

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ยี่ห้อ ฮิตาชิ รุ่น SJ200
COMPETENCY BASED SKILL TRAINING ON SJ200
HITACHI INVERTER INSTALLATION

ปัทมาพร พุ่มทับทิม
PATTAMAPORN PUMTUBTOM

วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ของภาควิชาศึกษาด้านหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. ๒๕๕๐

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200

COMPETENCY BASED SKILL TRAINING ON SJ200

HITACHI INVERTER INSTALLATION

ปัทมาพร พุ่มทับทิม

PATTAMAPORN PUMTUBTIM

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....**74622**
วัน,เดือน,ปี.....**- 8 ต.ค. 2550**

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

พ.ศ.2550

**COMPETENCY BASED SKILL TRAINING ON SJ200
HITACHI INVERTER INSTALLATION**

PATTAMAPORN PUMTUBTIM

**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**

2007

COPYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200
นักศึกษา	นางสาวปีทมาพร พุ่มทับทิม
รหัสประจำตัว	46065522
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200 โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกทักษะและปฏิบัติผ่านเกณฑ์ด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สาขาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 20 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เมื่อศึกษาจบบทเรียน แล้วทำการทดสอบจากแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ หลังจากนั้นนำคะแนนทั้งสองภาคมารวมกัน แล้วคิดเป็นร้อยละ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์การทดสอบได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และมีผลคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 88.24 แสดงให้เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200 สามารถใช้เป็นการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Thesis Title	Competency Based Skill Training on SJ200 Hitachi Inverter Installation
Student	Miss Pattamaporn Puntubtim
Student ID	46065522
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2007
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr.Threraphon Thephasadin Na Ayuthya
Thesis Co-Advisor	Dr. Somchai Maunsaiyat

ABSTRACT

The thesis presented Competency Based Skill Training on SJ200 Hitachi Inverter Installation. The objective hypothesis of this research was that the competency based skill training program could be effectively used with 80 percentage of the sample group passed the with score of more than 80 percentages.

The sample group was 20 students from Rajamangala University of Technology Isan Sakonnakhon Campus. That were studying competency based skill training. After the group finished the theory test of 20 items and took the practice test. Scoring from both tests ware combined to calculate in percentage. The result showed that the sample group passed. The criterion 20 students. Was percentage at 100. had score more than 80 percentage. The average score of sample group was 88.24. Therefore the competency based skill training On SJ200 Hitachi Inverter Installation could be effectively used in Vocational Education.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ. ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และดร. สมชาย หมั่นสายญาติ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำแนวทางรวมทั้งการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนประสบการณ์ ข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้บังเกิดเกล้าซึ่งเป็นที่รักยิ่ง ขอขอบคุณพี่ ๆ น้องๆ สมาชิกทุกคนในครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย ดูแลเอาใจใส่ความช่วยเหลือสนับสนุน กำลังใจ และส่งเสริมด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัย ตลอดจนเพื่อนๆ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

คุณค่า และประโยชน์ใดๆ อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

ปีทมาพร พุ่มทับทิม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวความคิด.....	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักการของอินเวอร์เตอร์ชนิดซิดาซี รุ่น SJ200.....	6
2.2 โปรแกรมระบบนิพจน์ชุดฝึกอบรม.....	16
2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	22
2.4 การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์.....	41
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	47
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	47
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	47
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	54
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	55

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	58
4.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	60
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	62
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	62
5.2 สมมติฐานของการวิจัย.....	62
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	63
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	63
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	63
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	65
5.8 อภิปรายผลการวิจัย.....	65
5.9 ข้อเสนอแนะ.....	67
บรรณานุกรม.....	68
ภาคผนวก.....	70
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	71
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	79
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	94
ภาคผนวก จ แบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกภาคปฏิบัติ.....	100
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	104
ประวัติผู้เขียน.....	108

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความหมายของแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก.....	14
2.2 ความหมายของปุ่มบนหน้าจออินเวอร์เตอร์.....	15
2.3 ลำดับการแสดงผลที่หน้าจออินเวอร์เตอร์.....	16
4.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา.....	58
4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิค การผลิตสื่อ.....	59
4.3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์...60	
ค.1 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	82
ค.2 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกการความสามารถการฝึกปฏิบัติ.....	88
ค.3 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ.....	89
ค.4 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR 20).....	90
ค.5 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 จากผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา).....	91
ค.6 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 จากผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ).....	92
ค.7 แสดงผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบ อิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200.....	93

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์.....	7
2.2 วิธีการสร้างไฟสลับ.....	8
2.3 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์.....	8
2.4 ทรานซิสเตอร์.....	9
2.5 วงจรภายในของคอนเวอร์เตอร์.....	9
2.6 หลักการทำงานของคอนเวอร์เตอร์.....	10
2.7 รูปคลื่นกระแสขาเข้า.....	11
2.8 อินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200.....	11
2.9 การเดินสายไฟของอินเวอร์เตอร์.....	12
2.10 การต่อไฟ AC ไปยัง Output Terminal.....	12
2.11 การเดินสายไฟจากแหล่งจ่ายเข้ากับมอเตอร์.....	13
2.12 หน้าจออินเวอร์เตอร์.....	14
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	51
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	54

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นรากฐานสำคัญที่สุดประการหนึ่งสำหรับการสร้างความเจริญก้าวหน้า และการแก้ไขปัญหาการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ รวมทั้งสามารถโน้มนำประเทศไปในแนวทางที่พึงประสงค์ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และศิลปวัฒนธรรม บทบาทของการศึกษาที่มีต่อการพัฒนาประเทศนั้นเป็นที่ตระหนักและยอมรับกันโดยทั่วไป เพราะการศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนามนุษย์ให้กลายเป็นบุคลากรที่มีคุณค่า กระบวนการศึกษาทำให้มนุษย์ได้รับประสบการณ์อันก่อให้เกิดการเรียนรู้ การพัฒนาการรู้จักคิด รู้จักทำและรู้จักแก้ไขปัญหา ตลอดจนสามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นผลให้มนุษย์และสังคมสามารถดำรงอยู่ได้อย่างมีความสุข การที่ประเทศจะเจริญก้าวหน้าได้นั้นจำเป็นต้องมีบุคคลที่มีความรู้ความสามารถจำนวนมาก ดังนั้นการศึกษาซึ่งเป็นกระบวนการในการเสริมสร้างบุคคลให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญยิ่ง (วัชร ตระกูลงาม 2542 : 1)

การศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ได้กล่าวถึงการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้ความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ 2542 : 17) จะเห็นได้ว่าการศึกษาระดับอาชีวศึกษาด้านช่างอุตสาหกรรมของกรมอาชีวศึกษา ได้กำหนดวัตถุประสงค์ที่สำคัญไว้ประการหนึ่ง ดังนี้เพื่อการผลิตและพัฒนากำลังคนในระดับช่างฝีมือและช่างเทคนิคให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน ความก้าวหน้าของการพัฒนากำลังคนในระดับช่างฝีมือและช่างเทคนิคนับว่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก การผลิตกำลังคนระดับช่างฝีมือ และช่างเทคนิคให้สามารถนำเอาความรู้ทักษะในวิชาชีพที่ได้รับการศึกษาจากสถาบันอาชีวศึกษาไปใช้ในการปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้อินเวอร์เตอร์ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ซึ่งเป็นต้นพลังขับเคลื่อนของเครื่องจักรต่างๆ เช่น สายพานลำเลียง โซ่ลำเลียง เครื่องอัดเม็ด เครื่องผสม การขับปั๊มน้ำและพัดลมเป่าอากาศ ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมาก มีความสำคัญต่องานทางด้านอุตสาหกรรม การติดตั้งใช้งานอินเวอร์เตอร์ยี่ห้อ ซุ่น SJ200 โดยทำการศึกษาจากคู่มือการใช้งาน ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจในการเรียนรู้ และนำไปปฏิบัติได้จริง เกิดปัญหาทางด้านเวลา และ

การถ่ายทอดจากผู้สอน และปัญหาการรับรู้จากผู้ใช้งาน อันเป็นอุปสรรคอันจะนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ ให้เกิดทักษะ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปฏิบัติได้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทในการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะตามความสามารถของแต่ละบุคคลเรียกว่า CBST (Competency Based Skill Training) เป็นการฝึกทักษะตามความสามารถ โดยผู้เข้ารับการฝึกรับผิดชอบการฝึกด้วยตนเอง ทักษะในการฝึกจะถูกแบ่งออกเป็นทักษะย่อย และเรียงเรียงเป็นชุดการฝึก จะฝึกตามวัตถุประสงค์หรือทักษะความสามารถที่กำหนดให้มีความเชี่ยวชาญ เน้นทักษะการปฏิบัติงานเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกปฏิบัติในเนื้อหาจนเกิดความเชี่ยวชาญ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ในการเรียนรู้ระบบ CBST จะมีสื่อประกอบการเรียนในหลายลักษณะ เช่น ชุดการฝึกที่เป็นเอกสาร (Paper Training) และชุดการฝึกที่เป็นคอมพิวเตอร์ (Computer Base Training)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพสูง มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ด้านการศึกษาได้นำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยการเรียนการสอน ในลักษณะของการนำเสนอการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ สื่อบทเรียนที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ เรียกว่า CAI (Computer Assisted Instruction) โดยที่คอมพิวเตอร์จะนำเสนอแทนผู้สอนและผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ในปัจจุบันได้มีการนำสื่อประสมหรือมัลติมีเดีย (Multimedia) เข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการนำเสนอเนื้อหาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มาก ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับความนิยมมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอน และสามารถประเมินผลของการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วและทุกจุดที่ผู้เรียนเกิดปัญหา (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541 :5-12) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียกกันโดยทั่วไปว่า บทเรียนซีเอไอ เป็นศัพท์เดิมนิยมใช้ในสหรัฐอเมริกา มีความหมายว่าการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย ซึ่งบทเรียนลักษณะนี้ภายหลังจากการเรียนบทเรียนแล้ว สิ่งที่ผู้เรียนได้รับก็คือ ความรู้และความทรงจำ ส่วนบทเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถเกิดทักษะนำไปปฏิบัติได้นั้น เรียกว่า บทเรียนซีบีที (CBT : Computer Based Training) ซึ่งหมายถึง การสอนที่เน้นให้มีการฝึกหัด โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก (สุพิทย์ กาญจนพันธ์ 2541:52) ดังนั้นจึงเป็นองค์ประกอบที่เหมาะสมยิ่งที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกทักษะความสามารถมาใช้ในการเรียนหลักสูตรระยะสั้น ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะเป็นสำคัญ เพื่อเป็นการพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบเดิมมาเป็นการเรียนรู้โดยมีเครื่องคอมพิวเตอร์มาทำหน้าที่ช่วยสอน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นดังที่กล่าวมาข้างต้นและส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามเอกัตบุคคล และสำหรับผู้เรียนช้า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์จะช่วยในการสอนเสริมจนเกิดความเข้าใจ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญที่จะนำสื่อการสอนเข้ามาช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์มาช่วย

ในการเรียนการสอน เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 โดยคาดหวังว่าจะช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกจะได้รับ การส่งเสริมการเรียนรู้ และทักษะด้านปฏิบัติในเนื้อหาจนเกิดความเชี่ยวชาญ อันจะนำความรู้ไปปฏิบัติ และเกิดประโยชน์ได้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 ที่นำมาใช้เป็นสื่อการฝึกอบรม โดยร้อยละ 80 ขึ้นไปของผู้รับการฝึกอบรมสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวความคิด ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 ผู้วิจัยได้นำกระบวนการพัฒนา (CBST : Competency Based Skill Training) ซึ่งเน้นการจำลองการฝึกความสามารถจนเกิดทักษะมากกว่าให้เกิดความรู้เพียงอย่างเดียว การฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (Michael Deblois : พิชัย สดภิบาล. 2541) หมายถึง การฝึกความสามารถของผู้เรียนให้ได้มาตรฐานที่ตั้งไว้ มีลักษณะดังนี้ คือ

1. ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ (Know)
2. แสดงให้ผู้เรียนดู (Show)
3. ให้ผู้เรียนลงมือทำ (Do)
4. ทำการทบทวน (Review)
5. ผ่านการฝึก (Pass Through)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 40 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 20 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

1.5.3 เนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 หน่วยที่ 1 หลักการของอินเวอร์เตอร์ หน่วยที่ 2 ส่วนประกอบของอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 และหน่วยที่ 3 วิธีการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

งานวิจัยนี้ได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1.6.1 ผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ คือ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 เป็นผู้ที่มีความสามารถใช้คอมพิวเตอร์ และถือผู้เรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการเรียนรู้

1.6.2 การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้คำนึงความแตกต่างระหว่างพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน เพศวัย พื้นฐานเศรษฐกิจ สังคม ของนักศึกษา

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 อินเวอร์เตอร์ หมายถึง อุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่และแรงดันคงที่ไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่และแรงดันขนาดต่างๆ ใช้ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ยี่ห้อฮีตซิงค์ รุ่น SJ200

1.7.2 ผู้เข้ารับการศึกษา หมายถึง นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า

1.7.3 การฝึกทักษะปฏิบัติ หมายถึง กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200

1.7.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หมายถึงสื่อที่ใช้คอมพิวเตอร์เสนอข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำสั่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และสีสันทันต่างๆ พร้อมตัวอย่างการสาธิตและคำแนะนำให้ลงมือปฏิบัติจริงในเนื้อหา (ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ 2544 : 5) เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม SJ200

