม่ควรจะกังวลเกี่ยวกับขนาดของชุดฝึกทดลอง เพราะว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จะได้จากตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายตามตัวอย่างแบบประเมินผล

ขั้นตอนที่ 14 จัดทำแบบร่างสุดท้ายของโมดูลชุดฝึกและจัดเข้ารูปเล่มเพื่อการใช้งานจริง

หลังจากได้ข้อมูลของการทดลองชุดฝึก ข้อมูลนั้น ๆ ควรได้รับการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง และโมดูลหรือหลักสูตรต้องได้รับการปรับปรุง หากว่าท่านได้ทำตามขั้นตอนการออกแบบระบบการสอนอย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะขั้นตอนที่ 11 และ 12 การปรับปรุงแก้ไขควรเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ไม่ควรมีสิ่งที่น่าประหลาดใจใด ๆ เกิดขึ้นในการจัดทำแบบร่างสุดท้ายนี้ เพราะเหตุว่าสิ่งเหล่านั้นนั้นควรได้รับการคาดการณ์และแก้ไขไว้ก่อนแล้ว

หลังจากที่การปรับปรุงแก้ไขได้ดำเนินการเสร็จแล้ว โมดูลชุดฝึกก็พร้อมที่จะได้รับการจัดเข้ารูปเล่มและแจกจ่ายเพื่อใช้งาน เป็นสิ่งสำคัญที่จะจัดให้การเข้ารูปเล่มมีความดึงดูดผู้ใช้และใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับชุดฝึกระบบ CBST ควรจะมีคู่มือครูฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก ชุดทดสอบซึ่งรวมด้วยข้อสอบและคำตอบ และชุดวัสดุนำเสนอ ควรระวังไม่ให้ชุดย่อยต่าง ๆ แยกกัน ควรถูกจัดรวมให้เป็นชุดเดียวกันภายในห่อ วัสดุ กล่อง หรือแฟ้ม ควรจัดให้แต่ละชุดมีความสร้างสรรค์ดึงดูดใจและพร้อมแจกจ่ายได้ในทันที ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์และที่อยู่ของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ควรได้รับการพิมพ์ไว้บนชุดฝึกนั้น ๆ ด้วย เพื่อให้ง่ายต่อการส่งชุดฝึกเพิ่มหรือเพื่อติดต่อในการซักถามเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 15 การจัดให้ชุดฝึกทันสมัยอยู่เสมอ ใช้งานได้และมีประสิทธิผลในการฝึก

ควรจะทำวัตรที่ง่ายต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง และทำให้ทันสมัยด้วยตัวเองและโดยผู้ใช้ ควรปกป้องการลงทุนที่ใช้ไปกับการผลิตโมดูลชุดฝึกโดยการวางแผนเพื่อรักษาชุดฝึกเหล่านั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ทันสมัย การดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอและการจัดตารางการบำรุงรักษาข้อมูล จะช่วยให้ระยะเวลาการใช้งานของวัสดุเพิ่มขึ้นอีกไม่น้อยกว่า 10 ปี การละเลยการบำรุงรักษาโปรแกรมจะทำให้โปรแกรมล้าสมัยภายในไม่กี่ปี (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543 : 6-20)

2.4 ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน (LMS : Learning Management System) นับเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนแบบ e-learning เพราะเป็นระบบที่พัฒนาสำหรับจัดการและบริหารทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน สามารถสร้างสภาพแวดล้อม เปรียบเสมือนกับการเรียนในห้องเรียนปกติ เช่น สามารถตรวจสอบการเข้าเรียน ความก้าวหน้าในการเรียน ชื่อผู้ที่เข้าเรียน บทที่เรียน เวลาที่เรียน ชื่อผู้ที่ลงทะเบียนเรียน การสมัครเรียน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถามตอบ ระบบประเมินผล ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์สำหรับค้นคว้า เอกสารอ้างอิง และระบบติวระบบพี่เลี้ยง เป็นระบบช่วยในการจัดการหลักสูตรการเรียนการสอน ซึ่งช่วยในการหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง โดยผู้สอนสามารถสร้าง แก๊จหลักสูตร และประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้ตลอดเวลา

LMS เป็นคอมพิวเตอร์โปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อบันทึก และจัดข้อมูลการเรียนการสอน โดยโปรแกรมจะทำหน้าที่ตรวจสอบการเข้ามาใช้บทเรียน และออกจากบทเรียนของผู้เรียน ตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนในแต่ละบท รวมทั้งการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์คะแนนสอบของผู้เรียนแต่ละคนด้วย ในตัวของ LMS ประกอบด้วยหลายส่วนที่อยู่ภายในระบบ เช่น

1. ระบบการจัดการเกี่ยวกับการบริหารการเรียน เช่น การสร้างและการจัดการรายวิชา การลงทะเบียนกำหนดสิทธิ์ต่าง ๆ ของผู้สอนและผู้เรียน LMS บางระบบสามารถให้ผู้เรียนลงทะเบียนผ่านระบบได้เลย

2. ระบบการจัดการเนื้อหา หรือ CMS (Content Management System) เป็นระบบที่สนับสนุนในการสร้างเนื้อหาโดยมีเครื่องมือต่าง ๆ ในการสนับสนุนการสร้างเนื้อหา นอกจากการสร้างแล้วยังสามารถนำเนื้อหาที่สร้างมาจากโปรแกรมตัวอื่นมาใช้งานได้ เช่น Macromedia Dreamweaver, Macromedia Flash, Microsoft FrontPage เป็นต้น

3. ระบบการติดตามการเรียนการสอน การเรียนการสอนแบบ e-Learning ผู้เรียนต้องเข้าชั้นเรียนในระบบ ดังนั้นตัวระบบจะต้องมีการติดตามความคืบหน้าในการเรียน เช่นการบันทึกเวลา การเข้าระบบอย่างละเอียด การส่งงานผ่านระบบ ตลอดจนการให้คะแนนและให้เกรด

4. ระบบการติดต่อสื่อสาร ระบบนี้สามารถเปิดให้ผู้สอนและผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ภายในระบบ เช่น การติดต่อด้วยเมลล์ภายใน การใช้เว็บอร์ดในการตอบกระทู้ต่าง ๆ หรือการใช้แชทรูม นอกจากนั้น LMS บางโปรแกรมยังสนับสนุนการติดต่อเมลล์ภายนอกอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน เป็นเครื่องมือใช้สนับสนุนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต โดยเป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ 6 ประการ ได้แก่

1. สร้างบทเรียน ซอฟต์แวร์จัดการเรียนผ่านอินเทอร์เน็ต จะต้องมีส่วนช่วยสร้างรูปแบบเนื้อหาและการนำเสนอที่เหมาะสม
2. จัดการหลักสูตรเพื่อกำหนดโครงสร้างหลักสูตร จำนวนครั้งที่สอน การเตรียมการสอน ตลอดจนข้อมูลปลีกย่อยเกี่ยวกับหลักสูตร
3. จัดการห้องเรียนแบบ Virtual Classroom ซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะสนับสนุนการจัดการบทเรียนที่เป็นเนื้อหา บทเรียนที่เป็นชุดทดสอบและการมอบหมายผู้สอน ตลอดจนการบริการผู้เรียน และติดตามการเรียนของผู้เรียน
4. จัดการปฏิสัมพันธ์ จะต้องมียซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบ Asynchronous, Synchronous หรือแบบ Collaborative
5. การจัดการประเมินผล ซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะติดตามการใช้บทเรียน เก็บข้อมูลสถิติการใช้บทเรียน และผลของการทดสอบเพื่อการประเมินผล
6. จัดการกับสิทธิผลประโยชน์ ซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะเก็บสถิติการใช้บทเรียน ตลอดจนข้อมูลรหัสผ่านของผู้เรียน สถิติการใช้บทเรียน จะใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าลิขสิทธิ์การใช้ตามนโยบายที่กำหนดโดยฝ่ายบริหาร

จุดเด่นของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

1. สามารถเพิ่ม ลด หรือแก้ไขหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อยของหลักสูตรการเรียนการสอนได้ ซึ่งจะทำให้การแบ่งประเภทวิชาเป็นไปอย่างง่ายคบาย
2. สามารถค้นหารายชื่อหลักสูตรได้โดยง่าย และแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลหลักสูตรได้ตลอดเวลา
3. สามารถประเมินผลผู้เรียน ทั้งการให้คะแนน การเข้าชมสื่อ และผลการเรียนได้
4. สามารถใส่ข่าวประกาศและมอบหมายงานให้กับผู้เรียนแต่ละคนได้
5. สามารถออกไปประกาศได้เมื่อเรียนจบหลักสูตร

ประโยชน์ของระบบบริหารจัดการการเรียนการสอน

1. มีความรวดเร็วฉับไว โดยสามารถดูแล แก้ไข เพิ่มเติมหลักสูตรการเรียนการสอนได้ตลอดเวลา
2. สะดวกสบาย โดยผู้เรียนสามารถหาความรู้เพิ่มเติมได้ตามเวลาและสถานที่ที่สะดวก
3. มีประสิทธิภาพในการสื่อสาร โดยผู้สอนสามารถแจ้งข่าวแก่ผู้เรียนได้ตามรายวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 โปรแกรม Authorware

โปรแกรม Authorware Professional เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับการสร้างแอปพลิเคชันในระบบมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอผลงานต่าง ๆ การสร้างบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถ หรือแม้กระทั่งเกมส์ก็ยังสามารถทำได้ด้วยการออกแบบ การทำงานโดยการวาง Icon บน Flowchart เพื่อที่จะออกแบบโปรแกรม หรือการวางแผนต่าง ๆ ทำให้แม้แต่ผู้ที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์ก็สามารถที่จะสร้างงานขึ้นมาได้โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับภาษา

2.5.1 คุณสมบัติของโปรแกรม Authorware Professional

โปรแกรม Authorware Professional มีคุณสมบัติเด่น 3 ประการ ที่สนับสนุนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในระบบมัลติมีเดีย รวมทั้งการกระจายบทเรียนที่พัฒนาแล้วไปยังผู้ใช้ ได้แก่

1. การออกแบบโปรแกรมด้วยเทคนิค Object Authoring ทำให้ผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการออกแบบโปรแกรมหรือผู้ที่ไม่มีประสบการณ์มาแล้วก็ตาม สามารถทุ่มเทความสนใจไปยังรายละเอียดของเนื้อหาบทเรียน และวิธีการโต้ตอบของผู้ใช้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การใช้สัญลักษณ์ (Icon) แทนคำสั่ง ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงได้ง่าย โดยภายในแต่ละบทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถใช้ไอคอนได้ถึง 16,000 ตัว

2. ในโปรแกรม Authorware Professional ประกอบด้วยเครื่องมือด้านมัลติมีเดียอย่างสมบูรณ์ ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างบทเรียนที่ประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวิดีโอ เข้าด้วยกัน ทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการเรียนการสอน การฝึกอบรมได้อย่างดี

3. การออกแบบโปรแกรมให้สามารถใช้ได้หลายระบบ ทำให้ผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นบนเครื่องแมคอินทอช หรือภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ซึ่งมีการทำงานเหมือนกันและสามารถที่จะติดต่อไปยังระบบภายนอกได้

2.5.2 คุณสมบัติเฉพาะโปรแกรม Authorware Professional

โปรแกรม Authorware Professional มีคุณลักษณะเฉพาะโดยสรุป ดังนี้

1. การใช้ไอคอนแทนคำสั่ง คำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมได้ออกแบบไว้ในรูปของสัญลักษณ์จำนวน 11 ไอคอน ซึ่งสัญลักษณ์แต่ละตัวจะใช้แทนคำสั่งในการพัฒนาบทเรียนได้อย่างสมบูรณ์ ลักษณะการทำงานโปรแกรมประกอบด้วยไอคอนที่จะเรียงลงเส้นโฟลว์ (Flow) เป็นการกำหนดขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม นอกจากนี้คำสั่งที่เป็นเมนูสามารถกำหนดรายละเอียดของโปรแกรม เช่น ขนาดหรือรูปแบบของจอภาพ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเอื้ออำนวยความสะดวกในการทำงาน การเอื้ออำนวยความสะดวกในการทำงานของโปรแกรม Authorware Professional มีสิ่งต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อความสะดวกในการทำงาน ดังนี้

2.1 สามารถทดสอบและแก้ไขโปรแกรมได้ในเวลาเดียวกัน สามารถแก้ไขและเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมได้โดยตรง ทำงานให้ง่ายต่อการพัฒนาและบำรุงรักษาโปรแกรม อีกทั้งโครงสร้างของโปรแกรมสามารถเปลี่ยนแปลงและนำกลับมาใช้ได้

2.2 สามารถกำหนดวิธีการโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ถึง 10 วิธี ได้แก่ การป้อนข้อความผ่านแป้นพิมพ์ การสร้างปุ่มกดบนจอภาพ การกำหนดพื้นที่บนจอภาพที่ตอบสนองเมื่อกดเมาส์ด้วยการเลื่อนภาพไปยังตำแหน่งที่กำหนดเป็นเมนู การกำหนดวัตถุบนจอภาพที่ตอบสนองเมื่อกดปุ่มเมาส์

2.3 คุณสมบัติที่เอื้ออำนวยอื่น ๆ ได้ผสมผสานสื่อต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รวมทั้งคำแนะนำการใช้ที่ประกอบอยู่ในแต่ละคำสั่ง

3. ไฟล์ห้องสมุด ส่วนของไฟล์ข้อมูลห้องสมุด (Library) ที่มีไว้ใช้สนับสนุนการทำงาน โปรแกรมจะมีระบบไฟล์ห้องสมุดที่สนับสนุนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในระบบมัลติมีเดียดังนี้

3.1 มีไฟล์ห้องสมุด ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟฟิก ภาพจากวิดีโอ เสียงและอื่น ๆ เป็นต้น

3.2 มีไฟล์โครงสร้างที่ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้ ประกอบด้วย ตัวอย่างโปรแกรม เช่น ระบบ Pull-down Menu สมุดโน้ต โปรแกรมบันทึกการทำงานขั้นตอนในการทำงาน

3.3 ผู้ใช้สามารถสร้างโมเดลการทำงานที่สามารถนำกลับไปใช้ได้

4. ตัวแปรและฟังก์ชัน โปรแกรม Authorware Professional มีตัวแปรและฟังก์ชันสนับสนุนการทำงานมากกว่า 200 ตัว ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการเก็บค่า แก้ไขหรือแสดงข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งการควบคุมการทำงานของโปรแกรม จุดเด่นของการใช้ตัวแปร และฟังก์ชันในการทำงานมีดังต่อไปนี้

4.1 ความสามารถในการใช้ตัวแปร ทำให้สามารถติดตามการใช้โปรแกรม และเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานที่เหมาะสม เพื่อตอบสนองการทำงานของผู้ใช้ รวมทั้งการเก็บข้อมูลสำหรับการทำงาน

4.2 มีคำสั่งสำหรับดูรายละเอียดของฟังก์ชันและตัวแปร รวมทั้งสามารถคัดลอกตัวแปรและฟังก์ชันไปยังส่วนของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

4.3 สามารถควบคุมรูปแบบการแสดงผลของตัวแปรได้ ช่วยให้สามารถทดสอบระดับความรู้พื้นฐานของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

5. เครื่องมือทางด้านมัลติมีเดีย โปรแกรม Authorware Professional มีเครื่องมือทางด้านระบบมัลติมีเดียเพื่อใช้สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียได้อย่างเอกรูปร่างบนเอกสารที่ส่งในเวลาสำหรับก้าวเชิงงานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนูผู้ใดเห็นไปเซบระโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบูรณ์ รวมทั้งความสามารถในการใช้และแก้ไขสื่อที่นำเข้ามาจากโปรแกรมอื่น ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ดังนี้

5.1 ข้อความ

5.1.1 สามารถใช้ตัวอักษรหลายแบบผสมกันได้ รวมทั้งสีและขนาด

5.1.2 สามารถกำหนดตัวอักษรเป็นขอบเงา ตัวเอียงและขีดเส้นใต้

5.1.3 รูปแบบของข้อความสามารถตัดคำ ตั้งระยะทั้งข้อความและตัวเลข รวมทั้งกำหนดกรอบ

5.1.4 จัดคำให้ชิดซ้าย ขวา หรืออยู่กึ่งกลางได้

5.2 กราฟิก

5.2.1 มีคำสั่งในการวาดรูปวงกลม วงรี สี่เหลี่ยม และลากเส้น รวมทั้งแสดงเส้นตาราง

5.2.2 มีคำสั่งลากเส้น สามารถลากเส้นตั้ง เส้นนอน เส้นเอียง 45 องศา รวมทั้งใส่ลูกศร และกำหนดความหนาของเส้นได้ 5 ระดับ

5.2.3 สามารถกำหนดรูปแบบการเติมสี (Fill Pattern) ได้ทั้งหมด 36 รูปแบบ ซึ่งเพียงพอสำหรับการตกแต่งกราฟิกทั่วไป

5.2.4 กำหนดการแสดงผลของภาพเป็นชั้น สามารถที่จะรวมภาพเข้าด้วยกัน และแก้ไขภาพเป็นกลุ่มได้