1.7.5 แบบรายการความสามารถ หมายถึง การกำหนดรายการหรือรายละเอียดต่างๆ ตามวิธีการปฏิบัติ เพื่อเป็นเกณฑ์การให้คะแนนตามความสามารถ

1.7.6 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ข้อสอบที่ใช้ตรวจสอบความสามารถทางการเรียนเมื่อผ่านการเรียนเรียบร้อยแล้ว ประกอบด้วย แบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ

1.7.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการตรวจสอบความสามารถทางการเรียนเมื่อผ่านการเรียนเรียบร้อยแล้ว

1.7.8 เกณฑ์ที่กำหนด หมายถึง ผลคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถ โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบรายการความสามารถ โดยผู้เข้ารับการฝึกได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตดิฮี รุ่น SJ200 ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 หลักการของอินเวอร์เตอร์ฮีตดิฮี รุ่น SJ200
- 2.2 โปรแกรมระบบนิพนธ์ชุดฝึกอบรม
- 2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
- 2.4 การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการของอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

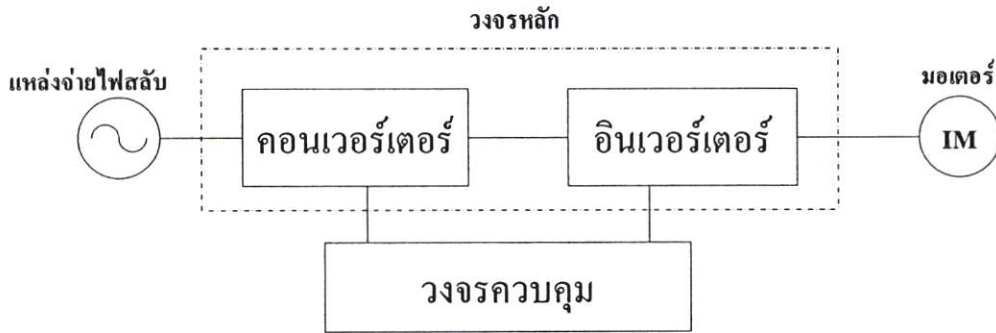
อินเวอร์เตอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำ ปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถแปรค่าความเร็วของมอเตอร์ได้อย่างต่อเนื่อง ลดกระแสสตาร์ท และมีฟังก์ชันในการควบคุมมอเตอร์มากมาย ทำให้สามารถใช้งานได้สะดวก และทำให้การควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำมีลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับมอเตอร์กระแสตรงที่มีราคาสูง

ในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้อินเวอร์เตอร์ในการขับมอเตอร์ ซึ่งเป็นต้นพลังของการขับเคลื่อนของเครื่องจักรต่างๆ เช่น สายพานลำเลียง โข่ลำเลียง เครื่องอัดเม็ด เป็นต้น อินเวอร์เตอร์ใช้ในการขับปั้มน้ำและพัดลมเป่าอากาศ ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างมาก

เนื่องจากอินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง จึงมีคุณสมบัติและการใช้งานแตกต่างจากแหล่งจ่ายไฟทั่วไป นอกจากคุณสมบัติของมอเตอร์จะต่างจากการต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง จึงจำเป็นต้องเรียนรู้หลักการทำงานและการใช้งานอินเวอร์เตอร์ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและให้ประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.1 โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ เป็นอุปกรณ์แปลงไฟชนิดหนึ่งที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่และแรงดันคงที่ไปเป็นไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันขนาดต่างๆ แหล่งจ่ายไฟที่ป้อนเป็นอินพุตของอินเวอร์เตอร์จะเป็นแหล่งจ่ายไฟสลับทั่วไปที่มีรูปคลื่นไซน์ แต่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปไซน์



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์

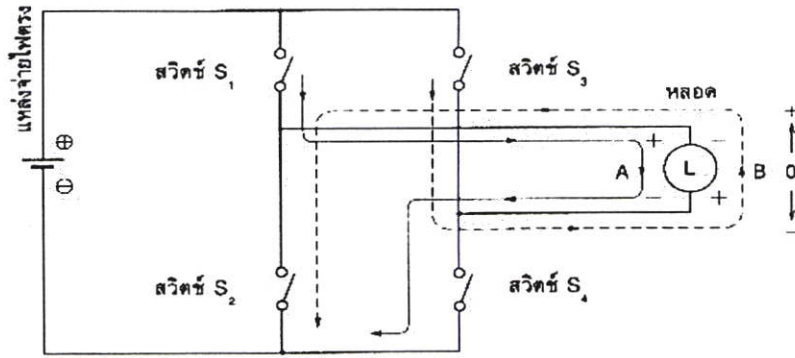
จากรูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของอินเวอร์เตอร์เป็นไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ (50 Hz หรือ 60 Hz) ไฟสลับนี้จะถูกแปลงเป็นไฟตรง โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ จากนั้นไฟตรงจะถูกแปลงเป็นไฟสลับที่สามารถแปรขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ วงจรทั้งสองส่วนนี้เป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์ นอกจากนี้ยังมีวงจรควบคุมสำหรับควบคุมการทำงานของวงจรทั้ง 2 ส่วนนั้น

อินเวอร์เตอร์ชนิดใช้งานทั่วไป จะประกอบด้วยส่วนคอนเวอร์เตอร์ และอินเวอร์เตอร์ รวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน คอนเวอร์เตอร์ มีหน้าที่แปลงไฟสลับเป็นไฟตรง เป็นอุปกรณ์แปลงไฟชนิดหนึ่ง ส่วนอินเวอร์เตอร์ก็เป็นอุปกรณ์แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับ ทั้งสองส่วนนี้จะใช้องค์ประกอบวงจรที่แตกต่างกัน และมีการทำงานที่แตกต่างกัน

2.1.2 หลักการทำงานของภาคอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

1. วิธีสร้างไฟสลับจากไฟตรง

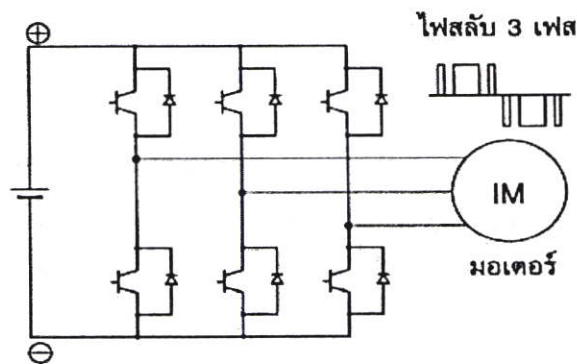
อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตไฟสลับได้จากแหล่งจ่ายไฟตรง การทำความเข้าใจกับหลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์เริ่มจากวงจรสร้างไฟสลับเฟสเดียว จากรูปที่ 2.2 หลักการเปลี่ยนไฟตรงเป็นไฟสลับ โดยเปลี่ยนโหลดจากมอเตอร์เป็นหลอดไฟเพื่อให้เข้าใจง่าย สวิตช์ 4 ตัว S_1 , S_2 , S_3 และ S_4 ซึ่งต่ออยู่ระหว่างแหล่งจ่ายไฟตรงและโหลด จะเปิด - ปิด สลับกันเป็นจังหวะเพื่อสร้างไฟสลับจ่ายให้กับหลอดไฟ