5.2.5 สามารถขอรูปภาพก่อน (Preview) ที่จะนำเข้ามาใช้ได้

5.3 เสียง

5.3.1 ควบคุมการเล่นซ้ำ เริ่ม และหยุดได้

5.3.2 สามารถเล่นไฟล์ Pem ของแมคอินทอช ไฟล์ Wav ของ Windows และเล่นไฟล์ Midi โดยผ่าน Microsoft's Multimedia Extensions ได้

5.4 ภาพเคลื่อนไหว (Animation)

5.4.1 กำหนดทิศทางในการเคลื่อนที่วัตถุได้หลายแบบ เช่น Scale Path Fixed Destination, Fixed Path, Linear Scale และ Scale X/Y เป็นต้น

5.4.2 กำหนดทิศทาง เวลา ความเร็ว และจำนวนรอบของการถ่ายภาพได้

5.4.3 ควบคุมจำนวนเฟรม ความเร็ว และจำนวนรอบของการเล่นภาพได้

5.4.4 กำหนดชั้นในการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ ในกรณีที่มวัตถุมากกว่าหนึ่งอย่าง ให้เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งที่ทับซ้อนกันได้

6. สัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม Authorware Professional

6.1 Display Icon ใช้แสดง Text หรือ Graphics บนจอภาพ จะมีเครื่องมือที่ใช้ในการวาดรูป รวมทั้งการแสดงผลข้อความ โดยมี Special Effect ต่างๆ

เอกสารต้นฉบับเอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 Motion Icon หรือ Animation Icon ใช้ทำภาพข้อความ (Object) ของ Display Interaction หรือ Movie Icons ให้เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในเวลา ความเร็ว และรูปแบบที่กำหนดไว้

6.3 Erase Icon ใช้สำหรับลบภาพข้อความ (Object) ออกจากจอภาพโดยสามารถกำหนด Special Effect ได้เช่นเดียวกับ Display Icon

6.4 Wait Icon ใช้สำหรับหยุดการทำงานของโปรแกรม จนกว่าผู้ใช้จะกดปุ่มหรือคลิกเมาส์หรือจนกระทั่งครบเวลาที่กำหนดไว้

6.5 Navigation Icon ใช้ในการนำ Icon ต่าง ๆ มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ใน Framework Icon ภายใน Framework Icon จะมีส่วนประกอบของ Navigation Icon จะใช้สร้าง Condition ของ Hypermedia Interaction รวมถึง Interaction ต่าง ๆ และ Exit Conditions ให้การสร้างงานในลักษณะโต้ตอบ (Interaction) ทำได้ง่ายขึ้น

6.6 Decision Icon ใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมแยกทาง (Branching) การทำงานตามลำดับขั้นการทำงานแบบสุ่มหรือกำหนดการทำงานของโปรแกรมโดยค่าตัวแปร

6.7 Interaction Icon เป็น Icon ที่ใช้เพื่อกำหนดวิธีการติดต่อกับผู้ใช้โดยวิธีต่าง ๆ เช่น ปุ่มกด Pull - down menu ซึ่งเป็นความสามารถของ Authorware มีการพัฒนา Authorware เป็นแบบ Interactive เป็นต้น

6.8 Calculation Icon ใช้กำหนดค่าให้กับตัวแปรใช้ฟังก์ชันพิเศษในการเขียนโปรแกรมระดับสูง เช่น ใช้เรียกโปรแกรมภายนอกหรือเรียก Application อื่น ๆ เป็นต้น

6.9 Map Icon ใช้งานในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม ใช้ทำ Module ของ File ทำให้สามารถทำงานในลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่าหนึ่งระดับ

6.10 Start Flag ใช้ในการกำหนดจุดเริ่มต้นในการ Run โปรแกรมเป็นช่วง โดยใช้คำสั่ง Run From Flag ในส่วนของ Try It บน Menu Bar

6.11 Stop Flag ใช้ในการกำหนดจุดสิ้นสุดในการ Run โปรแกรมเป็นช่วง โดยใช้คำสั่ง Run From Flag ในส่วนของ Try It บน Menu Bar โดยใช้ร่วมกันกับ Start Flag

6.12 Movie Icon ใช้ในการเรียก Animation File ต่าง ๆ เช่น .avi .mov .fli .flc .mpc มาแสดงบนจอภาพได้ เป็นต้น

6.13 Sound Icon ใช้ในการเรียกเพิ่มข้อมูลเสียง (Digital Sound File) เช่น เสียงพูดที่บันทึกโดยโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ที่ใช้ร่วมกับ Sound Card เพื่อนำมาใช้งานในโปรแกรม เป็นต้น

6.14 Video Icon ใช้ในการควบคุมการเล่นวิดีโอจากเครื่องเล่นวิดีโอ

6.15 Icon Color Pallet ใช้ในการกำหนดให้ Icon มีสีที่เราต้องการ ทำให้สังเกตได้ง่าย เป็นการช่วยเหลืออีกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 เกณฑ์การเลือกโปรแกรม Authorware Professional สำหรับการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยผู้วิจัยเลือกโปรแกรมในการสร้างบทเรียนครั้งนี้ชื่อ Authorware Professional ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนโดยมีเกณฑ์การเลือก ดังนี้

1. ง่ายต่อการใช้งาน เนื่องจากการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์และสร้างสรรค์งานมัลติมีเดีย จะใช้ไอคอนจับวางไว้บนเส้น Flowline หลังจากนั้นก็สามารถจัดการในแต่ละไอคอน โดยการเปิด Presentation Windows เพื่อสร้างภาพ ข้อความ การนำเข้าภาพ กำหนดการโต้ตอบ หรือกระทำอย่างอื่น ๆ ตามลักษณะของการจัดการบทเรียนที่ออกแบบไว้แล้วผู้ที่ไม่มีความรู้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถสร้างบทเรียนในขั้นพื้นฐานได้

2. การสนับสนุนระบบมัลติมีเดีย ได้แก่ ภาพเสียง ภาพเคลื่อนไหว การโต้ตอบและการนำเข้าภาพจากไฟล์ภายนอก โปรแกรม Authorware Professional สามารถสนับสนุนการสร้างสรรค์งานระบบมัลติมีเดียค่อนข้างสมบูรณ์

3. การสนับสนุนระบบการจัดการฐานข้อมูล มีประโยชน์ในการที่จะอำนวยความสะดวกในการคำนวณ ประเมินผลการเรียนรู้ เก็บบันทึกข้อมูล

4. สะดวกต่อการจัดหา โปรแกรม Authorware Professional เป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่ายในตลาดคอมพิวเตอร์ของประเทศไทย เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่แพร่หลาย

สรุปได้ว่าโปรแกรม Authorware Professional เป็นโปรแกรมสร้างบทเรียนที่ใช้งานง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น สามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ได้ดีโดยเฉพาะมัลติมีเดีย และเป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่าย เหมาะสำหรับการใช้งานกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโดยทั่วไป ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่ามีเหมาะสมที่จะใช้โปรแกรม Authorware Professional ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เป็นภาษาไทยจึงได้ใช้โปรแกรมนี้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

2.5.4 ข้อจำกัดของโปรแกรม Authorware Professional

ข้อจำกัดของโปรแกรม Authorware Professional ในการใช้งาน มีดังนี้

1. เครื่องมือสำหรับการสร้างภาพ Graphic Tools Box มีจำนวนน้อย เครื่องมือที่มีอยู่ในโปรแกรมเหมาะสำหรับสร้างภาพขั้นพื้นฐานเท่านั้น เช่น รูปทรงเลขาคณิต เป็นต้น

2. การแสดงภาพพิเศษ (Effect) มีอยู่น้อยและเป็นขั้นพื้นฐานเท่านั้น เช่น การแสดงภาพ ขวาซ้ายขวาขึ้นลง เปิดเข้าออก ทำให้การนำเสนอและลบภาพหรือข้อความเป็นอย่างเรียบง่าย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเขียนโปรแกรมด้วยฟังก์ชันที่มีอยู่ทำได้ยาก โปรแกรม Authorware Professional มีฟังก์ชันใช้งานพื้นฐานมากกว่า 200 ตัว โดยมีรูปแบบตามมาตรฐานของบริษัท Macromedia ซึ่งยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ดังนั้นการเขียนโปรแกรมจึงเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก

4. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการโต้ตอบบทเรียนขณะที่มีการอ่านไฟล์เสียง ปัญหาที่มักพบได้แก่ เกิดภาพซ้อน การโต้ตอบบทเรียนจะทำได้ไม่ดี เกิดการหลุดออกจากโปรแกรม

2.6 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ ผลเฉลี่ยของคะแนนการประกอบกิจกรรมทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (อธิพร ศรียมก. 2532 : 245-253) โดยระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเป็นระดับที่ผู้สอนพอใจ ถ้าหากบทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์นั้นก็มีความน่าพอใจ เราเรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจนั้นว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

2.6.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักตั้งไว้ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้เช่น 75/75 เป็นต้น (อธิพร ศรียมก. 2532 : 245-253)

จะเห็นว่าการกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นนั้นมีเกณฑ์ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาวิชาที่นำมาจัดสร้างเป็นบทเรียนว่าเป็นเนื้อหาประเภทใด การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในส่วนที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ จะตั้งค่าประสิทธิภาพไว้สูงกว่าบทเรียนฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะหรือเจตคติ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงตั้งค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ไว้เป็น 80/80 เพราะมีทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำและเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะหรือเจตคติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่คั้นั้น เมื่อทำการสร้างเสร็จสมบูรณ์ต้องผ่านการทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนและวิธีการที่กำหนด แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้ตามเกณฑ์อย่างน้อยเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องควรแก้ไขบ้าง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ไปทดลองใช้แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร

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

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

เมื่อ

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
แต่ละหัวข้อ

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบ
ทุกหัวข้อ

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละหัวข้อ

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหัวข้อ

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 แล้วผลลัพธ์ที่ได้มักจะใกล้เคียงกัน และห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่ยืนยันว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ ก่อนจะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (อิทธิพร ศรียมก. 2532 : 245-253)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภวัฒน์ ลาวณิชวิสุทธิ (2545 : บทคัดย่อ) พัฒนบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องทรานซิสเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า บทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องทรานซิสเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 75/75 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องทรานซิสเตอร์ ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.25/81.75 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามสมมติฐานการวิจัย

ศักดิ์ ศศิกุลกมล (2545 : บทคัดย่อ) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจสอบเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจสอบเครื่องรับโทรทัศน์ สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่างสถานศึกษาเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ และวิทยาลัยสารพัดช่างธนบุรี กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาเป็นนักศึกษาหลักสูตรระยะสั้น สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาช่างซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจสอบเครื่องรับโทรทัศน์ ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.30/94.16 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ (2544 : 92) พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถที่นำมาใช้เป็นสื่อร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึก สามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์แต่ละหน่วยการฝึก จากการวัดความสามารถโดยครูฝึก กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า มีผู้เข้ารับการฝึกจำนวน 17 คน สามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คิดเป็นร้อยละ 85 ของกลุ่มตัวอย่าง แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

ยุทธศักดิ์ สันตมาศ (2543 : บทคัดย่อ) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ ทำการสร้างและพัฒนาพร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ที่นำมาใช้เป็นสื่อในการฝึกอบรม ร้อยละ 80 ของผู้เข้าฝึกอบรมสามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ในการวิจัยได้นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาตรี สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นประโยชน์อันเป็นการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ผลการทดลองพบว่า มีกลุ่มตัวอย่างที่เรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่าง ในการทดสอบสมมติฐานพบว่า จำนวนผู้ที่ผ่านเกณฑ์กับเกณฑ์ที่ตั้งไว้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

Coven and bee (1991 : 12-15) ได้ทำวิจัยเรื่องบทบาทของการนำ CBT เข้ามาใช้ในการผลิตอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่เป็นผลผลิตจากโรงงาน ในปัจจุบันนั้นมีความยุ่งยากซับซ้อน และก่อให้เกิดปัญหาในการนำไปใช้งานอย่างมาก จึงได้นำหลักการของ CBT เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา สร้างความเข้าใจต่อการใช้งานและก่อประโยชน์สูงสุดในการใช้งานอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ เหล่านั้น หลักการของ CBT ได้มีการวิจัยต่อเนื่องกันมาตลอด แต่ได้มีการวิจัยถึงผล CBT ที่เกี่ยวกับผู้ใช้งานมีความรู้ในการใช้งานน้อยแค่ไหน ในการทดลองเกี่ยวกับการนำ CBT มาใช้ โดยทดลองกับนักเรียนนายเรือ 80 คน โดยมีการนำเสนอบทเรียนเป็นบุคคลโดยผ่านคอมพิวเตอร์ และในเนื้อหานั้นประกอบด้วยการนำเข้าสู่บทเรียน การปฏิบัติ และมีการทดลองหลังเรียนและปฏิบัติแล้ว โดยมีการตอบสนอง 4 รูปแบบ ในการตอบสนองนั้นก็จะตอบสนองทั้งถูกและผิดโดยคอมพิวเตอร์ ผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่างในระดับสูงในการทดลองปฏิบัติ โดยการตอบสนองในการทดสอบนั้นถ้าหากมีการตอบสนองโดยทันที จะมีการรับรู้ที่ดีกว่าสำหรับผลตอบสนองใน CBT นี้ จะเป็นเทคนิคในการสอนที่ก่อให้เกิดผลดีเพราะ CBT นี้จะมุ่งเน้นไปที่ความตั้งใจหรือความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ

Silverstand and Neelie (1990 : 75-78) การนำ CBT มาใช้ทางการศึกษานั้น ในมหาวิทยาลัย Hofstra University ได้มีการทดลองใช้ CBT ในเรื่องประวัติศาสตร์ของอุตสาหกรรมและจิตวิทยาของจักร ได้ทดลองใช้ CBT กับนักศึกษาจำนวน 70 คน โดยมีการทดสอบความรู้ (Comprehension) 2 ครั้ง ในระหว่างการทดสอบ ส่วนครั้งที่ 3 มีการทดสอบความคงทนในการจำ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองได้มีการทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ผลการทดสอบพบว่าไม่มีความแตกต่างในการวัดตัวแปรต้นของรูปแบบการนำเสนอและกลุ่มควบคุม ยิ่งไปกว่านั้นทัศนคติของผู้ที่เข้ารับการทดสอบโปรแกรม computerized ยังไม่มีความแตกต่างกันอีกด้วย จากผลการวิจัยได้ถูกอภิปรายถึงเหตุผลว่า เหตุใดจึงไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมและตัวแปรของรูปแบบการนำเสนอ คำตอบที่พบในประเด็นนี้จะต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับ CBT การควบคุมและรูปแบบของการนำเสนอเนื้อหาเหตุผลของข้อคำถามดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พุทธศักราช 2543 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปแกรม วิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 60 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปแกรม วิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 20 คน ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ
2. แบบวัดความสามารถ
3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