รูปที่ 2.2 วิธีการสร้างไฟสลับ

2. โครงสร้างส่วนที่เป็นวงจรอินเวอร์เตอร์

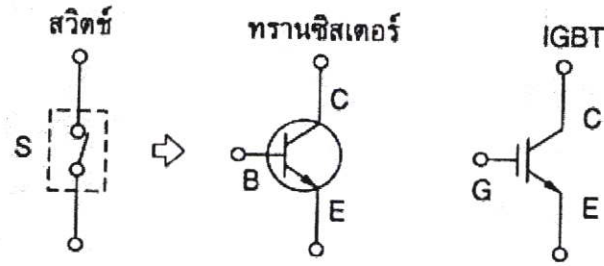
อินเวอร์เตอร์จะใช้ทรานซิสเตอร์แทนสวิตช์ทั้ง 6 ตัว ดังรูปที่ 2.7 เมื่อต่อเอาต์พุตเข้ากับมอเตอร์ 3 เฟสและควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ ON – OFF ตามจังหวะในรูปที่ 2.7 ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนได้ และถ้าเปลี่ยนลำดับ ON – OFF ของทรานซิสเตอร์ ก็สามารถบังคับให้มอเตอร์หมุนกลับทางได้



รูปที่ 2.3 อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์

3. การทำงานของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์มี 3 ขา คือคอลเลคเตอร์ (C) อิมิตเตอร์ (E) และ เบส (B) ทรานซิสเตอร์ที่เป็น ไอจีบีที (IGBT : Insulated Gate Bipolar Transistor) จะมีขาเกต (G) แทนขาเบส เมื่อไม่จ่ายกระแสให้ขาเบส ระหว่างขั้ว C และ E ซึ่งเหมือนกับสวิตช์เปิด (OFF) แต่ถ้าจ่ายกระแสให้ที่ขาเบส กระแสจะรั่วไหลระหว่างขั้ว C และ E ซึ่งเหมือนกับสวิตช์ปิด (ON) การ ON – OFF ของทรานซิสเตอร์ สามารถทำได้เร็วกว่าสวิตช์มาก



รูปที่ 2.4 ทรานซิสเตอร์

4. วิธีการเปลี่ยนขนาดแรงดัน

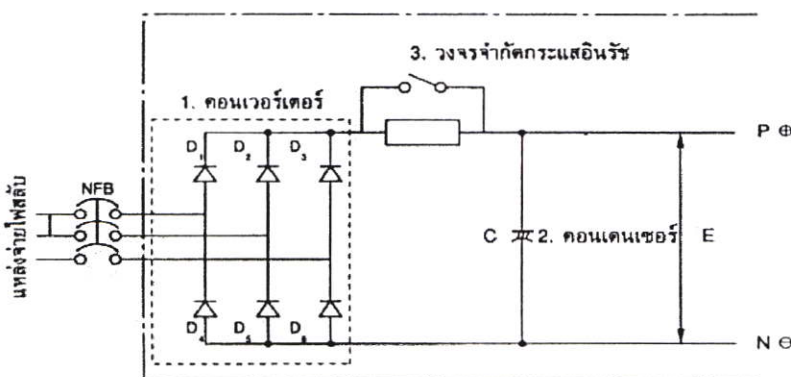
เมื่อใช้อินเวอร์เตอร์ขับเคลื่อนมอเตอร์ นอกจากการแปรความถี่เพื่อปรับความเร็วมอเตอร์แล้ว ยังต้องแปรขนาดแรงดันตามความถี่ที่เปลี่ยนไป เพื่อรักษาอัตราส่วน V/f ให้คงที่

การแปรขนาดแรงดันของอินเวอร์เตอร์มีหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้กันมากในอินเวอร์เตอร์ชนิดใช้งานทั่วไป คือ วิธีการแปรรูปคลื่นของแรงดันขาออกที่ป้อนให้มอเตอร์ วิธีการแปรรูปคลื่นแรงดันมีหลายวิธีดังนี้

1. วิธี PAM แปรขนาดแรงดันของไฟตรง
2. วิธี PWM แปรความกว้างของพัลส์ที่เปิดปิดทรานซิสเตอร์
3. วิธี PWM ที่ให้แรงดันเป็นรูปซายน์ ควบคุมความกว้างของพัลส์ให้แรงดันค่าเฉลี่ยมีรูปคลื่นเป็นรูปซายน์

2.1.3 การทำงานของภาคคอนเวอร์เตอร์ (Converter)

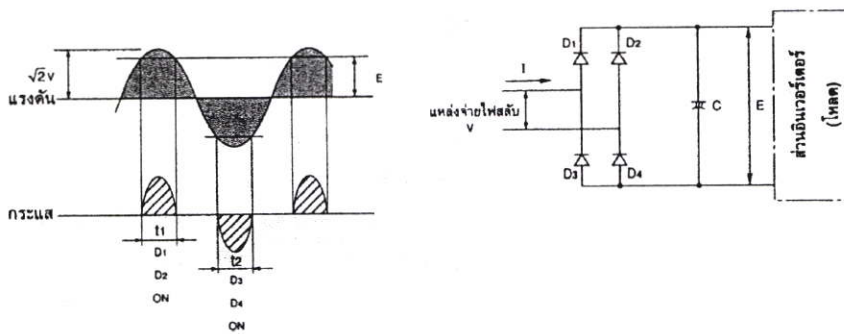
คอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟสลับเป็นไฟตรง วงจรประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ส่วนคอนเวอร์เตอร์ คอนเดนเซอร์ และวงจรจำกัดกระแสอินรัช



รูปที่ 2.5 วงจรภายในของคอนเวอร์เตอร์

1. หลักการทำงานของคอนเวอร์เตอร์

หลักการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ แปลงไฟสลับเฟสเดียวเป็นไฟตรง อินพุตของคอนเวอร์เตอร์เป็นไฟสลับรูปซายน์ ซึ่งมีค่า $RMS = V$ ถ้าให้แรงดันขาออกของคอนเวอร์เตอร์มีค่าเท่ากับ E จากรูปที่ 2.5 จะมีส่วนของแรงดันไฟสลับที่มีแรงดันสูงกว่าระดับ E ส่วนนี้มีช่วงเวลาเท่ากับ t_1 เป็นช่วงเวลาที่กระแสไหลผ่านไดโอด D_1 และไหลกลับทิศทาง D_4 แรงดันไฟสลับส่วนที่เป็นลบ ช่วงเวลาที่แรงดันต่ำกว่าระดับ $-E$ คือช่วงเวลา t_2 ช่วงเวลานี้กระแสจะไหลเข้าทางไดโอด D_2 และไหลกลับทิศทาง D_3 รูปคลื่นกระแสขาเข้าของคอนเวอร์เตอร์ จะไม่เป็นรูปซายน์ แต่จะเพี้ยนจากรูปซายน์และมีองค์ประกอบของฮาร์โมนิก



รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของคอนเวอร์เตอร์

2. กระแสขาเข้าในขณะมอเตอร์หมุนต่อเนื่อง

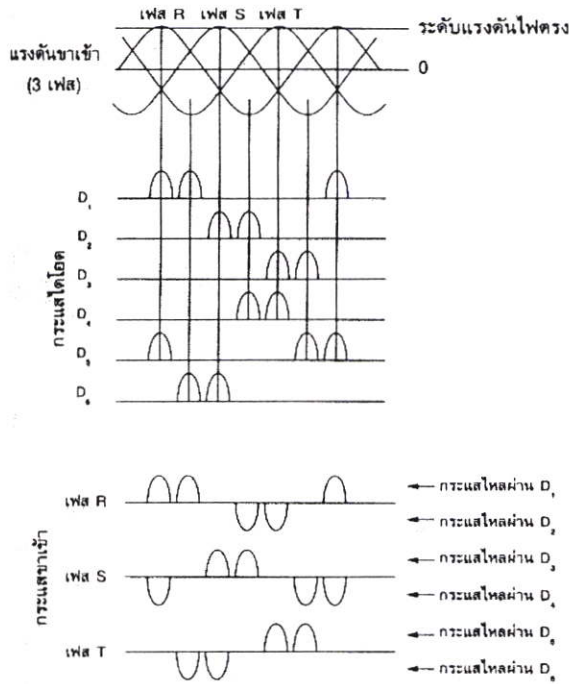
จากรูปที่ 2.7 แสดงรูปคลื่นของกระแสขาเข้าของคอนเวอร์เตอร์ กรณีที่เป็นไฟสลับ 3 เฟส ต้องใช้ไดโอดในการเรกติฟายน์ ทั้งหมด 6 ตัว คือ ไดโอด $D_1 - D_6$

คอนเดนเซอร์ C จะมีหน้าที่กรองกระแส เพื่อให้แรงดันขาออกของคอนเวอร์เตอร์ มีริบเปิลน้อย และเรียบ ขนาดของแรงดันไฟตรงขาออก ในสภาพไม่มีโหลด จะมีค่าเท่ากับค่ายอดของแรงดันไฟสลับขาเข้า เมื่อมีโหลด คือ อินเวอร์เตอร์ แรงดันไฟตรงนี้จะเปลี่ยนค่าลดลงตามขนาดของเอาต์พุต คือแรงบิดและความเร็วรอบ

3. กระแสขาเข้าเมื่อเปิดสวิตช์

เมื่อเปิดสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์ครั้งแรก จะต้องมีการชาร์จประจุให้คอนเดนเซอร์ จึงมีกระแสขาเข้าขนาดใหญ่เข้ามาในวงจร จำเป็นต้องมีการจำกัดขนาดของกระแสอินรัสนี้ เมื่อกระแสประจุคอนเดนเซอร์จนเต็มแล้ว จึงใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ลัดวงจรตัวด้านทานจำกัดกระแส ถ้าต่อคอนเทคเตอร์เปิดปิดไฟเข้าอินเวอร์เตอร์ ทุกครั้งที่ปิดจะมีกระแสอินรัสน์ไหลเข้า คอนเวอร์เตอร์ ถ้าเปิดปิดบ่อยๆ จะทำให้อายุการใช้งานของไดโอดสั้นลง และอายุการใช้งานและประสิทธิภาพการใช้งานของวงจรจำกัดกระแสจะต่ำลงด้วย

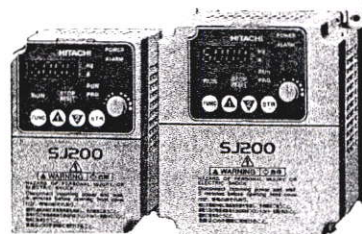
คอนเวอร์เตอร์จะมีหน้าที่สร้างแรงดันไฟตรงเท่านั้น การสตาร์ทมอเตอร์เป็นหน้าที่ของ ส่วนอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะต้องป้อนกระแสเข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ เพื่อให้เริ่ม ON



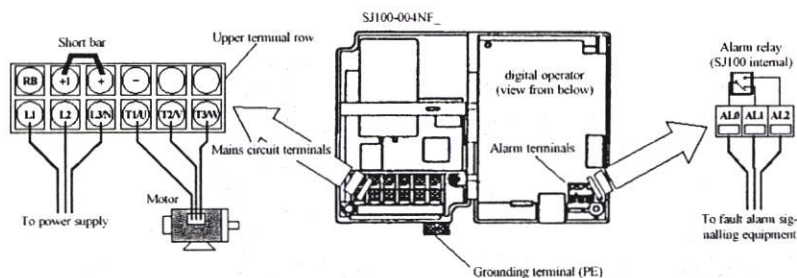
รูปที่ 2.7 รูปคลื่นกระแสขาเข้า

2.1.4 อินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200

อินเวอร์เตอร์ของยี่ห้อฮิตาชิ รุ่น SJ200 มีคุณสมบัติ คือ แรงบิดในการออกตัวสูงถึง 200% เหมาะกับงานประเภทสายพานลำเลียง งานปั๊ม พัดลม อุตสาหกรรมอาหาร ลิฟท์ เครื่องซักผ้า เครื่องล้างรถ เครื่องจักรสิ่งทอ เครื่องอัดอากาศ มีขนาดให้เลือกใช้งานตั้งแต่ 0.2 – 7.5 กิโลวัตต์ ชนิด 1 เฟสและ 3 เฟส ขนาดแรงดันไฟฟ้า 200 – 400 โวลท์



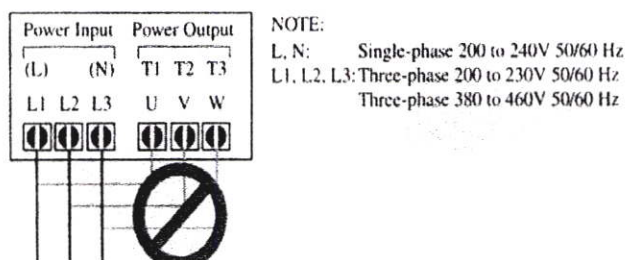
รูปที่ 2.8 อินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200