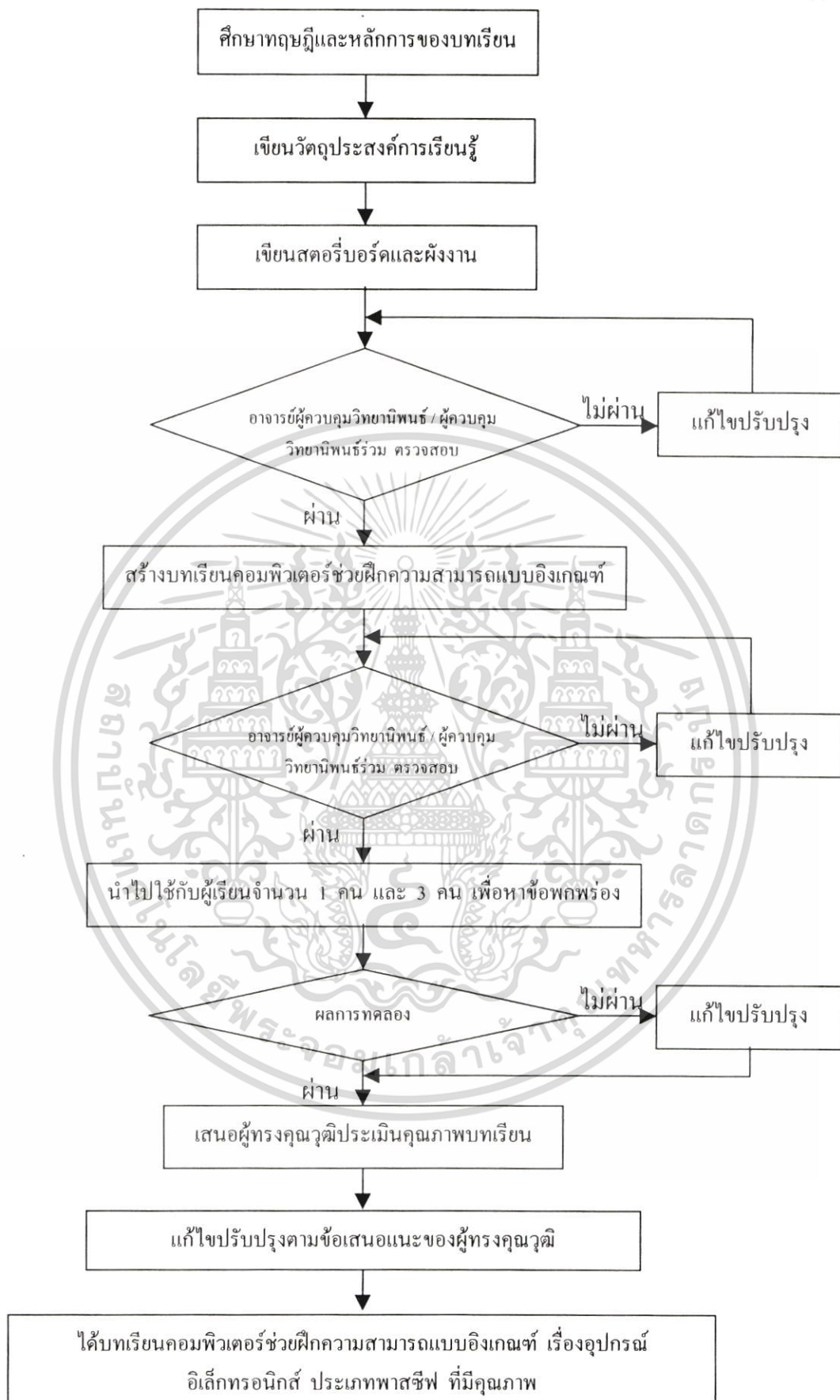
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี และหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา ผลงานที่เกี่ยวข้อง ปริญญาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลในส่วนของเนื้อหาเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ มาเพื่อกำหนดเป็นโครงสร้างของเนื้อหา และการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์นี้ ใช้โปรแกรม Authroware ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างแอปพลิเคชันในระบบมัลติมีเดียในการนำเสนองานต่าง ๆ มีความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้ และสามารถนำไปใช้ได้ง่ายบนระบบปฏิบัติการ Windows
2. เขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อเป็นมาตรฐานการวัด โดยเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาของ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ
3. เขียนสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ และ ออกแบบผังงาน โดยนำเนื้อหาของเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ มาทำการจัดเรียงเนื้อหาตามหัวข้อที่กำหนด พร้อมจัดทำแม่แบบการนำเสนอหน้าจอภาพ โดยเริ่มตั้งแต่รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ พื้นที่การใช้งานบนจอภาพ ภาพกราฟฟิกและภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบต่าง ๆ
4. นำกรอบเนื้อหาและแม่แบบการนำเสนอที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่อง และนำผลการตรวจสอบไปแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ได้ต้นแบบที่สมบูรณ์ในการนำไปสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
5. ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยดำเนินการตามกรอบเนื้อหาและแม่แบบการนำเสนอที่กำหนดไว้ และเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง
6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ที่ผ่านการตรวจแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 1 คน โดยวิธีการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผ่านการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 มาแล้ว ในขณะที่ผู้เรียนไม่เข้าใจให้สอบถามผู้วิจัยได้ และผู้วิจัยคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ที่ได้แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 3 คน โดยวิธีการเลือกสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปรแกรมวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผ่านการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยเลือกนักศึกษาที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละหนึ่งคน ซึ่งดูจากผลการเรียนที่ผ่านมา ในขณะที่ผู้เรียนไม่เข้าใจให้สอบถามผู้วิจัยได้ และผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนแล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง

8. ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. ผศ. กิติพงศ์ มะโน | อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง |
| 2. อาจารย์เกษม ภูเจริญธรรม | อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ |
| 3. อาจารย์สมนึก ธัญญาวินิชกุล | อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม |

และผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- | | |
|------------------------|---|
| 1. ผศ. อรรถพร ฤทธิเกิด | อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง |
| 2. อาจารย์สมชัย ช่อไสว | อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ |
| 3. นายมงคล แพทองคำ | นักวิชาการศึกษา 5 (รองหัวหน้าฝ่ายทะเบียน
และวัดผล) (รักษาการรองผู้อำนวยการสำนัก
คอมพิวเตอร์และสารสนเทศ)
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ |

ตรวจประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างและพัฒนาขึ้น และนำข้อเสนอแนะไปแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด

9. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนการสร้าง ดังรายละเอียดตามภาพที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การสร้างแบบวัดความสามารถ

แบบวัดวัดความสามารถ ใช้ในการวัดความสามารถของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถจากหนังสือ และเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง
2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. สร้างแบบวัดความสามารถ ที่มีลักษณะเป็นแบบวัดความสามารถทางปฏิบัติของผู้เรียน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมินความสามารถการปฏิบัติ ดังนี้

ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้อย่างอิสระไม่ต้องขอคำแนะนำจากอาจารย์ผู้สอน

ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้ แต่ยังคงได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเป็นบางครั้ง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้ แต่ยังคงได้รับคำแนะนำจากผู้สอนอย่างใกล้ชิด

ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานตามที่กำหนด

4. หากคุณภาพของแบบวัดความสามารถ โดยสร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อหาความเที่ยงตรงของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2534 : 177) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด หมายถึง เครื่องมือเครื่องนั้นสามารถวัดได้ตามสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือวัดได้ตามจุดประสงค์การวัด โดยนำไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่านเพื่อให้พิจารณา ได้แก่

1. ผศ. กิติพงษ์ มะโน อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์เกษม ภูเจริญธรรม อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
3. อาจารย์สมนึก ัญญาวินิชกุล อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทน์เกษม
4. ดร.ไชยรัตน์ ปราณี อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตรวจสอบความสอดคล้องรายการประเมินกับลักษณะพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดของผู้เรียน (พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541 : 117) โดยใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นด้วย

คะแนน 1 สำหรับรายการประเมินการปฏิบัติงาน ที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับรายการประเมินการปฏิบัติงาน ที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับรายการประเมินการปฏิบัติงาน ที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นเลือกแบบวัดความสามารถข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป เพื่อนำไปใช้งาน

ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ผลดังรายละเอียดใน (ภาคผนวก ก)

5. นำแบบวัดความสามารถที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องแล้ว นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแก้ไขอีกครั้ง

6. นำแบบวัดความสามารถที่คัดเลือกแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยเรียนหลักสูตรนี้มาแล้ว จำนวน 20 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.1 การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ 1 ชุด ต่อผู้เรียน 1 คน

6.2 แนะนำการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

6.3 ให้ผู้เรียนทำการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

6.4 เมื่อผู้เรียนมีความพร้อมขอเข้ารับการวัดความสามารถ อาจารย์ผู้สอนแจกแบบวัดความสามารถ สังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียน บันทึกผลลงในแบบการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาดังนี้

คะแนนเต็ม 3 หมายถึง มีความเห็นด้วยกับแบบวัดความสามารถ

คะแนนเต็ม 2 หมายถึง มีความไม่แน่ใจกับแบบวัดความสามารถ

คะแนนเต็ม 1 หมายถึง มีความไม่เห็นด้วยกับแบบวัดความสามารถ

7. นำผลที่ได้จากการประเมิน มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ โดยใช้วิธีของ Hoyt (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2534 : 172)

ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ จำนวน 3 หน่วยมีดังนี้ หน่วยที่ 1 เรื่องตัวต้านทาน มีค่าเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นว่าเป็นประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.86 หน่วยที่ 2 เรื่องตัวเก็บประจุ มีค่าเท่ากับ 0.72 และหน่วยที่ 3 เรื่องตัวเหนี่ยวนำ มีค่าเท่ากับ 0.73 แสดงให้เห็นว่าแบบวัดความสามารถมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้ ดังรายละเอียดใน (ภาคผนวก ง)

3.2.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ประกอบด้วย แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเนื้อหา และแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ใช้สำหรับให้ผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ซึ่งขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียน มีดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ
2. กำหนดหัวข้อที่จะประเมิน
3. ออกแบบการประเมินคุณภาพบทเรียนทั้งด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
4. สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียน โดยประกอบด้วยข้อคำถามแบบมาตราส่วน

ประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีคุณภาพดีมาก

คะแนน 4 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีคุณภาพดี

คะแนน 3 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีคุณภาพปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีคุณภาพพอใช้

คะแนน 1 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีคุณภาพที่ต้อง

ปรับปรุง

โดยใช้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิตามแบบ John W Best ดังนี้

เกณฑ์ 4.50 - 5.00 หมายถึง ระดับคุณภาพ ดีมาก

เกณฑ์ 3.50 - 4.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ ดี

เกณฑ์ 2.50 - 3.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ ปานกลาง

เกณฑ์ 1.50 - 1.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ พอใช้

เกณฑ์ 1.00 - 1.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมิน โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ กำหนดให้คะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้าน จะต้องได้เกณฑ์ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

5. ผู้วิจัยนำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม แล้วนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบความถูกต้อง โดยประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิทางการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.16 แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหามีความเห็นสอดคล้องกัน และผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีความเห็นสอดคล้องกัน

6. นำผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิมาทำการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เสนออธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เพื่อขออนุญาต ประสานงานในการทำวิจัย และขอความร่วมมือในการใช้กลุ่มตัวอย่าง สถานที่ อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย

2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. จัดเตรียมอุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 เตรียมสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

3.2 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างดำเนินการ ดังนี้

4.1 จัดเตรียมคอมพิวเตอร์พร้อมระบบมัลติมีเดีย บรรจุบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ จำนวน 20 ชุด และแบบวัดความสามารถจำนวน 20 ชุด พร้อมทั้งจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์จริงชนิดต่าง ๆ ค่าต่าง ๆ เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทดลองระหว่างการศึกษาบทเรียน

4.2 แนะนำกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ และการประเมินความสามารถการปฏิบัติตามแบบวัดความสามารถ

4.3 ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ โดย 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ให้ทำการเรียนโดยอิสระ ไม่จำกัดเวลา สามารถเลือกเรียนหน่วยการเรียนรู้ใดก่อนก็ได้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วย และมีความพร้อมเข้ารับการวัดความสามารถ อาจารย์ผู้สอนสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา บันทึกผลลงในแบบวัดความสามารถ ของแต่ละหน่วยจนครบ 3 หน่วยการเรียนรู้ นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

4.4 เมื่อกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ จนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ และมีความพร้อมเข้ารับการวัดความสามารถ ให้กลุ่มตัวอย่างทำการปฏิบัติงาน โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะมีค่าแตกต่างกันไปจากการประเมินผลการปฏิบัติงานในแต่ละหน่วย อาจารย์ผู้สอนสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา บันทึกผลลงในแบบวัดความสามารถ นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนครบทุกหน่วยคิดเป็นร้อยละ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ ถูกต้องของคะแนน
2. หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ
4. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541 : 117) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน

n = จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

ค่าดัชนี IOC มีความหมาย ดังนี้

$IOC > 0.5$ หมายถึง มีความตรงตามวัตถุประสงค์

$IOC \leq 0.5$ หมายถึง ไม่มีความตรงตามวัตถุประสงค์

2. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ โดยใช้วิธีของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure)

$$SS_i = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n X_{ij}^2 - \frac{T^2}{kn}$$

$$SS_k = \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{T^2}{kn}$$

$$SS_p = \frac{\sum P_i^2}{k} - \frac{T^2}{kn}$$

$$SS_E = SS_i - SS_k - SS_p$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{df_E}$$

$$MS_p = \frac{SS_p}{df_p}$$

$$rtt = 1 - \frac{MS_E}{MS_p}$$

เมื่อ MS_E = คือคะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

MS_p = คือคะแนนความแปรปรวนระหว่างคน

SS_p = ผลบวกของคะแนนกำลังสองระหว่างคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SS_E = ผลบวกของคะแนนกำลังสองของความคลาดเคลื่อน
 df_p = ตัวแปรอิสระระหว่างคน
 df_E = ตัวแปรอิสระของความคลาดเคลื่อน

3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 183) โดยใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{n}$$

- เมื่อ \bar{x} = ค่าเฉลี่ย
 $\sum fx$ = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 204) โดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}}$$

- เมื่อ S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 x = ข้อมูลแต่ละจำนวน
 f = ความถี่
 \sum = ผลรวม
 n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

5. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร

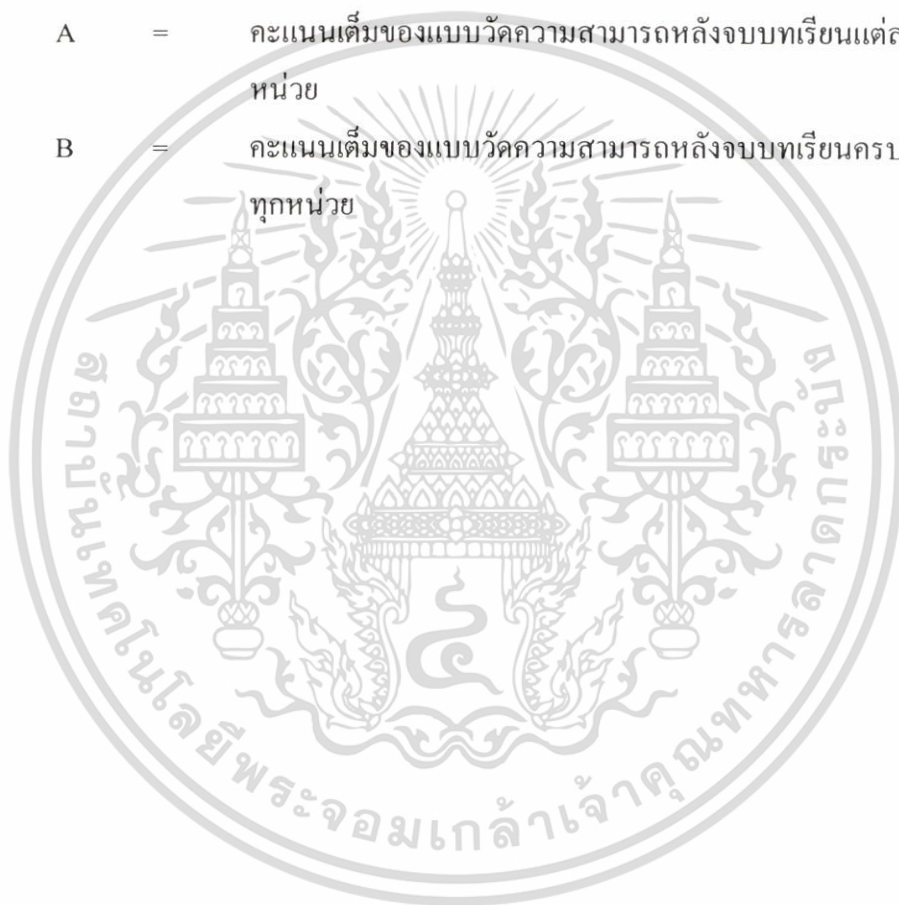
$$E_1 = \frac{\sum X / N}{A} \times 100$$

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

- เมื่อ E_1 = ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ที่ได้จากการประเมินด้วย
 แบบวัดความสามารถโดยอาจารย์ผู้สอน หลังการเรียนบทเรียน
 คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในแต่ละหน่วย
 รวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- E_2 = ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ที่ได้จากการประเมินด้วย
แบบวัดความสามารถโดยอาจารย์ผู้สอน หลังการเรียนบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วย
- ΣX = คะแนนรวมของผู้เรียนที่ได้จากการประเมินด้วยแบบวัดความ
สามารถหลังจบบทเรียนแต่ละหน่วย
- ΣF = คะแนนรวมของผู้เรียนที่ได้จากการประเมินด้วยแบบวัดความ
สามารถหลังจบบทเรียนครบทุกหน่วย
- N = จำนวนผู้เรียน
- A = คะแนนเต็มของแบบวัดความสามารถหลังจบบทเรียนแต่ละ
หน่วย
- B = คะแนนเต็มของแบบวัดความสามารถหลังจบบทเรียนครบ
ทุกหน่วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ การดำเนินการวิจัยผู้วิจัยนำบทเรียนไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปรแกรมวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยหลักการทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
ด้านเนื้อหา

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเนื้อหา

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ด้านเนื้อหา ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินแสดงรายละเอียดดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
3. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความเหมาะสมของเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	ดีมาก
7. การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
8. ลำดับและวิธีการนำเสนอ	4.67	0.58	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนภายในบทเรียน	4.33	0.58	ดี
10. บทเรียนมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจ	5.00	0.00	ดีมาก
11. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.82	0.16	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเนื้อหา พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินแสดงรายละเอียดดังในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
2. การแนะนำบทเรียน	4.33	0.58	ดี
3. การจัดวางองค์ประกอบหน้าจอของบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.33	0.58	ดี
5. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้นำเสนอเนื้อหา	4.33	1.15	ดี
7. ความสอดคล้องระหว่างภาพกับเนื้อหาบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
8. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบการเรียน	4.33	0.58	ดี
9. เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบการเรียน	4.00	1.00	ดี
10. ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับเนื้อหาบทเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
11. ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
12. การสรุปผลคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัด	4.33	1.15	ดี
รวม	4.50	0.58	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.58

4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ผู้จัดทำกรวิเคราะห์ตามความสามารถของผู้เรียน โดยพิจารณาจากผลการประเมินด้วยแบบวัดความสามารถหลังเรียนจบในแต่ละหน่วย และจากผลการประเมินด้วยแบบวัดความสามารถหลังเรียนครบทุกหน่วย รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การประเมิน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	ความสามารถแบบอิงเกณฑ์ร้อยละ
หลังจบบทเรียนแต่ละหน่วย (E ₁)	20	210	179.5	85.48	80
หลังจบบทเรียนครบทุกหน่วย (E ₂)	20	210	192.6	91.71	80