รูปที่ 2.9 การเดินสายไฟของอินเวอร์เตอร์

ข้อควรระวังในการติดตั้งอินเวอร์เตอร์

1. แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่อินเวอร์เตอร์เป็น
 - 1/3 เฟส 200 – 240 โวลท์ 50/60 Hz (ถึงขนาด 2.2 KW)
 - 3 เฟส 200 - 240 โวลท์ 50/60Hz (ตั้งแต่ขนาด 3.7 KW)
 - 3 เฟส 380 – 460 โวลท์ 50/60Hz
2. ห้ามต่อไฟ AC จากแหล่งจ่ายไปยัง Output Terminal (U,V,W) เพราะอาจทำให้อินเวอร์เตอร์เสียหายได้
3. ชันสกรูด้วยแรงบิดที่พอเหมาะพอดี และควรตรวจให้เรียบร้อยว่าไม่มีสกรูตัวใดที่หลวมหรือไม่ได้ขัน
4. ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการต่อ Earth leakage circuit breaker ที่แหล่งจ่ายไฟหลัก (Main Supply)



รูปที่ 2.10 การต่อไฟ AC ไปยัง Output Terminal

5. ห้ามควบคุมการเปิดปิดการทำงานของมอเตอร์ผ่านแมกเนติกคอนแทคเตอร์ตำแหน่งก่อนแลหลังอินเวอร์เตอร์ ในกรณีที่ต้องการให้อินเวอร์เตอร์และมอเตอร์ทำงานอัตโนมัติ

6. พิวส์ที่วงจรทำงานต้องมีขนาดเฟสที่เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ มิฉะนั้นอาจเกิดอันตรายทำให้เกิดไฟไหม้ได้

7. เลือกขนาด Earth Leakage Breakers และแมกเนติกคอนแทคเตอร์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ มิฉะนั้นอาจเกิดอันตรายทำให้เกิดไฟไหม้ได้

8. ในกรณีที่ต้องการต่อมอเตอร์แบบ Parallel ต้องใช้ Thermal Relay ที่มอเตอร์แต่ละตัว

9. ติดตั้งอินเวอร์เตอร์บนวัสดุทนไฟ เช่น โลหะ

10. แทนหรือวัสดุที่ใช้ยึด / ติดตั้งต้องสามารถรับน้ำหนักอินเวอร์เตอร์ได้ ไม่เกิดการสั่นและแน่นหนาพอ ขณะติดตั้งอินเวอร์เตอร์ต้องเปิดฝาด้านหน้าและขันสกรูให้แน่นทุกตัว หากตกลงทำให้เสียหายได้

11. ต้องไม่ใช้งานอินเวอร์เตอร์ภายใต้สภาพที่ไม่สมบูรณ์ ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ไม่ครบ

12. สภาพแวดล้อมในการทำงานต้องไม่อยู่ในที่อุณหภูมิสูง , ความชื้นสูง , ในที่ที่น้ำค้างหรือน้ำกลั่นตัวได้ , ฝุ่นมาก , แก๊สที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน – ระเบิดและติดไฟง่าย , มีความเป็นกรดเป็นด่างสูง เป็นต้น

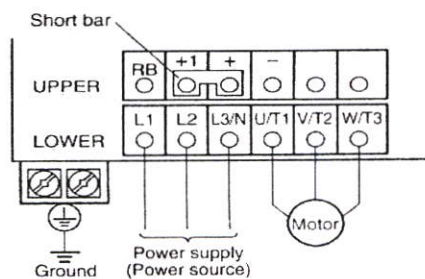
13. ห้ามควบคุมการเปิด – ปิดการทำงานของมอเตอร์ผ่านแมกเนติกคอนแทคเตอร์ทั้งก่อนและหลัง อินเวอร์เตอร์

2.1.5 การติดตั้งและการเดินสายไฟ (Mounting and Wiring)

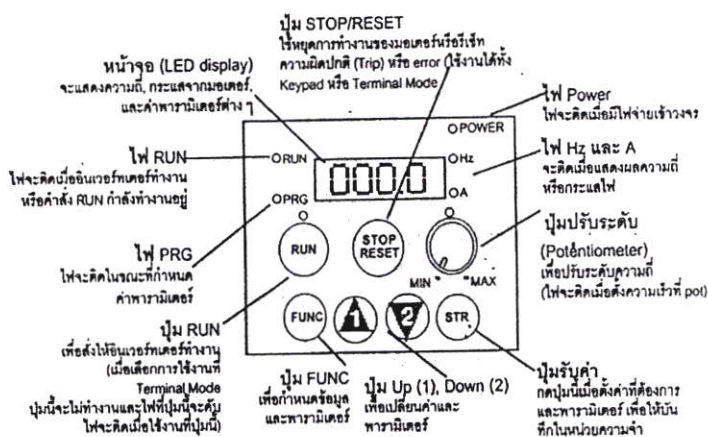
1. การติดตั้ง (Mounting)

ควรติดตั้งอินเวอร์เตอร์ในแนวตั้งบนวัสดุที่ไม่ติดไฟ และควรเว้นพื้นที่โดยรอบไว้เพื่อให้มีอากาศถ่ายเทสะดวก

2. การเดินสายไฟ (Wiring)



รูปที่ 2.11 การเดินสายไฟจากแหล่งจ่ายเข้ากับมอเตอร์



รูปที่ 2.12 หน้าจออินเวอร์เตอร์

2.1.6 แหล่งจ่ายไฟจากภายนอก (Main circuit terminal function)

ตารางที่ 2.1 ความหมายของแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก

สัญลักษณ์ (Terminal symbol)	ความหมาย	การทำงาน	หมายเหตุ
L1, L2, L3, (L1), (N)	แหล่งจ่ายไฟ	เชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟหลัก L1, L2, L3 ไฟสามเฟส (L1), (N) ไฟเฟสเดียว	
U, V, W, T1,T2,T3	เอาต์พุตจาก อินเวอร์เตอร์	ต่อไปยังมอเตอร์	
+1, +	DC reactor จาก ภายนอก	ปกติ Short – cut bar จะยึด ติดระหว่าง Terminal +1 และ + ต้องถอดตัว Short – cut bar ออกเมื่อต่อ DC reactor	
+, -	Breaking unit	ต่อเบรก เมื่อต้องการใช้ Breaking torque	ตรวจสอบให้แน่ใจว่า Short – cut bar ยัง ติดอยู่ ระหว่าง +1 และ + จะต้องถอด ออกเมื่อติดตั้ง DC reactor ในการ ทำงานเท่านั้น
+RB	Extamal regenerative reactor	ต่อ Regenerative reactor (เป็นออพชั่น)	
⊕	สายดิน	ต่อสายดินเพื่อป้องกัน ไฟฟ้าลัดวงจร	

2.1.7 การตั้งค่าพารามิเตอร์ในการทำงาน

ตารางที่ 2.2 ความหมายของปุ่มบนหน้าจออินเวอร์เตอร์

สัญลักษณ์	ชื่อปุ่ม	ความหมาย
	หน้าจอ (LED display)	แสดงความเร็ว, กระแสจากมอเตอร์ และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ
	ปุ่ม FUNC	เพื่อกำหนดข้อมูลและพารามิเตอร์
	ปุ่ม RUN	เพื่อสั่งให้อินเวอร์เตอร์ทำงาน (เมื่อเลือกการใช้งานที่ Terminal mode ปุ่มนี้จะไม่ทำงานไฟที่ปุ่มนี้จะดับ ไฟจะติดเมื่อใช้งานที่ปุ่มนี้
	ปุ่ม UP (1) ปุ่ม DOWN (2)	เพื่อเปลี่ยนค่าและพารามิเตอร์
	ปุ่ม STR	ปุ่มรับค่า กดปุ่มนี้เมื่อตั้งค่าที่ต้องการ และพารามิเตอร์เพื่อบันทึกในหน่วยความจำ
	ปุ่ม MIN, MAX (Potentiometer)	เพื่อปรับระดับความเร็ว (ไฟจะติดเมื่อตั้งความเร็วที่ Pot)
	ปุ่ม STOP, RESET	ใช้หยุดการทำงานของมอเตอร์ หรือรีเซ็ตความผิดปกติ (Trip) หรือ Error (ใช้งานได้ทั้ง Keypad หรือ Terminal Mode)
POWER	ไฟ Power	ไฟจะติดเมื่อมีไฟจ่ายเข้าวงจร
Hz, A	ไฟ Hz และ A	จะติดเมื่อแสดงผลความเร็วหรือกระแสไฟ
PRG	ไฟ PRG	ไฟจะติดในขณะที่กำหนดค่าพารามิเตอร์

2.1.8 การตั้งค่าที่อินเวอร์เตอร์ SJ200

อินเวอร์เตอร์รุ่น SJ200 มีฟังก์ชันมากมายให้เลือกใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้เอง ให้ผู้ใช้งานบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ผู้ใช้งานกำหนดเอง เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการค้นหาหรือหากมีการซ่อมในอนาคต

ตารางที่ 2.3 ลำดับการแสดงผลที่หน้าจออินเวอร์เตอร์

ลำดับการแสดงผล	ฟังก์ชัน	ค่ามาตรฐาน	ค่าที่ตั้ง
F001	ค่าความถี่เอาต์พุต	0.0	
F002	ระยะเวลาความเร่งที่ 1	10.0 วินาที	
F202	ระยะเวลาความเร่งที่ 1 ค่าที่ 2	10.0 วินาที	
F003	ระยะเวลาความหน่วงที่ 1	10.0 วินาที	
F203	ระยะเวลาความหน่วงที่ 1 ค่าที่ 2	10.0 วินาที	
F004	กำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์	10.0 วินาที	
A--	ตั้งค่าฟังก์ชันการทำงานกลุ่ม A	00 : Fwd	
b--	ตั้งค่าฟังก์ชันการทำงานกลุ่ม b	--	--
C--	ตั้งค่าฟังก์ชันการทำงานกลุ่ม C	--	--
B--	ตั้งค่าฟังก์ชันการทำงานกลุ่ม H	--	--

รายละเอียดเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักการของอินเวอร์เตอร์
2. ส่วนประกอบของอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200
3. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิรุ่น SJ200

2.2 โปรแกรมระบบนิพนธ์ชุดฝึกอบรม

โปรแกรมระบบนิพนธ์ฝึกอบรม หรือเรียกว่า Authoring System เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้มีผู้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สร้างชุดฝึกอบรมความสามารถหรือสร้างสรรค์งานมัลติมีเดียเริ่มแรกได้มีการพัฒนาใช้กับคอมพิวเตอร์ตระกูล Macintosh เป็นส่วนใหญ่ หลังจากนั้นได้มีการปรับเปลี่ยนเพื่อใช้งานกับไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ตัวอย่างของโปรแกรมเฉพาะที่มาจาก

ต่างประเทศและจำหน่ายในประเทศไทย โดยใช้สำหรับพัฒนาชุดฝึกอบรมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ได้แก่ Authorware Professional, Multimedia Tool book, Acrobat Reader และ Icon Author (IT Soft. 1993 : 114 – 121)

2.2.1 โปรแกรม Authorware Professional

เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับสร้างแอปพลิเคชันในระบบมัลติมีเดีย ในการนำเสนอผลงานต่างๆ การสร้างชุดฝึกอบรมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หรือแม้กระทั่งเกมส์ก็ยังสามารถทำได้ด้วยการออกแบบการทำงานโดยการวาง Icon บน Flowchart เพื่อที่จะออกแบบโปรแกรม หรือการวางแผนต่างๆ ทำให้แม้แต่ผู้ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์ก็สามารถที่จะสร้างงานขึ้นมาได้โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับภาษา โปรแกรม Authorware มีการพัฒนาตั้งแต่รุ่นแรกใช้ตั้งแต่ Version 2.0 มีคุณสมบัติที่เด่นๆ กว่าโปรแกรมประเภทเดียวกัน จนกระทั่งปี 2545 ทาง Macromedia ได้มีการพัฒนา Authorware version 6.5

2.2.1.1 คุณสมบัติของโปรแกรม Authorware Professional

โปรแกรม Authorware Professional มีคุณสมบัติเด่น 3 ประการที่สนับสนุนการพัฒนาชุดฝึกอบรมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ ในระบบมัลติมีเดีย รวมทั้งการกระจายชุดฝึกอบรมที่พัฒนาแล้วไปยังผู้ใช้ ได้แก่

1. การออกแบบโปรแกรมด้วยเทคนิค Object Authoring ทำให้ผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการออกแบบโปรแกรมหรือผู้ที่มิประสบความสำเร็จมาแล้วก็ตาม สามารถทุ่มเทความสนใจไปยังรายละเอียดของเนื้อหาฝึกอบรม และวิธีการโต้ตอบของผู้ใช้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การใช้สัญลักษณ์ (Icon) แทนคำสั่งทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงได้ง่าย โดยภายในแต่ละบทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถใช้ไอคอนได้ถึง 16,000 ตัว

2. ในโปรแกรม Authorware ประกอบด้วยเครื่องมือ ด้านมัลติมีเดียอย่างสมบูรณ์ ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างบทเรียนที่ประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวิดีโอเข้าด้วยกัน ทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการฝึกอบรม การอ้างอิงจำลองการทำงาน การนำเสนอผลงาน สินค้า การโฆษณา หรือการฝึกอบรมได้เป็นอย่างดี

3. การออกแบบโปรแกรม ให้สามารถใช้งานได้หลายระบบ ไม่ว่าจะเป็นการทำงานบนเครื่องแมคอินทอชหรือภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ที่อยู่บนเครื่องไอบีเอ็ม มีการทำงานเหมือนกันและสามารถที่จะติดต่อไปยังระบบภายนอกได้