จากตารางที่ 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟในแต่ละหน่วย ได้คะแนนเฉลี่ย 179.5 จากคะแนนเต็มทั้งหมด 210 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.48 และผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วย ได้คะแนนเฉลี่ย 192.6 จากคะแนนเต็มทั้งหมด 210 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.71 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.48/91.71 สอดคล้องตามสมมติฐานของการวิจัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ โดยสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ สามารถใช้เป็นตัวในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปแกรม วิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปแกรม วิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ
2. แบบวัดความสามารถ
3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ดำเนินการเก็บข้อมูล ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำนวนผู้เรียน 20 คน ดำเนินการดังนี้

1. จัดเตรียมคอมพิวเตอร์พร้อมระบบมัลติมีเดีย บรรจุบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ จำนวน 20 ชุด และแบบวัดความสามารถจำนวน 20 ชุด พร้อมทั้งจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์จริงชนิดต่าง ๆ ค่าต่าง ๆ เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทดลองระหว่างการศึกษาบทเรียน
2. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ และการประเมินความสามารถการปฏิบัติตามแบบวัดความสามารถ
3. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ โดย 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ให้ทำการเรียนโดยอิสระ ไม่จำกัดเวลา สามารถเลือกเรียนหน่วยการเรียนรู้ใดก่อนก็ได้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วย และมีความพร้อมเข้ารับการวัดความสามารถ อาจารย์ผู้สอนสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา บันทึกผลลงในแบบวัดความสามารถ ของแต่ละหน่วยจนครบ 3 หน่วยการเรียนรู้ นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หากค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ
4. เมื่อกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ จนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ และมีความพร้อมเข้ารับการวัดความสามารถ ให้กลุ่มตัวอย่างทำการปฏิบัติงาน โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะมีค่าแตกต่างไปจากการประเมินผลการปฏิบัติงานในแต่ละหน่วย อาจารย์ผู้สอนสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา บันทึกผลลงในแบบวัดความสามารถ นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หากค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งวิเคราะห์จากผลคะแนนการประเมินด้วยแบบวัดความสามารถ แต่ละหน่วยกับผลคะแนนการประเมินด้วยแบบวัดความสามารถครบทุกหน่วยโดยใช้เกณฑ์ 80/80

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถนำมาสรุปผลการวิจัยได้คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ สอดคล้องตามสมมติฐานของการวิจัย โดยผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินด้วยแบบวัดความสามารถในแต่ละหน่วยได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.48 และเกณฑ์การประเมินเมื่อเรียนครบทุกหน่วยได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 91.71 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ พบว่าสามารถนำไปสู่กระบวนการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการประเมินจำนวน 20 คน มีความสามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เท่ากับ 85.48/91.71 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์นี้ สามารถให้ความรู้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาวิทยาศาสตร โปแกรมวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศักดิ์ ศศิกุลมด (2545 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.30/94.16 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

พิจารณาค่า E_1/E_2 พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบวัดความสามารถ หลังเรียนบทเรียนครบทุกหน่วย ($E_2 = 91.71$) สูงกว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินด้วยแบบวัดความสามารถหลังเรียนบทเรียนจบในแต่ละหน่วยรวมกัน ($E_1 = 85.48$) ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุมาจากการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติควบคู่ไปด้วย สามารถเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีกได้ และสามารถย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาเดิมได้นานเท่าที่ต้องการ โดยไม่มีแรงกดดันจากกลุ่มเพื่อน และไม่มีอารมณ์ของผู้สอนมาเกี่ยวข้อง ประกอบกับการรู้ผลคะแนนจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินด้วยแบบวัดความสามารถโดยอาจารย์ผู้สอน ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในตัวเนื้อหามากขึ้น เพราะต้องการรู้ว่าตนเองสามารถทำคะแนนได้มากน้อยเพียงใด

การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ด้านเนื้อหา พบว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 ทั้งนี้เนื่องจากการนำเข้าสู่บทเรียนมีความเหมาะสม เนื้อหามีความถูกต้องและมีการอธิบายอย่างชัดเจน มีความสอดคล้องในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ อีกทั้งเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน โดยเนื้อหาที่นำมาใช้สร้างบทเรียนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพราะได้ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้วิจัย เป็นอย่างดี บทเรียนมีการป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนอย่างเหมาะสม มีการนำเสนออย่างเป็นลำดับ มีลักษณะจูงใจและน่าสนใจ สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่วไปได้

การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษา ทำการออกแบบและสร้างบทเรียนตามขั้นตอนการออกแบบสื่อการเรียนการสอน แล้วนำบทเรียนที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมทำการตรวจสอบ แล้วทำการแก้ไขข้อผิดพลาด จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมินอีกครั้งเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข โดยบทเรียนที่ได้มีความเหมาะสมในการจัดวางองค์ประกอบหน้าจอ ขนาดของตัวอักษรที่ใช้มีขนาดที่พอเหมาะ สีของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอมีสีที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ภาพที่นำมาใช้ในการนำเสนอมีความชัดเจน และสอดคล้องกับเนื้อหา ภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสมและน่าสนใจ เสียงบรรยายประกอบมีความชัดเจน มีความดังที่พอเหมาะ การควบคุมบทเรียนสามารถทำได้ง่ายโดยการใช้เมาส์และเป็นพิมพ์ อีกทั้งยังมีการสรุปผลคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดทุกครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองมีความพร้อมในการเข้ารับการวัดความสามารถหรือไม่

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนกลุ่มอื่นที่เรียนเนื้อหาวิชานี้ หรือผู้ที่สนใจ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรจัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้พร้อมและเพียงพอ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาและอุปสรรค อันอาจส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการศึกษาบทเรียน ความสนใจเรียนและความตั้งใจเรียนของผู้เรียน

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ต้องไม่ควรจำกัดเวลาที่ใช้ในการเรียนของผู้เรียน ทั้งนี้เพราะอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน และเพื่อเป็นการตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน

3. ในช่วงระหว่างการศึกษบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ควรใช้หูฟังร่วมกับคอมพิวเตอร์ในแต่ละเครื่อง เพื่อการฟังเสียงบรรยายประกอบ ซึ่งจะทำให้การเรียนไม่ส่งเสียงรบกวนผู้เรียนที่อยู่ข้างเคียง อีกทั้งทำให้ผู้ที่กำลังเรียนอยู่นั้น มีสมาธิในการเรียนมากขึ้น

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือให้ความรู้ในเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ สำหรับผู้ที่สนใจ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ให้เนื้อหาครบทั้งวิชาที่ต่อเนื่องกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

2. ควรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ที่มีการปฏิบัติ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพให้มีจำนวนมากขึ้น

3. ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบปกติ หรือวิธีการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ

4. ในการประเมินผู้เรียนด้วยแบบวัดความสามารถ โดยอาจารย์ผู้สอน ควรกำหนดเวลาในการปฏิบัติงานให้ชัดเจนและกำหนดเป็นเงื่อนไขหนึ่งในการประเมินผล เนื่องจากการประเมินผลที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้ครบถ้วนแต่จะใช้เวลาที่ต่างกัน ทั้งนี้เพื่อเป็นการวัดทักษะความชำนาญของผู้เรียน

5. ควรมีการติดตาม ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ได้ ทั้งนี้เพื่อทำให้บทเรียนมีคุณภาพมากขึ้น และยังสามารถสร้างได้โดยง่าย

6. ก่อนจะทำการสร้างหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ควรศึกษารูปแบบของระบบการฝึกแบบ CBST อย่างละเอียด จะทำให้การออกแบบ การสร้างบทเรียน มีความสมบูรณ์ ถูกต้อง และช่วยประหยัดเวลาในการสร้างด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. 2543. **คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST**. กรุงเทพฯ : สำนักงานที่ปรึกษาโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพการพัฒนาฝีมือแรงงาน.
- กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2545. **โครงการกำหนดกรอบอาชีพและเทคนิคศึกษาแห่งชาติ**. กรุงเทพฯ : กรมอาชีวศึกษา.
- เจน สงสมพันธุ์. 2535. **เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ 1**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : บริษัท เอ็ดดิสันเพรส โปรดักส์ จำกัด.
- ชฎิล เกษมสันต์. 2547. **มารู้จัก LMS (Learning Management System) กันดีกว่า**. [Online]. Availabel : <http://elearning2.dpu.ac.th/info/index.php>.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521. **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยโรจน์ เจนธำรง. 2538. **การผลิตและการใช้สื่อการสอน**. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ประกรณ์ นิธิโรจน์ภักดิ์. 2534. **ความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรวิชา Electrotechnology ของนักศึกษาภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี**. ปรินญาตสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พรณี สীগัจฉณนะ. 2541. **เอกสารประกอบการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. ม.ป.ป. **ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ยุทธศักดิ์ สันตมาศ. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. **วิธีวิจัยการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540. **การทำวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ที.พี.พรินท์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2534. **หลักการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ. 2544. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศุภวัฒน์ วลัยชัยวิสุทธิ. 2545. “การพัฒนาบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องทรานซิสเตอร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศักดิ์ ศศิกุลกมล. 2545. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาบันราชภัฏนครสวรรค์. **คู่มือนักศึกษา ปีการศึกษา 2546 ฉบับหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ.2543.** สวรรค์วิถีการพิมพ์.

สุวิมล. 2545. การสร้างบทเรียน e-learning เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา. [Online]. Availabel : <http://arc.kru.ac.th/news/orpimb4/tt3.html>.

สำนักนโยบายและพัฒนาระบบ สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542.** บริษัทพรินทวามกราฟฟิค จำกัด.

อริพร ศรียมก. 2532. การประเมินผลสื่อการสอน. ในเอกสารประกอบการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมชิวราช.

อนันท์ คัมภีรานนท์. 2533. **ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : เจริญธรรม.

Conwen, Michel B. 1991. “Roel of Feedback in Computer-Based Training (CBT) “Dissertation Abstract international. Dec : 121.

Silverstand, Neil Eric. 1990. “Computer-based training : The Effect of Graphics and Learner Control on Retention.” Dissertation Abstract international. Jan : 130.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการสอน (Course Syllabus)

วิชา 5581104 อิเล็กทรอนิกส์ 1 (Electronics 1)

1. ข้อมูลทั่วไป

1 รหัสวิชา	: 5581104 อิเล็กทรอนิกส์ 1
2 หน่วยกิต / ชั่วโมงสอน	: 3(2-2)
3 ประเภทวิชา	: หมวดวิชาเฉพาะด้าน
4 หลักสูตร	: อนุปริญญา
5 โปรแกรมวิชา	: อิเล็กทรอนิกส์

2. คำอธิบายรายวิชา

ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวนำ ตัวต้านทาน ฉนวน สารกึ่งตัวนำ โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การใช้งาน แบบ และชนิดของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ คุณสมบัติ ฟิสิกส์ของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ไดโอดและทรานซิสเตอร์แบบต่าง ๆ การให้ไบอัส และการทำงานของทรานซิสเตอร์ แบบคอมมอนต่าง ๆ กราฟแสดงคุณลักษณะ ค่าพารามิเตอร์ และค่าสำคัญต่าง ๆ ที่บอกรู้อยู่ในคู่มือของไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเอฟอีที ศึกษาไอซีแบบต่าง ๆ ทั้งแบบดิจิทัล และลีนีเยร์ไอซี ไอซีออปแอมป์ ถึงชนิดและการประยุกต์ใช้งาน

งานปฏิบัติ การต่อวงจร วัดและทดสอบตัวเซมิคอนดักเตอร์ไดโอด วงจรเรกติไฟเออร์แบบต่าง ๆ พร้อมฟิลเตอร์ โดยใช้ฮอสซิลโลสโคปและมัลติมิเตอร์

การต่อวงจร การให้ไบอัสประกอบวงจร วัด อ่านค่า ทดสอบวงจรขยายทรานซิสเตอร์ เอฟอีที ไอซีแบบต่าง ๆ ปฏิบัติการกับวงจรออปแอมป์ สร้างวงจรกำเนิดความถี่ และวงจรเครื่องขยายสัญญาณ

3. วัตถุประสงค์ของรายวิชา

1. อธิบายความหมายของคำหรือข้อความต่อไปนี้ได้ ตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ
2. อธิบาย โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การใช้งาน แบบและชนิดของตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำได้
3. สามารถอ่านค่าและวัดทดสอบตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำได้
4. สามารถคำนวณและต่อวงจรตัวต้านทานแบบต่าง ๆ พร้อมวัดหาค่าได้
5. อธิบายโครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การให้ไบอัส และการใช้งานไดโอดได้
6. สามารถวัดและทดสอบไดโอดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อธิบายโครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การให้ไบอัส กราฟแสดงคุณลักษณะ ค่าพารามิเตอร์ และการทำงานของทรานซิสเตอร์ และเอฟอีทีได้

8. สามารถต่อวงจร วัด อ่านค่า และทดสอบวงจรทรานซิสเตอร์ได้

9. บอกโครงสร้าง คุณสมบัติ และการประยุกต์ใช้งานไอซีแบบต่าง ๆ ทั้งแบบดิจิทัลแบบบิเนียร์ และไอซีออปแอมป์ได้

4. เนื้อหาวิชา

ภาคทฤษฎี

1. ไฟฟ้าเบื้องต้น
2. ตัวต้านทาน
3. ตัวเก็บประจุ
4. ตัวเหนี่ยวนำ
5. ไมโครโฟนและลำโพง
6. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารกึ่งตัวนำ
7. ไดโอด
8. ซีเนอร์ไดโอด
9. ทรานซิสเตอร์
10. เครื่องขยายเสียง
11. ไอซีออปแอมป์

ภาคปฏิบัติ

1. การฝึกปฏิบัติงานบัดกรี
2. การฝึกอ่านค่าและวัดทดสอบตัวต้านทาน
3. การทดลองกฎของโอห์ม
4. การทดลองวงจรอนุกรม วงจรขนาน และวงจรผสมของตัวต้านทาน
5. การฝึกปฏิบัติอ่านค่าและวัดทดสอบตัวเก็บประจุ
6. การฝึกปฏิบัติอ่านค่าและวัดทดสอบตัวเหนี่ยวนำ
7. การฝึกปฏิบัติวัดและทดสอบไดโอด
8. การฝึกต่อวงจร วัด อ่านค่า และทดสอบวงจรทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตารางกำหนดเวลาการเรียนการสอน

สัปดาห์ที่	เนื้อหาสาระ	จำนวนคาบ	วิธีสอน / กิจกรรม
1.	- แนะนำวิชา บอกหัวข้อเนื้อหาที่จะเรียน หลักเกณฑ์การวัดประเมินผล - ไฟฟ้าเบื้องต้น	4	- บรรยาย / อภิปราย
2.	- ตัวต้านทาน	4	- บรรยาย / อภิปราย - ทดลองปฏิบัติ
3.	- ตัวเก็บประจุ	4	- บรรยาย / อภิปราย - ทดลองปฏิบัติ
4.	- ตัวเหนี่ยวนำ - ไมโครโฟนและลำโพง	4	- บรรยาย / อภิปราย - ทดลองปฏิบัติ
5.	- ทดสอบย่อย การอ่านค่าและวัดทดสอบ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ	4	- ทดสอบปฏิบัติ
6 - 7	- กฎของโอห์ม - วงจรตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และ ตัวเหนี่ยวนำ	8	- บรรยาย / อภิปราย - ทดลองปฏิบัติ
8.	สอบกลางภาคเรียน		
9.	- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารกึ่งตัวนำ - ไดโอด	4	- บรรยาย / อภิปราย - ทดลองปฏิบัติ
10.	- ซีเนอร์ไดโอด	4	- บรรยาย / อภิปราย - ทดลองปฏิบัติ
11 - 13	- ทรานซิสเตอร์	12	- บรรยาย / อภิปราย - ทดลองปฏิบัติ
14.	- เครื่องขยายเสียง	4	- บรรยาย / อภิปราย - ทดลองปฏิบัติ
15.	- ไอซีออปแอมป์	4	- บรรยาย / อภิปราย - ทดลองปฏิบัติ
16	สอบปลายภาคเรียน		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การประเมินผล

1. คะแนนระหว่างภาค	60	คะแนน
1.1 ทดสอบย่อย	20	คะแนน
1.2 งานระหว่างภาคเรียน / ใบงาน	40	คะแนน
2. ทดสอบปลายภาคเรียน	40	คะแนน

ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเรื่องตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ มาสร้างเป็นบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เพื่อเป็นสื่อการสอนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

เรื่อง ตัวต้านทาน

1. บอกชนิดของตัวต้านทานที่แบ่งตามวัสดุที่ใช้สร้าง และแบ่งตามการใช้งานได้
2. เขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแต่ละแบบได้
3. อธิบายคุณสมบัติของตัวต้านทานแต่ละชนิดได้
4. เลือกใช้ตัวต้านทานได้ตรงกับงาน
5. อ่านค่าความต้านทานจากรหัสตัวเลขตัวอักษรและแถบสีของตัวต้านทานได้
6. บอกหน่วยของตัวต้านทานและแปลงค่าหน่วยย่อยได้อย่างถูกต้อง
7. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานได้
8. สามารถใช้ LCR METER วัดค่าความต้านทานได้
9. บอกได้ว่าตัวต้านทานอยู่ในสภาพดีหรือเสีย
10. สามารถวิเคราะห์อาการเสียของตัวต้านทานได้

เรื่อง ตัวเก็บประจุ

1. บอกชนิดของตัวเก็บประจุที่แบ่งตามลักษณะการใช้งาน และตามลักษณะโครงสร้างได้

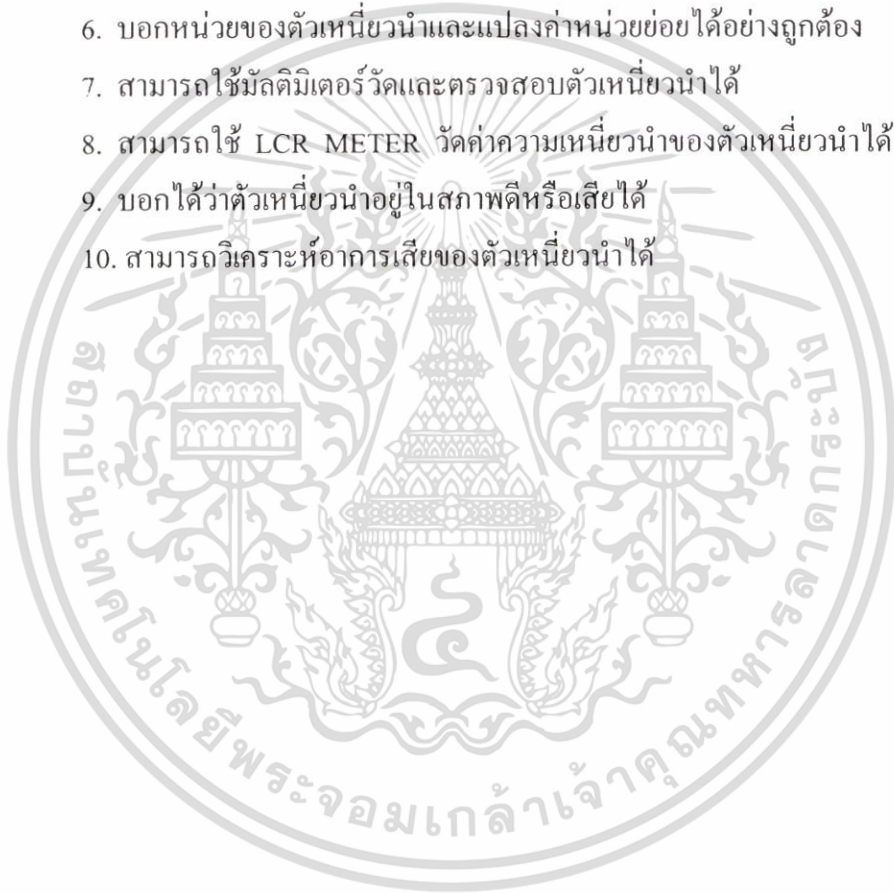
2. อธิบายคุณสมบัติของตัวเก็บประจุแต่ละชนิดได้
3. เขียนสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุได้
4. เลือกใช้งานตัวเก็บประจุได้อย่างถูกต้อง
5. อ่านค่าความจุจากรหัสตัวเลขและแถบสีของตัวเก็บประจุได้
6. บอกหน่วยของตัวเก็บประจุและแปลงค่าหน่วยย่อยได้อย่างถูกต้อง
7. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดและตรวจสอบตัวเก็บประจุได้
8. สามารถใช้ LCR METER วัดค่าความจุของตัวเก็บประจุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. บอกได้ว่าตัวเก็บประจุอยู่ในสภาพดีหรือเสียได้
10. สามารถวิเคราะห์อาการเสียของตัวเก็บประจุได้

เรื่อง ตัวเหนี่ยวนำ

1. บอกชนิดของตัวเหนี่ยวนำได้
2. อธิบายคุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำแต่ละชนิดได้
3. เขียนสัญลักษณ์ของตัวเหนี่ยวนำได้
4. เลือกใช้ตัวเหนี่ยวนำได้ตรงกับงาน
5. อ่านค่าความเหนี่ยวนำจากรหัสตัวเลขและรหัสสีของตัวเหนี่ยวนำได้
6. บอกหน่วยของตัวเหนี่ยวนำและแปลงค่าหน่วยย่อยได้อย่างถูกต้อง
7. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดและตรวจสอบตัวเหนี่ยวนำได้
8. สามารถใช้ LCR METER วัดค่าความเหนี่ยวนำของตัวเหนี่ยวนำได้
9. บอกได้ว่าตัวเหนี่ยวนำอยู่ในสภาพดีหรือเสียได้
10. สามารถวิเคราะห์อาการเสียของตัวเหนี่ยวนำได้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดความสามารถ เรื่อง ตัวต้านทาน

คำสั่ง ให้ผู้เรียนหยิบตัวต้านทานขึ้นมาทีละตัว แล้วปฏิบัติดังต่อไปนี้

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	รายการประเมิน	หมายเหตุ
	ทฤษฎีและหลักการ		
1.		จงบอกชนิดของตัวต้านทาน ที่แบ่งตามวัสดุที่ใช้สร้าง	
2.		จงบอกชนิดของตัวต้านทาน ที่แบ่งตามการใช้งาน	
3.		จงเขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทาน	
4.		จงอธิบายคุณสมบัติของตัวต้านทาน	
5.		จงบอกข้อดีของตัวต้านทาน	
6.		จงบอกข้อเสียของตัวต้านทาน	
7.		จงยกตัวอย่างการนำตัวต้านทานไปใช้งาน	
	การอ่านค่า		
8.		จงอ่านค่าความต้านทานและค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวต้านทาน	
	การวัดและตรวจสอบ		
9.		จงวัดตัวต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์และบอกค่าความต้านทานที่ได้จากการวัด	
10.		จงวัดตัวต้านทานด้วย LCR METER และบอกค่าความต้านทานที่ได้จากการวัด	
11.		จงสรุปว่าตัวต้านทานนั้นอยู่ในสภาพดีหรือเสีย หลังทำการวัดด้วยมัลติมิเตอร์ และ LCR METER	
12.		ในกรณีที่ตัวต้านทานอยู่ในสภาพเสีย จงวิเคราะห์และบอกอาการเสียที่เกิดขึ้น	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดความสามารถ เรื่อง ตัวต้านทาน

คำชี้แจง

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ จนมีความพร้อมในการเข้ารับการวัดความสามารถ อาจารย์ผู้สอนจะใช้แบบวัดความสามารถนี้ เป็นเครื่องมือในการวัด

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียม

1. ตัวต้านทานชนิดต่าง ๆ ค่าต่าง ๆ กัน
2. มัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
3. LCR METER จำนวน 1 เครื่อง

ลำดับขั้นการประเมินความสามารถการปฏิบัติ

1. เมื่อผู้เรียนมีความพร้อมและขอเข้ารับการวัดความสามารถ อาจารย์ผู้สอนแจกแบบวัดความสามารถให้แก่ผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนทำแบบวัดความสามารถ โดยอาจารย์ผู้สอนสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน และประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียน บันทึกผลลงในแบบวัดความสามารถ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความสามารถการปฏิบัติงาน ได้แก่

ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้อย่างอิสระ ไม่ต้องขอคำแนะนำจากผู้สอน

ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้ แต่ยังคงได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเป็นบางครั้ง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้ แต่ยังคงได้รับคำแนะนำจากผู้สอนอย่างใกล้ชิด

ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียน ชื่อ นามสกุล รหัสประจำตัว

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมที่วัด	ระดับคะแนน				คะแนน ที่ได้
			3	2	1	0	
	ทฤษฎีและหลักการ						
1.		สามารถบอกชนิดของตัวต้านทานที่แบ่งตามเกณฑ์ต่าง ๆ ได้					
2.		สามารถเขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทานได้					
3.		สามารถบอกคุณสมบัติของตัวต้านทานได้					
4.		สามารถบอกข้อดีของตัวต้านทานได้					
5.		สามารถบอกข้อเสียของตัวต้านทานได้					
6.		สามารถยกตัวอย่างการนำตัวต้านทานไปประยุกต์ใช้งานได้					
	การอ่านค่า						
7.		สามารถอ่านค่าความต้านทานจากรหัสตัวเลขบนตัวต้านทานได้					
8.		สามารถอ่านค่าความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานแบบ 4 แถบสีได้					
9.		สามารถอ่านค่าความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานแบบ 5 แถบสีได้					
10.		สามารถบอกค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวต้านทานจากรหัสตัวอักษรบนตัวต้านทานได้					
11.		สามารถบอกค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทานได้					
12.		สามารถบอกหน่วยของตัวต้านทานได้อย่างถูกต้อง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมที่วัด	ระดับคะแนน				คะแนน ที่ได้
			3	2	1	0	
13.		สามารถแปลงค่าหน่วยย่อยของค่าความต้านทานได้					
	การวัด และตรวจสอบ						
14.		สามารถเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้					
15.		สามารถตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง					
16.		สามารถทำการปรับตั้งความเที่ยงตรงของโอห์มมิเตอร์ได้					
17.		สามารถใช้โอห์มมิเตอร์วัดค่าความต้านทานได้					
18.		สามารถบอกค่าความต้านทานที่ทำการวัดด้วยโอห์มมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง					
19.		สามารถทำการปรับตั้งค่าของเครื่อง LCR METER ก่อนการใช้งานได้					
20.		สามารถใช้ LCR METER วัดค่าความต้านทานได้					
21.		สามารถบอกค่าความต้านทานที่ทำการวัดด้วย LCR METER ได้					
22.		สามารถบอกได้ว่าตัวต้านทานอยู่ในสภาพดีหรือเสียหลังทำการวัดค่าด้วยโอห์มมิเตอร์					
23.		สามารถบอกได้ว่าตัวต้านทานอยู่ในสภาพดีหรือเสียหลังทำการวัดค่าด้วย LCR METER					
24.		สามารถวิเคราะห์และบอกอาการเสียของตัวต้านทานได้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดความสามารถ เรื่อง ตัวเก็บประจุ

คำสั่ง ให้ผู้เรียนหยิบตัวเก็บประจุขึ้นมาทีละตัว แล้วปฏิบัติดังต่อไปนี้

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	รายการประเมิน	หมายเหตุ
	ทฤษฎีและหลักการ		
1.		จงบอกชนิดของตัวเก็บประจุ ที่แบ่งตามลักษณะการใช้งาน	
2.		จงบอกชนิดของตัวเก็บประจุ ที่แบ่งตามลักษณะโครงสร้าง	
3.		จงอธิบายคุณสมบัติของตัวเก็บประจุ	
4.		จงบอกข้อดีของตัวเก็บประจุ	
5.		จงบอกข้อเสียของตัวเก็บประจุ	
6.		จงเขียนสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุ	
7.		จงยกตัวอย่างการนำตัวเก็บประจุไปใช้งาน	
	การอ่านค่า		
8.		จงอ่านค่าความจุและค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวเก็บประจุ	
	การวัดและตรวจสอบ		
9.		จงใช้มัลติมิเตอร์วัดและตรวจสอบตัวเก็บประจุว่าอยู่ในสภาพดีหรือเสีย	
10.		จงวัดตัวเก็บประจุด้วย LCR METER และบอกค่าความจุที่ได้จากการวัด	
11.		จงสรุปว่าตัวเก็บประจุนั้นอยู่ในสภาพดีหรือเสีย หลังทำการวัดด้วยมัลติมิเตอร์ และ LCR METER	
12.		ในกรณีที่ตัวเก็บประจุอยู่ในสภาพเสีย จงวิเคราะห์และบอกอาการเสียที่เกิดขึ้น	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดความสามารถ เรื่อง ตัวเก็บประจุ

คำชี้แจง

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ จนมีความพร้อมในการเข้ารับการวัดความสามารถ อาจารย์ผู้สอนจะใช้แบบวัดความสามารถนี้ เป็นเครื่องมือในการวัด

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียม

1. ตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ ค่าต่าง ๆ กัน
2. มัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
3. LCR METER จำนวน 1 เครื่อง

ลำดับขั้นการประเมินความสามารถการปฏิบัติ

1. เมื่อผู้เรียนมีความพร้อมและขอเข้ารับการวัดความสามารถ อาจารย์ผู้สอนแจกแบบวัดความสามารถให้แก่ผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนทำแบบวัดความสามารถ โดยอาจารย์ผู้สอนสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน และประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียน บันทึกผลลงในแบบวัดความสามารถ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความสามารถการปฏิบัติงาน ได้แก่

ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้อย่างอิสระ ไม่ต้องขอคำแนะนำจากผู้สอน

ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้ แต่ยังคงต้องได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเป็นบางครั้ง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้ แต่ยังคงต้องได้รับคำแนะนำจากผู้สอนอย่างใกล้ชิด

ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานตามที่กำหนด

ผู้เรียน ชื่อ นามสกุล รหัสประจำตัว

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมที่ใช้วัด	ระดับคะแนน				คะแนน ที่ได้
			3	2	1	0	
	ทฤษฎีและหลักการ						
1.		สามารถบอกชนิดของตัวเก็บประจุที่แบ่งตามลักษณะต่างๆ ได้					
2.		สามารถบอกคุณสมบัติของตัวเก็บประจุได้					
3.		สามารถบอกข้อดีของตัวเก็บประจุได้					
4.		สามารถบอกข้อเสียของตัวเก็บประจุได้					
5.		สามารถเขียนสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุได้					
6.		สามารถยกตัวอย่างการนำตัวเก็บประจุไปใช้งานได้					
	การอ่านค่า						
7.		สามารถอ่านค่าบนตัวเก็บประจุที่บอกเป็นตัวเลขโดยตรงได้					
8.		สามารถอ่านค่าความจุจากรหัสตัวเลขบนตัวเก็บประจุได้					
9.		สามารถอ่านค่าความจุจากแถบสีบนตัวเก็บประจุได้					
10.		สามารถบอกค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวเก็บประจุจากรหัสตัวอักษรบนตัวเก็บประจุได้					
11.		สามารถบอกค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวเก็บประจุจากแถบสีบนตัวเก็บประจุได้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมที่วัด	ระดับคะแนน				คะแนน ที่ได้
			3	2	1	0	
12.		สามารถบอกค่าทันท่วงทีของตัวเก็บประจุได้					
13.		สามารถบอกหน่วยของตัวเก็บประจุได้อย่างถูกต้อง					
14.		สามารถแปลงค่าหน่วยย่อยค่าความจุของตัวเก็บประจุได้					
	การวัด และตรวจสอบ						
15.		สามารถเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้					
16.		สามารถตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง					
17.		สามารถทำการปรับตั้งความเที่ยงตรงของโอห์มมิเตอร์ได้					
18.		สามารถใช้โอห์มมิเตอร์วัดตรวจสอบตัวเก็บประจุได้					
19.		สามารถทำการปรับตั้งค่าของเครื่อง LCR METER ก่อนการใช้งานได้					
20.		สามารถใช้ LCR METER วัดค่าความจุของตัวเก็บประจุได้					
21.		สามารถอ่านค่าความจุที่ทำการวัดด้วย LCR METER ได้					
22.		สามารถบอกได้ว่าตัวเก็บประจุดีหรือเสีย โดยการใช้โอห์มมิเตอร์ตรวจสอบ					
23.		สามารถบอกได้ว่าตัวเก็บประจุอยู่ในสภาพดีหรือเสียหลังทำการวัดด้วย LCR METER					
24.		สามารถวิเคราะห์และบอกอาการเสียของตัวเก็บประจุได้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....
.....
.....
.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดความสามารถ

เรื่อง ตัวเหนี่ยวนำ

คำสั่ง ให้ผู้เรียนหยิบตัวเหนี่ยวนำขึ้นมาทีละตัว แล้วปฏิบัติดังต่อไปนี้

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	รายการประเมิน	หมายเหตุ
	ทฤษฎีและหลักการ		
1.		จงบอกชนิดของตัวเหนี่ยวนำ	
2.		จงอธิบายคุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำ	
3.		จงบอกข้อดีของตัวเหนี่ยวนำ	
4.		จงบอกข้อเสียของตัวเหนี่ยวนำ	
5.		จงเขียนสัญลักษณ์ของตัวเหนี่ยวนำ	
6.		จงยกตัวอย่างการนำตัวเหนี่ยวนำไปใช้งาน	
	การอ่านค่า		
7.		จงอ่านค่าความเหนี่ยวนำและค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวเหนี่ยวนำ	
	การวัดและตรวจสอบ		
8.		จงใช้มัลติมิเตอร์วัดและตรวจสอบตัวเหนี่ยวนำว่าอยู่ในสภาพดีหรือเสีย	
9.		จงวัดตัวเหนี่ยวนำด้วย LCR METER และบอกค่าความเหนี่ยวนำที่ได้จากการวัด	
10.		จงสรุปว่าตัวเหนี่ยวนำนั้นอยู่ในสภาพดีหรือเสียหลังทำการวัดด้วยมัลติมิเตอร์ และ LCR METER	
11.		ในกรณีที่ตัวเหนี่ยวนำอยู่ในสภาพเสีย จงวิเคราะห์และบอกอาการเสียที่เกิดขึ้น	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบวัดความสามารถ เรื่อง ตัวเหนี่ยวนำ

คำชี้แจง

เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ จนมีความพร้อมในการเข้ารับการวัดความสามารถ อาจารย์ผู้สอนจะใช้แบบวัดความสามารถนี้ เป็นเครื่องมือในการวัด

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียม

1. ตัวเหนี่ยวนำชนิดต่าง ๆ ค่าต่าง ๆ กัน
2. มัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
3. LCR METER จำนวน 1 เครื่อง

ลำดับขั้นการประเมินความสามารถการปฏิบัติ

1. เมื่อผู้เรียนมีความพร้อมและขอเข้ารับการวัดความสามารถ อาจารย์ผู้สอนแจกแบบวัดความสามารถให้แก่ผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนทำแบบวัดความสามารถ โดยอาจารย์ผู้สอนสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน และประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียน บันทึกผลลงในแบบวัดความสามารถ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความสามารถการปฏิบัติงาน ได้แก่

ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้อย่างอิสระ ไม่ต้องขอคำแนะนำจากผู้สอน

ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้ แต่ยังคงต้องได้รับคำแนะนำจากผู้สอนเป็นบางครั้ง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถปฏิบัติงานได้ แต่ยังคงต้องได้รับคำแนะนำจากผู้สอนอย่างใกล้ชิด

ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียน ชื่อ นามสกุล รหัสประจำตัว

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมที่ชี้วัด	ระดับคะแนน				คะแนน ที่ได้
			3	2	1	0	
	ทฤษฎีและหลักการ						
1.		สามารถบอกชนิดของตัวเหนี่ยวนำได้					
2.		สามารถบอกคุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำได้					
3.		สามารถบอกข้อดีของตัวเหนี่ยวนำได้					
4.		สามารถบอกข้อเสียของตัวเหนี่ยวนำได้					
5.		สามารถเขียนสัญลักษณ์ของตัวเหนี่ยวนำได้					
6.		สามารถยกตัวอย่างการนำตัวเหนี่ยวนำไปใช้งานได้					
	การอ่านค่า						
7.		สามารถอ่านค่าความเหนี่ยวนำจากรหัสตัวเลขบนตัวเหนี่ยวนำได้					
8.		สามารถอ่านค่าความเหนี่ยวนำจากรหัสสีบนตัวเหนี่ยวนำได้					
9.		สามารถบอกค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวเหนี่ยวนำจากรหัสตัวอักษรบนตัวเหนี่ยวนำได้					
10.		สามารถบอกค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวเหนี่ยวนำจากแถบสีบนตัวเหนี่ยวนำได้					
11.		สามารถบอกหน่วยของตัวเหนี่ยวนำได้อย่างถูกต้อง					
12.		สามารถแปลงค่าหน่วยย่อยของค่าความเหนี่ยวนำได้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมที่วัด	ระดับคะแนน				คะแนน ที่ได้
			3	2	1	0	
	การวัด และตรวจสอบ						
13.		สามารถเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ได้					
14.		สามารถตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง					
15.		สามารถทำการปรับตั้งความเที่ยงตรงของโอห์มมิเตอร์ได้					
16.		สามารถใช้โอห์มมิเตอร์วัดตรวจสอบตัวเหนี่ยวนำได้					
17.		สามารถทำการปรับตั้งค่าของเครื่อง LCR METER ก่อนการใช้งานได้					
18.		สามารถใช้ LCR METER วัดค่าความเหนี่ยวนำได้					
19.		สามารถอ่านค่าความเหนี่ยวนำที่ทำการวัดด้วย LCR METER ได้					
20.		สามารถบอกได้ว่าตัวเหนี่ยวนำดีหรือเสีย โดยการใช้โอห์มมิเตอร์ตรวจสอบ					
21.		สามารถบอกได้ว่าตัวเหนี่ยวนำอยู่ในสภาพดีหรือเสียหลังทำการวัดค่าด้วย LCR METER					
22.		สามารถวิเคราะห์และบอกอาการเสียของตัวเหนี่ยวนำได้					

ข้อเสนอแนะ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

**รายละเอียดผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
ระหว่างแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
ระหว่างแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง ตัวต้านทาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	รายการประเมิน	ΣR	IOC
ทฤษฎีและหลักการ			
1. บอกชนิดของตัวต้านทานที่แบ่งตามวัสดุที่ใช้สร้าง และแบ่งตามการใช้งานได้	1. จงบอกชนิดของตัวต้านทาน ที่แบ่งตามวัสดุที่ใช้สร้าง	4	1
	2. จงบอกชนิดของตัวต้านทาน ที่แบ่งตามการใช้งาน	4	1
2. เขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทานแต่ละแบบได้	3. จงเขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทาน	4	1
3. อธิบายคุณสมบัติของตัวต้านทานแต่ละชนิดได้	4. จงอธิบายคุณสมบัติของตัวต้านทาน	4	1
	5. จงบอกข้อดีของตัวต้านทาน	3	0.75
	6. จงบอกข้อเสียของตัวต้านทาน	3	0.75
4. เลือกใช้ตัวต้านทาน ได้ตรงกับงาน	7. จงยกตัวอย่างการนำตัวต้านทานไปใช้งาน	4	1
การอ่านค่า			
5. อ่านค่าความต้านทานจากรหัสตัวเลขตัวอักษรและแถบสีของตัวต้านทานได้	8. จงอ่านค่าความต้านทานและค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวต้านทาน	3	0.75
6. บอกหน่วยของตัวต้านทานและแปลงค่าหน่วยย่อยได้อย่างถูกต้อง			
การวัดและตรวจสอบ			
7. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานได้	9. จงวัดตัวต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์และบอกค่าความต้านทานที่ได้จากการวัด	4	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	รายการประเมิน	ΣR	IOC
8. สามารถใช้ LCR METER วัดค่าความต้านทานได้	10. จงวัดตัวต้านทานด้วย LCR METER และบอกค่าความต้านทานที่ได้จากการวัด	4	1
9. บอกได้ว่าตัวต้านทานอยู่ในสภาพดีหรือเสีย	11. จงสรุปว่าตัวต้านทานนั้นอยู่ในสภาพดีหรือเสียหลังทำการวัดด้วยมัลติมิเตอร์ และ LCR METER	4	1
10. สามารถวิเคราะห์อาการเสียของตัวต้านทานได้	12. ในกรณีที่ตัวต้านทานอยู่ในสภาพเสีย จงวิเคราะห์และบอกอาการเสียที่เกิดขึ้น	4	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
ระหว่างแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง ตัวเก็บประจุ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	รายการประเมิน	ΣR	IOC
ทฤษฎีและหลักการ			
1. บอกชนิดของตัวเก็บประจุที่แบ่งตามลักษณะการใช้งาน และตามลักษณะโครงสร้างได้	1. จงบอกชนิดของตัวเก็บประจุ ที่แบ่งตามลักษณะการใช้งาน	4	1
	2. จงบอกชนิดของตัวเก็บประจุ ที่แบ่งตามลักษณะโครงสร้าง	4	1
2. อธิบายคุณสมบัติของตัวเก็บประจุแต่ละชนิดได้	3. จงอธิบายคุณสมบัติของตัวเก็บประจุ	4	1
	4. จงบอกข้อดีของตัวเก็บประจุ	3	0.75
	5. จงบอกข้อเสียของตัวเก็บประจุ	3	0.75
3. เขียนสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุได้	6. จงเขียนสัญลักษณ์ของตัวเก็บประจุ	4	1
4. เลือกใช้งานตัวเก็บประจุได้อย่างถูกต้อง	7. จงยกตัวอย่างการนำตัวเก็บประจุไปใช้งาน	4	1
การอ่านค่า			
5. อ่านค่าความจุจากรหัสตัวเลขและแถบสีของตัวเก็บประจุได้	8. จงอ่านค่าความจุและค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวเก็บประจุ	3	0.75
6. บอกหน่วยของตัวเก็บประจุและแปลงค่าหน่วยย่อยได้อย่างถูกต้อง			
การวัดและตรวจสอบ			
7. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดและตรวจสอบตัวเก็บประจุได้	9. จงใช้มัลติมิเตอร์วัดและตรวจสอบตัวเก็บประจุว่าอยู่ในสภาพดีหรือเสีย	4	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	รายการประเมิน	ΣR	IOC
8. สามารถใช้ LCR METER วัดค่าความจุของตัวเก็บประจุได้	10. จงวัดตัวเก็บประจุด้วย LCR METER และบอกค่าความจุที่ได้จากการวัด	4	1
9. บอกได้ว่าตัวเก็บประจุอยู่ในสภาพดีหรือเสียได้	11. จงสรุปว่าตัวเก็บประจุนั้นอยู่ในสภาพดีหรือเสียหลังทำการวัดด้วยมัลติมิเตอร์ และ LCR METER	4	1
10. สามารถวิเคราะห์อาการเสียของตัวเก็บประจุได้	12. ในกรณีที่ตัวเก็บประจุอยู่ในสภาพเสียจงวิเคราะห์และบอกอาการเสียที่เกิดขึ้น	4	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
ระหว่างแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง ตัวเหนี่ยวนำ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	รายการประเมิน	ΣR	IOC
ทฤษฎีและหลักการ			
1. บอกชนิดของตัวเหนี่ยวนำได้	1. จงบอกชนิดของตัวเหนี่ยวนำ	4	1
2. อธิบายคุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำแต่ละชนิดได้	2. จงอธิบายคุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำ	4	1
	3. จงบอกข้อดีของตัวเหนี่ยวนำ	3	0.75
	4. จงบอกข้อเสียของตัวเหนี่ยวนำ	3	0.75
3. เขียนสัญลักษณ์ของตัวเหนี่ยวนำได้	5. จงเขียนสัญลักษณ์ของตัวเหนี่ยวนำ	4	1
4. เลือกใช้ตัวเหนี่ยวนำได้ตรงกับงาน	6. จงยกตัวอย่างการนำตัวเหนี่ยวนำไปใช้งาน	4	1
การอ่านค่า			
5. อ่านค่าความเหนี่ยวนำจากรหัสตัวเลขและรหัสสีของตัวเหนี่ยวนำได้	7. จงอ่านค่าความเหนี่ยวนำและค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดของตัวเหนี่ยวนำ	3	0.75
6. บอกหน่วยของตัวเหนี่ยวนำและแปลงค่าหน่วยย่อยได้อย่างถูกต้อง			
การวัดและตรวจสอบ			
7. สามารถใช้มัลติมิเตอร์วัดและตรวจสอบตัวเหนี่ยวนำได้	8. จงใช้มัลติมิเตอร์วัดและตรวจสอบตัวเหนี่ยวนำว่าอยู่ในสภาพดีหรือเสีย	4	1
8. สามารถใช้ LCR METER วัดค่าความเหนี่ยวนำของตัวเหนี่ยวนำได้	9. จงวัดตัวเหนี่ยวนำด้วย LCR METER และบอกค่าความเหนี่ยวนำที่ได้จากการวัด	4	4
9. บอกได้ว่าตัวเหนี่ยวนำอยู่ในสภาพดีหรือเสียได้	10. จงสรุปว่าตัวเหนี่ยวนำนั้นอยู่ในสภาพ ดีหรือเสียหลังทำการวัดด้วยมัลติมิเตอร์ และ LCR METER	4	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	รายการประเมิน	ΣR	IOC
10. สามารถวิเคราะห์อาการเสียของตัวเหี่ยวมาได้	11. ในกรณีที่ตัวเหี่ยวอยู่ในสภาพเสียจงวิเคราะห์และบอกอาการเสียที่เกิดขึ้น	4	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค1 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถกับวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ข้อที่	หน่วยที่ 1 ตัวด้านทาน		หน่วยที่ 2 ตัวเก็บประจุ		หน่วยที่ 3 ตัวเหนี่ยวนำ	
	ΣR	IOC	ΣR	IOC	ΣR	IOC
1.	4	1	4	1	4	1
2.	4	1	4	1	4	1
3.	4	1	4	1	3	0.75
4.	4	1	3	0.75	3	0.75
5.	3	0.75	3	0.75	4	1
6.	3	0.75	4	1	4	1
7.	4	1	4	1	3	0.75
8.	3	0.75	3	0.75	4	1
9.	4	1	4	1	4	1
10.	4	1	4	1	4	1
11.	4	1	4	1	4	1
12.	4	1	4	1	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง1 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ
หน่วยที่ 1 เรื่องตัวด้านทาน

ข้อที่ นักศึกษา คนที่	ข้อที่												Pi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	3	3	3	2	1	1	3	3	2	3	2	3	29
2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	32
3	3	3	3	2	1	1	2	3	1	3	3	3	28
4	2	3	3	1	2	2	2	3	2	2	2	3	27
5	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	3	26
6	2	3	3	2	1	1	2	2	1	2	1	2	22
7	2	3	3	1	2	2	3	3	2	3	2	3	29
8	3	3	3	3	2	2	2	3	1	3	3	3	31
9	2	3	3	1	2	2	1	2	1	2	1	2	22
10	2	3	3	2	1	1	1	2	2	1	1	2	21
11	2	3	3	2	1	1	2	2	2	2	2	3	25
12	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	34
13	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	32
14	2	2	3	1	2	2	2	3	1	2	2	2	24
15	1	2	3	1	1	1	2	2	1	1	1	2	18
16	2	3	3	1	2	2	1	3	2	3	2	2	26
17	2	3	3	2	1	1	2	2	2	2	1	2	23
18	3	3	3	2	2	2	2	1	1	2	1	3	25
19	2	2	3	1	2	2	2	1	2	2	1	2	22
20	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	34
Ti	48	57	60	37	35	35	41	49	34	46	36	52	530

หน่วยที่ 1	SS_t	SS_k	SS_p	SS_E	MS_E	MS_p	rtt
ตัวด้านทาน	129.58	45.88	32.91	50.79	0.24	1.73	0.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง2 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ
หน่วยที่ 2 เรื่องตัวเก็บประจุ

นักศึกษา คนที่	ข้อที่												Pi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	3	1	3	1	1	2	1	3	3	3	1	1	23
2	2	2	3	1	1	2	3	3	3	3	2	3	28
3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	1	2	29
4	2	2	2	1	2	2	3	3	3	2	2	3	27
5	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	3	32
6	2	2	3	2	2	1	2	2	3	2	1	1	23
7	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	32
8	2	2	2	1	1	1	2	3	3	3	2	3	25
9	1	1	2	2	2	3	2	3	3	2	1	2	24
10	1	1	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	24
11	2	2	3	1	1	1	2	3	3	1	3	2	24
12	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	34
13	3	3	3	2	1	2	3	2	3	2	2	3	29
14	2	2	3	2	2	1	3	3	3	3	2	2	28
15	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	25
16	1	2	2	1	1	2	2	3	2	1	2	3	22
17	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	29
18	1	1	3	1	1	1	3	3	3	3	1	2	23
19	2	1	2	2	2	1	1	2	3	1	1	2	20
20	3	1	3	1	1	2	3	3	3	3	3	3	29
Ti	42	37	52	34	33	37	45	57	59	49	37	48	530

หน่วยที่ 2	SS_t	SS_k	SS_p	SS_E	MS_E	MS_p	rtt
ตัวเก็บประจุ	135.58	43.58	22.41	69.59	0.33	1.18	0.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ
หน่วยที่ 3 เรื่องตัวเหนียวน้ำ

นักศึกษา คนที่	ข้อที่											Pi
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	3	2	2	2	3	3	3	3	1	3	1	26
2	3	3	1	1	3	3	3	3	2	3	2	27
3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	2	3	29
4	2	1	3	3	1	3	3	2	3	2	2	25
5	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	1	25
6	3	2	1	1	3	3	3	2	1	1	2	22
7	1	1	1	1	2	3	3	1	3	3	1	20
8	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	30
9	2	2	2	2	3	3	3	1	2	2	2	24
10	2	3	1	1	2	3	2	2	3	1	1	21
11	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	26
12	3	3	3	2	3	3	3	3	3	1	3	30
13	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	1	27
14	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	3	28
15	1	2	2	1	1	3	2	1	2	2	3	20
16	2	2	1	1	2	3	2	1	2	1	1	18
17	2	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	20
18	2	3	2	1	1	2	3	1	2	2	2	21
19	1	2	3	1	1	2	2	3	1	2	2	20
20	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	30
Ti	46	46	39	32	47	57	56	43	44	41	38	489

หน่วยที่ 3	SS_t	SS_k	SS_p	SS_E	MS_E	MS_p	rtt
ตัวเหนียวน้ำ	126.09	27.14	26.82	72.13	0.38	1.41	0.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถ โดยใช้วิธีของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure)

$$SS_t = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n X_{ij}^2 - \frac{T^2}{kn}$$

$$SS_k = \frac{\sum T_i^2}{n} - \frac{T^2}{kn}$$

$$SS_p = \frac{\sum P_i^2}{k} - \frac{T^2}{kn}$$

$$SS_E = SS_t - SS_k - SS_p$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{df_E}$$

$$MS_p = \frac{SS_p}{df_p}$$

$$rtt = 1 - \frac{MS_E}{MS_p}$$

เมื่อ	MS_E	=	คือคะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
	MS_p	=	คือคะแนนความแปรปรวนระหว่างคน
	SS_p	=	ผลบวกของคะแนนกำลังสองระหว่างคน
	SS_E	=	ผลบวกของคะแนนกำลังสองของความคลาดเคลื่อน
	df_p	=	ตัวแปรอิสระระหว่างคน
	df_E	=	ตัวแปรอิสระของความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ
แบบอิงเกณฑ์ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ด้านเนื้อหา

คำชี้แจง

ใบประเมินผลชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
ด้านเนื้อหา

ตอนที่ 2

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1

กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนน
จะแสดงเครื่องหมายดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ระดับคุณภาพดี

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ตอนที่ 2

โปรดเขียนแสดงข้อเสนอแนะอื่น ๆ

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

ด้านเนื้อหา

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

รายการ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน					
2. ความถูกต้องของเนื้อหา					
3. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้					
5. ความเหมาะสมของเนื้อหากับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน					
6. ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
7. การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม					
8. ลำดับและวิธีการนำเสนอ					
9. ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนภายในบทเรียน					
10. บทเรียนมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจ					
11. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆ ไป					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

โปรดเขียนแสดงข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

คำชี้แจง

ใบประเมินผลชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ตอนที่ 2

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1

กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนน
จะแสดงเครื่องหมายดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ระดับคุณภาพดีมาก

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ระดับคุณภาพดี

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ระดับคุณภาพปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ตอนที่ 2

โปรดเขียนแสดงข้อเสนอแนะอื่น ๆ

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

รายการ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา					
2. การแนะนำบทเรียน					
3. การจัดวางองค์ประกอบหน้าจอของบทเรียน					
4. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
5. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
6. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้แนะนำเนื้อหา					
7. ความสอดคล้องระหว่างภาพกับเนื้อหาบทเรียน					
8. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบการเรียน					
9. เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบการเรียน					
10. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาบทเรียน					
11. ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน					
12. การสรุปผลคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัด					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

โปรดเขียนแสดงข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ
ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ
ด้านเนื้อหา**

รายการประเมิน	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ค่าเฉลี่ย	S.D.
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	4	5	5	4.67	0.58
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58
3. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
5. ความเหมาะสมของเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
6. ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5.00	0.00
7. การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
8. ลำดับและวิธีการนำเสนอ	4	5	5	4.67	0.58
9. ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนภายในบทเรียน	4	5	4	4.33	0.58
10. บทเรียนมีลักษณะดูน่าสนใจและน่าสนใจ	5	5	5	5.00	0.00
11. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนรู้การสอนทั่ว ๆ ไป	5	5	5	5.00	0.00
รวม				4.82	0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ค่าเฉลี่ย	S.D.
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58
2. การแนะนำบทเรียน	5	4	4	4.33	0.58
3. การจัดวางองค์ประกอบหน้าจอของบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
4. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	5	4	4.33	0.58
5. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5	5	4	4.67	0.58
6. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้นำเสนอเนื้อหา	5	5	3	4.33	1.15
7. ความสอดคล้องระหว่างภาพกับเนื้อหาบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
8. ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบการเรียน	5	4	4	4.33	0.58
9. เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบการเรียน	4	5	3	4.00	1.00
10. ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ กับเนื้อหาบทเรียน	5	5	5	5.00	0.00
11. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
12. การสรุปผลคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัด	5	5	3	4.33	1.15
รวม				4.50	0.58

ผลการประเมินคุณภาพ	ค่าเฉลี่ย	S.D.
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์		
1. ด้านเนื้อหา	4.82	0.16
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.50	0.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

รายละเอียดผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ
แบบอิงเกณฑ์ในแต่ละหน่วย

นักศึกษาคนที่	หน่วยที่ 1 ตัวต้นทาน	หน่วยที่ 2 ตัวเก็บประจุ	หน่วยที่ 3 ตัวเหนี่ยวนำ	คะแนนรวมของ นักศึกษาแต่ละคน
1	58	59	59	176
2	59	65	62	186
3	58	57	55	170
4	55	54	50	159
5	60	60	56	176
6	58	60	58	176
7	58	58	51	167
8	65	67	61	193
9	62	60	56	178
10	63	63	56	182
11	68	69	65	202
12	55	55	50	160
13	65	66	63	194
14	71	71	65	207
15	58	57	54	169
16	69	70	63	202
17	62	58	55	175
18	61	60	56	177
19	58	60	53	171
20	58	59	53	170
คะแนนรวม				3,590
คะแนนเฉลี่ย				179.5
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย				85.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ
แบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วย

นักศึกษาคนที่	คะแนนรวมจากการเรียนบทเรียนครบทุกหน่วย
1	198
2	197
3	194
4	178
5	193
6	189
7	176
8	204
9	194
10	197
11	205
12	183
13	203
14	210
15	181
16	206
17	188
18	191
19	180
20	185
คะแนนรวม	3,852
คะแนนเฉลี่ย	192.6
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	91.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายทวิศักดิ์ ไวยมิตรา รหัสประจำตัว 44064622 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ (COMPETENCY BASED SKILL TRAINING ON ELECTRONIC PASSIVE DEVICES)" โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ภาตรี เป็น อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2547

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2547

(ผศ.ดร.อิทธิพล แจ่มชัด)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศร 0524.04/ 2430

วันที่ 3 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เพื่อการวิจัย
เรียน ผศ.กิติพงษ์ มะโน

ด้วย นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหาตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของ ท่าน จะช่วยให้งานวิจัย ของ นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนคุณภาพบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลั่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 2430

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๘ มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์เกษม ภูเจริญธรรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเนื้อหาวิชา
เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรานักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททเวสซีพี”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถด้านเนื้อหาดีที่เหมาะสม มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรานักศึกษาระดับปริญญาโท มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างสูง
ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 02-3264325

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 2430

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓ มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมนึก รัชญาวินิชกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเนื้อหาวิชา
เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทวงสซิป”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถด้านเนื้อหาตามที่แนบมาพร้อมนี้ โดยมีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างสูง
ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ 2430

วันที่ 3 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด

ด้วย นายทวิศักดิ์ ไวยมิตรา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหาตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่าน จะช่วยให้งานวิจัย ของ นายทวิศักดิ์ ไวยมิตรา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนคุณภาพบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน ๒ ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 2430

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์สมชัย ช่อไสว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรานักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ”
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว
เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
ที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะเข้า
ใ้งานวิจัยของ นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรานักศึกษามีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยั้มา
ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร. 02-3264325

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 2430

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เพื่อการวิจัย
เรียน นายมงคล แพทองคำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพีซี"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว
เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ
ที่แนบมาพร้อมนี้มีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะส่ง
ให้งานวิจัยของ นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างที่
ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 02-3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ สธ 0524.04/ 2430

วันที่ 3 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อการวิจัย

เรียน ผศ. กิติพงษ์ มะโน

ด้วย นายทวิศักดิ์ ไวยมิตรา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายทวิศักดิ์ ไวยมิตรา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินความสอดคล้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เพื่อการวิจัยจำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 2430

คณะกรรมการผู้ดุษฎีบัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์เกษม กุ์เจริญธรรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินความสอดคล้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรานักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ”

คณะกรรมการผู้ดุษฎีบัณฑิตพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างยิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังกล่าวที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีคามถูกต้อง และเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรานี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 2430

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

3 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมนึก ธัญญาวิณิชกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินความสอดคล้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรานักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททาสซีฟ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังที่แนบมาพร้อมนี้ท่านมีความถูกต้อง และเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายทวีศักดิ์ ไวยมิตราน มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง
ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์	123
เลขที่	2498
วันที่	15 มิ.ย. 2547
โดย	16.30 น.

ที่ ศธ 0524.04

2598

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อการวิจัย

เรียน อธิการบดี สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ (รศ.ดร.ประเทือง ภูมิภัทราคม)

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
 2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายทวิศักดิ์ ไวยมิตร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยที่วัดความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2547 คณะกรรมการอุดมศึกษา จึงขอความอนุเคราะห์ท่านโปรดอนุญาตให้ นายทวิศักดิ์ ไวยมิตร ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ภายในสถาบันศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลั่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เรียน อธิการบดี

เพื่อโปรดทราบ รศ. ประเทือง ภูมิภัทราคม

เห็นควรมอบให้ อธิการบดี สถาบันราชภัฏนครสวรรค์

ร. น. บ.
อ. อรรถพร พิพิธกุล

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 7373000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

25 มิ.ย. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีนำไปใช้



ภาคผนวก ฅ

คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ

แบบอิงเกณฑ์

เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ

1. นำแผ่น CD-ROM ที่บรรจุบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ
ใส่ในช่อง CD-ROM Drive ของคอมพิวเตอร์ รอสักครู่จะทำการเข้าสู่บทเรียน
โดยอัตโนมัติ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม : ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

จัดทำโดย : ทวีศักดิ์ ไวยมิตรา

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาพการนำเข้าสู่บทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากนั้นจะแสดงผลหน้าจอหลักของบทเรียน ซึ่งประกอบด้วยปุ่มปฏิบัติการต่าง ๆ



ภาพหน้าจอเข้าสู่บทเรียน กรอกข้อมูลผู้ใช้ แนะนำบทเรียน
คำชี้แจง และคู่มือการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อคลิกเข้าสู่ “กรอกข้อมูลผู้ใช้” จะปรากฏหน้าจอให้ผู้เรียนกรอกข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้เรียน ประกอบด้วย เลขที่ ชื่อ นามสกุล และพาสเวิร์ด

บทเรียนคอมพิวเตอร์ CBST

เรื่อง อปกรณอิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ

กรอกข้อมูลส่วนตัว

เลขที่ : 44064622

ชื่อ : ทวีศักดิ์ นามสกุล : ไวยมิตรา

พาสเวิร์ด : lvs350354

เริ่มเรียนเวลา 7:01 AM

คลิกเลือกหัวข้อ

เข้าสู่บทเรียน

กรอกข้อมูลผู้ใช้

แนะนำบทเรียน

คำชี้แจง

คู่มือการใช้

ออก

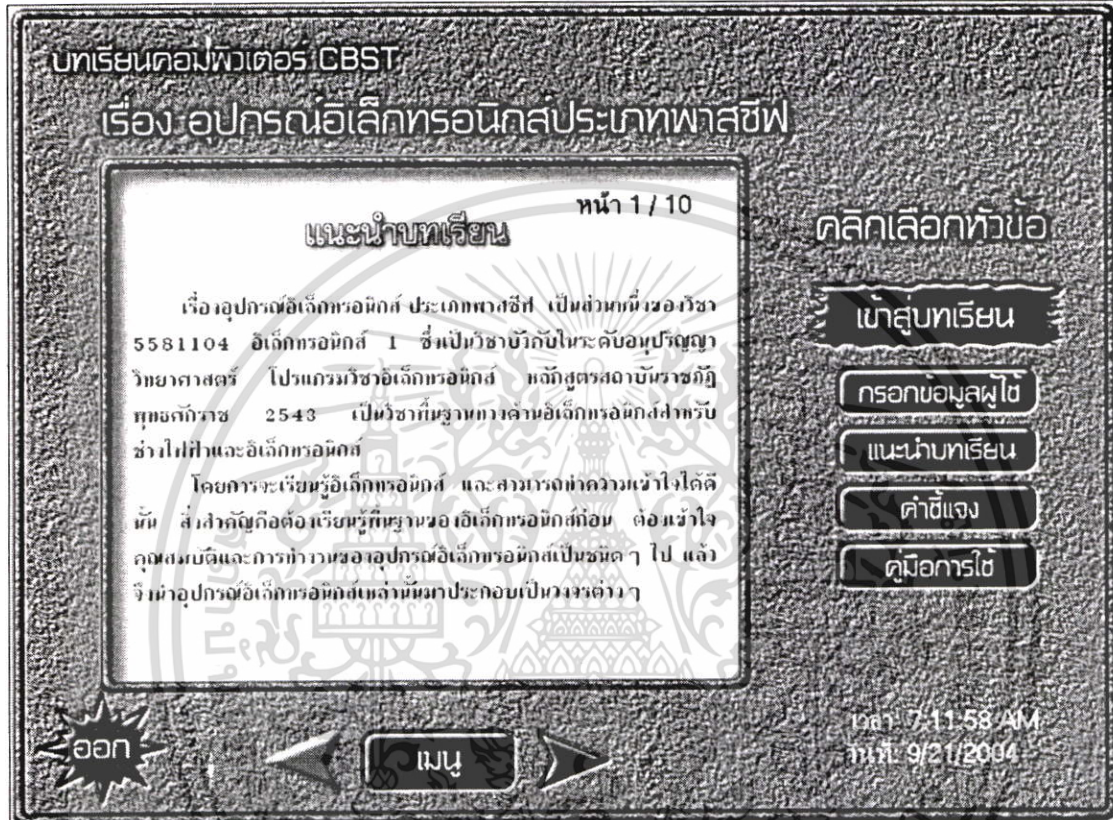
เมนู

เวลา: 7:01:03 AM
วันที่: 9/21/2004

ภาพหน้าจอการกรอกข้อมูลผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อคลิกเข้าสู่ “แนะนำบทเรียน” จะปรากฏหน้าจอการแนะนำบทเรียน เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทพาสซีฟ และระบบ CBST



ภาพหน้าจอแนะนำบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อคลิกเข้าสู่ “ คำชี้แจง ” จะปรากฏหน้าจอ วัตถุประสงค์ทั่วไป เนื้อหาของบทเรียน และเกณฑ์กำหนดในการทดสอบ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ CBST

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ

หน้า 1 / 3

คำชี้แจง

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. อธิบายความหมาย โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การใช้งาน แบบและชนิดของตัวต้านทานได้
2. อธิบายความหมาย โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การใช้งาน แบบและชนิดของตัวเก็บประจุได้
3. อธิบายความหมาย โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณสมบัติ การใช้งาน แบบและชนิดของตัวเหนี่ยวนำได้
4. สามารถอ่านค่า วัดและตรวจสอบตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำได้

คลิกเลือกหัวข้อ

เข้าสู่บทเรียน

กรอกข้อมูลผู้ใช้

แนะนำบทเรียน

คำชี้แจง

คู่มือการใช้

ออก

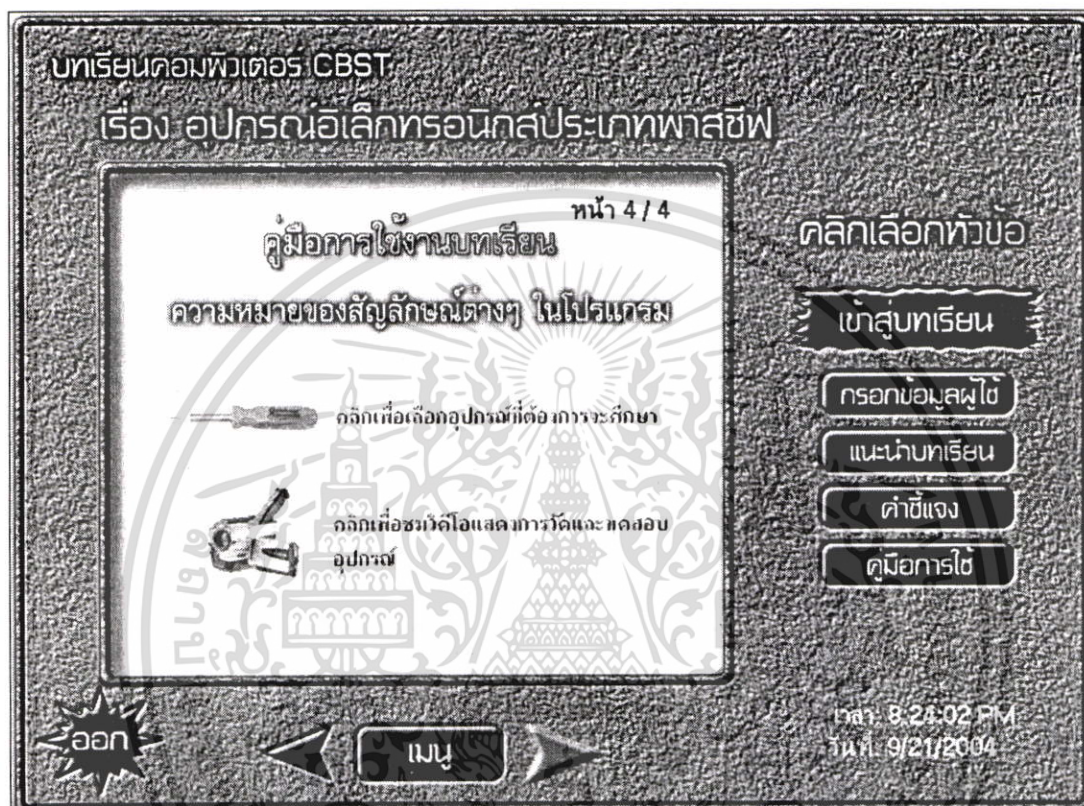
เมนู

เวลา: 7:26:38 AM
วันที่: 9/21/2004

ภาพหน้าจอแสดงคำชี้แจง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

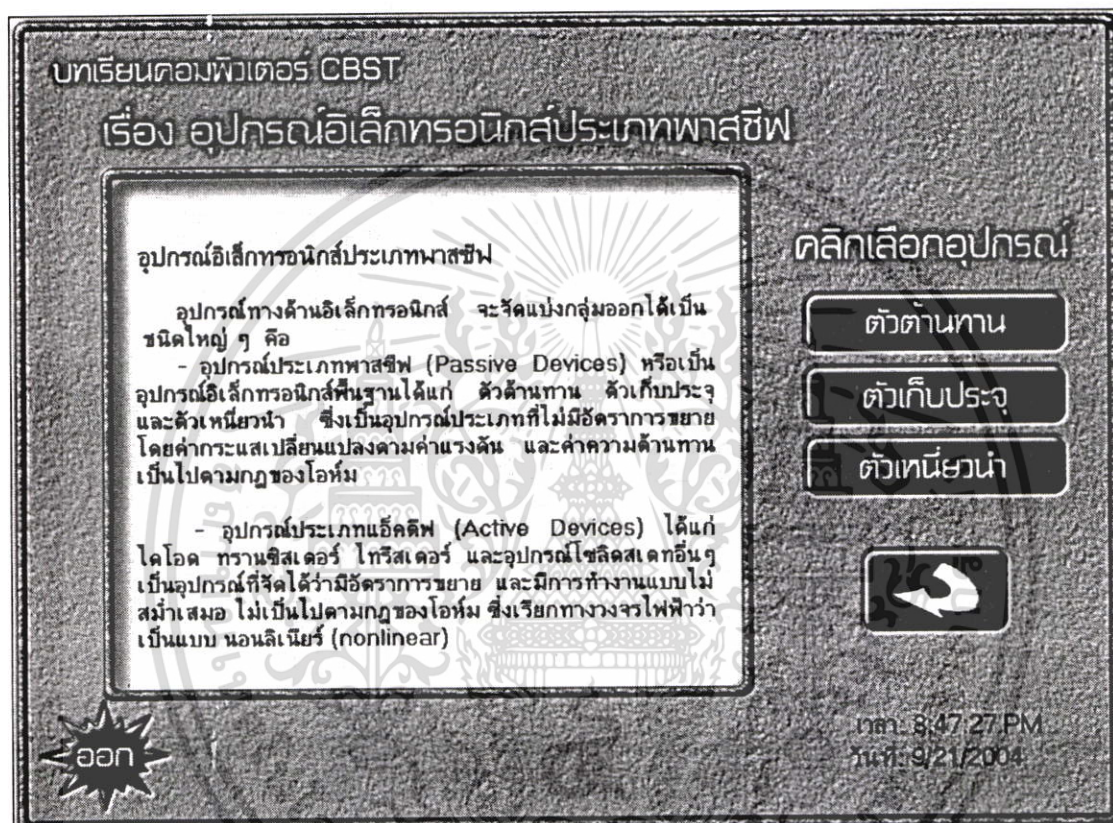
6. เมื่อคลิกเข้าสู่ “คู่มือการใช้” จะปรากฏหน้าจอ ขั้นตอนการเรียน และความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ ในโปรแกรม



ภาพหน้าจอแสดงคู่มือการใช้งานบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

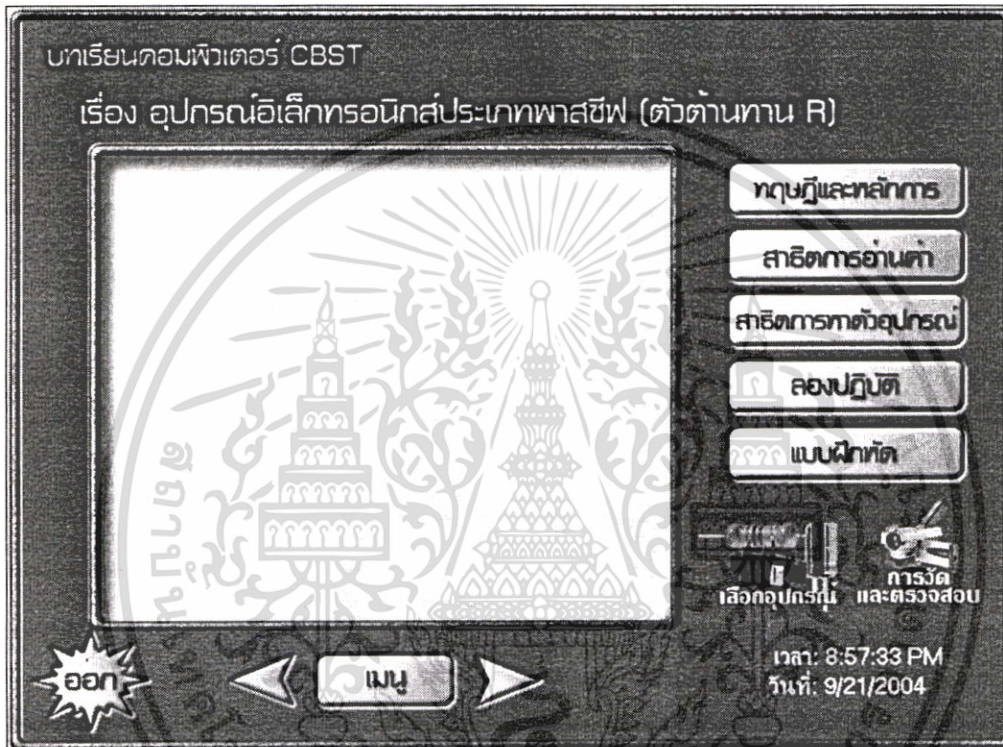
7. เมื่อกดคลิก “เข้าสู่บทเรียน” จะปรากฏหน้าจอเพื่อให้คลิกเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการศึกษา โดยประกอบด้วยเรื่องตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ



ภาพหน้าจอการคลิกเลือกอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการศึกษาในแต่ละเรื่อง จะประกอบด้วย ทฤษฎี และหลักการ การสาธิตการอ่านค่า สาธิตการหาตัวอุปกรณ์ ลองปฏิบัติ และแบบฝึกหัด พร้อมทั้งวีดิโอการวัดและตรวจสอบอุปกรณ์



ภาพหน้าจอเรื่องตัวต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ CBST

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ (ตัวต้านทาน R)

หน้า 11 / 25

4. ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (Variable Resistor)

ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ คือ ตัวต้านทานที่ปรับแต่งค่าความต้านทานได้ สามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานตั้งแต่ค่าสุดไปจนถึงค่าสูงสุดของตัวมันได้อย่างต่อเนื่อง ตัวต้านทานประเภทนี้จะถูกสร้างขึ้นในรูปโค้งเป็นวงกลม (แบบหมุน) และแบบแท่งยาว (แบบเลื่อน) โดยมีขายื่นออกมา 3 ขา หรืออาจมีน้อยกว่านี้ เวลาปรับค่าใช้ปรับที่ขากลางของตัวต้านทานนั้น

สัญลักษณ์

เลือกอุปกรณ์

การวัดและตรวจสอบ

เวลา: 9:07:18 PM
วันที่: 9/21/2004

ออก

เมนู

ทฤษฎีและหลักการ

สถิติการอ่านค่า

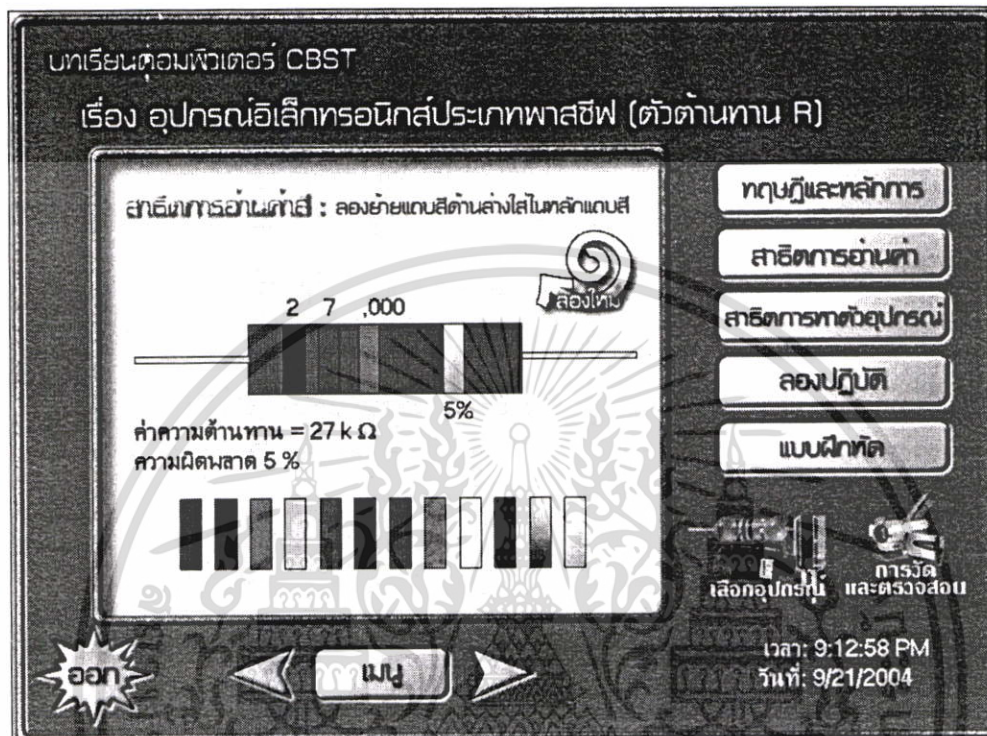
สถิติการทบทวนอุปกรณ์

ลองปฏิบัติ

แบบฝึกหัด

ภาพหน้าจอแสดงทฤษฎีและหลักการของตัวต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



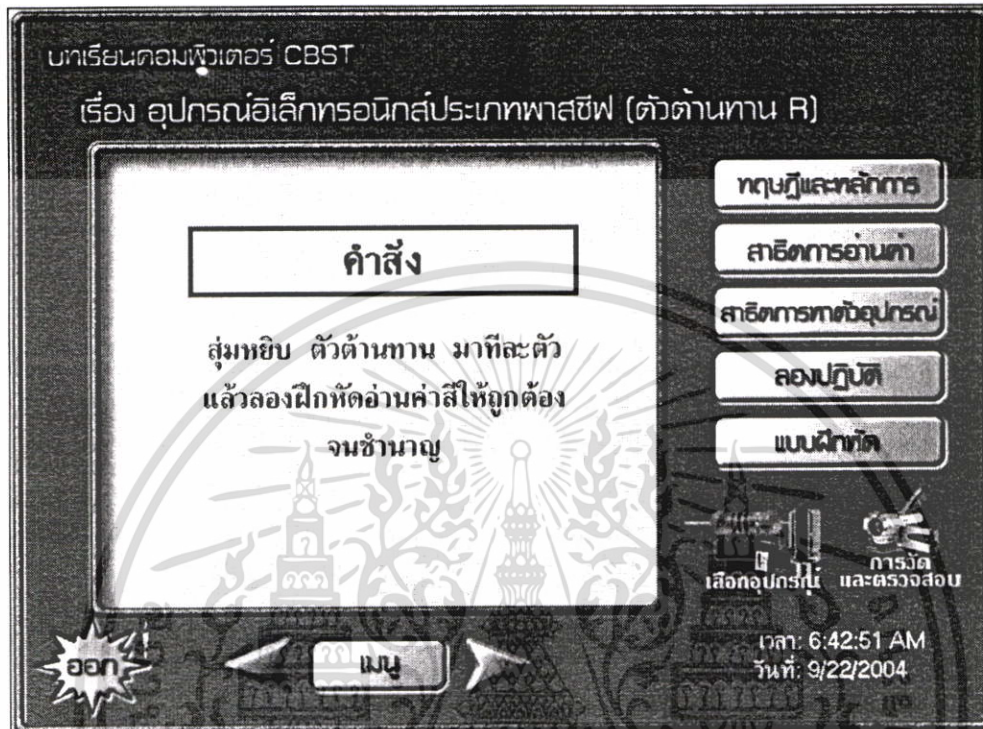
ภาพหน้าจอแสดงการสาธิตการอ่านค่าตัวต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



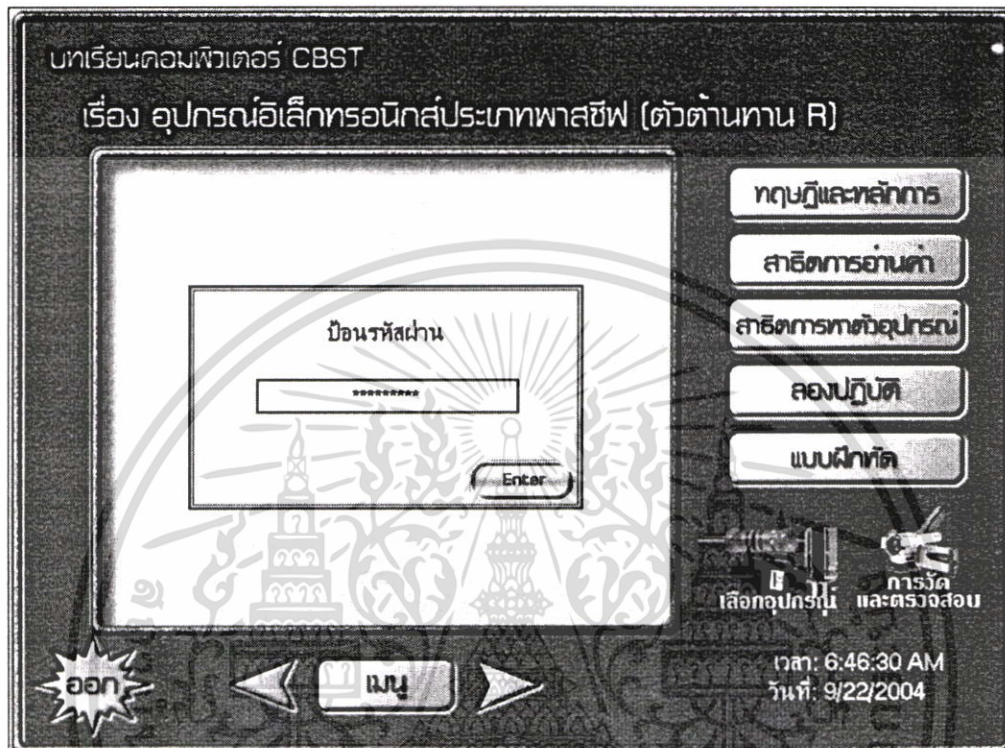
ภาพหน้าจอแสดงการสาธิตการหาตัวอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพหน้าจอทดลองปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพหน้าจอแบบฝึกหัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพหน้าจอการวัดและตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ CBST

เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทพาสซีฟ (ตัวเก็บประจุ C)

สาธิตการหาค่าอุปกรณ์ : ลองป้อนค่าตัวอุปกรณ์ลงในช่องว่าง

ค่าความจุ = F
จำนวน หน่วย

ความผิดพลาด = %

ตัวอุปกรณ์ที่ได้

เลือกไทย

Help!

ทฤษฎีและหลักการ

สาธิตการอ่านค่า

สาธิตการหาค่าตัวอุปกรณ์

ลองปฏิบัติ

แบบฝึกหัด

เลือกอุปกรณ์

การวัดและตรวจสอบ

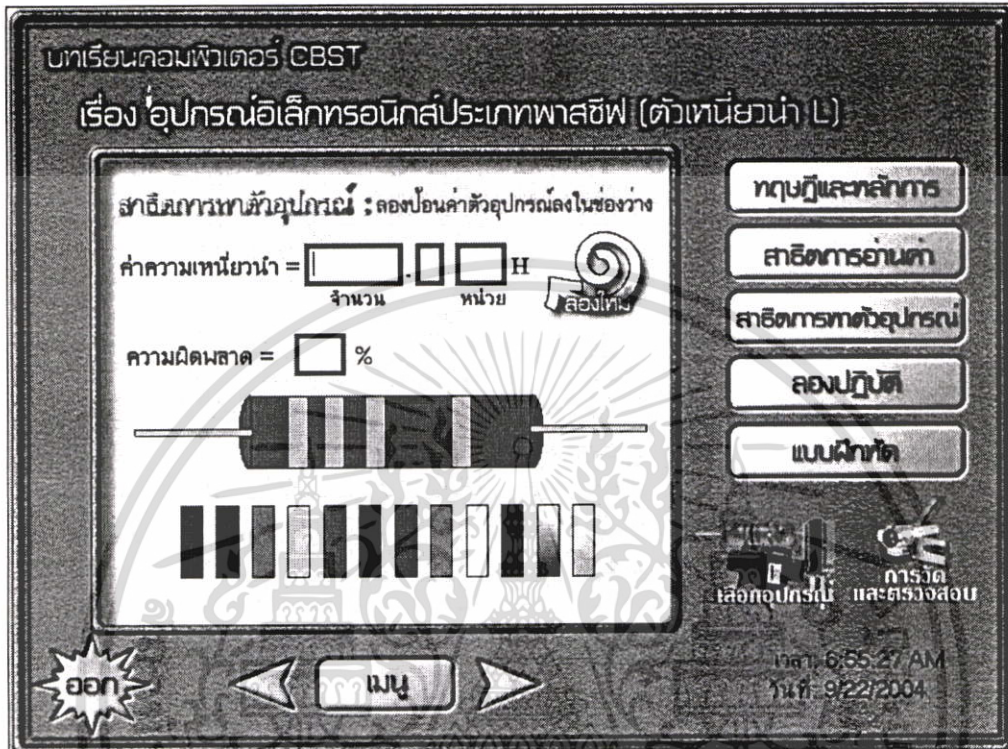
เวลา: 6:53:18 AM
วันที่: 9/22/2004

ออก

เมนู

ภาพหน้าจอเรื่องตัวเก็บประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพหน้าจอเรื่องตัวเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายทวีศักดิ์ ไวยมิตรา
วัน เดือน ปี เกิด	19 พฤษภาคม 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อ.เมือง จ.นครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2536 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้