2.2.1.2 คุณสมบัติเฉพาะของโปรแกรม Authorware

โปรแกรม Authorware มีคุณลักษณะเฉพาะโดยสรุป ดังนี้

1. การใช้ไอคอนแทนคำสั่ง คำสั่งที่ใช้ในการโปรแกรมได้ออกแบบไว้ในรูปของสัญลักษณ์จำนวน 11 ไอคอน ซึ่งสัญลักษณ์แต่ละตัวจะใช้แทนคำสั่งในการพัฒนาบทเรียนได้อย่างสมบูรณ์ ลักษณะการทำงานของโปรแกรมประกอบด้วยไอคอน ที่เรียงลงบนเส้นโฟลว์ เป็นการกำหนดขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีคำสั่งที่เป็นเมนูเพื่อกำหนดรายละเอียดของการทำงาน สามารถกำหนดรายละเอียดของโปรแกรม เช่น ขนาดหรือรูปแบบของจอภาพ

2. การใช้อำนวยความสะดวกในการทำงาน การใช้อำนวยความสะดวกในการทำงานของโปรแกรม Authorware มีสิ่งต่างๆ ที่ใช้อำนวยต่อความสะดวกในการทำงานดังนี้

2.1 สามารถทดสอบ และแก้ไขโปรแกรมได้ในเวลาเดียวกัน สามารถแก้ไขและเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมได้โดยตรง ง่ายต่อการพัฒนาและบำรุงรักษาโปรแกรม อีกทั้งโครงสร้างของโปรแกรมสามารถเปลี่ยนแปลงและนำกลับมาใช้ได้

2.2 สามารถกำหนดวิธีการโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ถึง 10 วิธี ได้แก่การป้อนข้อความผ่านแป้นพิมพ์ การสร้างปุ่มกดบนจอภาพ การกำหนดพื้นที่บนจอภาพที่ตอบสนองเมื่อกดปุ่มเมาส์ ด้วยการเลื่อนภาพไปยังตำแหน่งที่กำหนดเป็นเมนู

2.3 คุณสมบัติที่ใช้อำนวยอื่นๆ ได้มีการผสมผสานสื่อต่างๆ เข้าด้วยกัน รวมทั้งคำแนะนำการใช้งานที่ประกอบอยู่ในแต่ละคำสั่ง

3. ไฟล์ห้องสมุด ส่วนของไฟล์ข้อมูลห้องสมุด ที่ใช้สนับสนุนการทำงานโปรแกรมจะมีระบบไฟล์ห้องสมุด ที่สนับสนุนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบมัลติมีเดีย ดังนี้

3.1 มีไฟล์ห้องสมุด ใดแก่ ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก ภาพจากวิดีโอ เสียง และอื่นๆ

3.2 มีไฟล์โครงสร้างที่ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้ ประกอบด้วยตัวอย่างโปรแกรม เช่น ระบบ Pull-down Menu สมุดโน้ตโปรแกรม บันทึกการทำงาน ขั้นตอนในการทำงาน

3.3 ผู้ใช้สามารถสร้างโมเดลการทำงานการทำงานที่สามารถนำกลับไปใช้ได้

4. ตัวแปรและฟังก์ชัน โปรแกรม Authorware มีตัวแปรและฟังก์ชันสนับสนุนการทำงานมากกว่า 200 ตัว ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการเก็บค่า แก้ไข หรือแสดงข้อมูลต่างๆ รวมทั้งการควบคุม การทำงานของโปรแกรม จุดเด่นของการใช้ตัวแปร และฟังก์ชันในการทำงานมีดังต่อไปนี้

4.1 ความสามารถในการใช้ตัวแปร ทำให้สามารถติดตามการใช้โปรแกรม และเรียกฟังก์ชันการทำงานที่เหมาะสม เพื่อตอบสนองการทำงานของผู้ใช้รวมทั้งการเก็บข้อมูลสำหรับการทำงาน

4.2 มีคำสั่งสำหรับคุรายละเอียดของฟังก์ชัน และตัวแปร รวมทั้งสามารถคัดลอกตัวแปร และฟังก์ชันไปยังส่วนของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

4.3 สามารถควบคุม รูปแบบการแสดงผลของตัวแปรได้ ช่วยให้สามารถทดสอบระดับความรู้พื้นฐานของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี

5. เครื่องมือทางด้านมัลติมีเดีย เพื่อใช้สร้างบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งความสามารถในการใช้และแก้ปัญหาที่นำเข้ามาจากโปรแกรมอื่นภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ดังนี้

5.1 ข้อความ สามารถใช้ตัวอักษรหลายแบบผสมกันได้รวมทั้งสี และขนาด สามารถกำหนดตัวอักษรเป็นขอบเงา ตัวเอียง และขีดเส้นใต้ รูปแบบของข้อความสามารถตัดคำ ตั้งระยะทั้งข้อความ และตัวเลขรวมทั้งกำหนดกรอบ จัดคำให้ชิดซ้าย ขวา หรืออยู่กลางได้

5.2 กราฟฟิก มีคำสั่งในการวาดรูปวงกลม วงรี สีเหลี่ยม และลากเส้น รวมทั้งแสดงเส้นตาราง คำสั่งลากเส้นสามารถลากเส้นตั้งเส้นนอน เส้นเอียง 45 องศา รวมทั้งใส่ลูกศร และกำหนดความหนาของเส้นได้ 5 ระดับ สามารถกำหนดรูปแบบการเติมสี (Fill Pattern) ได้ทั้งหมด 36 รูปแบบ ซึ่งเพียงพอสำหรับการตกแต่งภาพกราฟฟิกทั่วไป กำหนดการแสดงผลของภาพได้เป็นชั้น สามารถที่จะรวมภาพเข้าด้วยกัน และแก้ไขภาพเป็นกลุ่มได้ สามารถขอลูกภาพก่อนที่จะนำเข้ามาใช้ได้

5.3 เสียง ควบคุมการเล่นซ้ำ เริ่มและหยุดได้ สามารถเล่นไฟล์ Pem ของแมคอินทอช ไฟล์ Wav ของ Windows และเล่นไฟล์ Midi โดยผ่าน Microsoft's Multimedia Extentions ได้

5.4 ภาพเคลื่อนไหว (Animation)

1. กำหนดทิศทางในการเคลื่อนที่ของวัตถุได้หลายแบบ เช่น Scaled Path, Fixed Destination, Fix Path, Linear Scale และ Scale X/Y

2. กำหนดทิศทางเวลา และความเร็วในการเคลื่อนที่วัตถุได้

3. ควบคุมจำนวนเฟรม ความเร็ว และจำนวนรอบของการเล่นภาพได้

4. กำหนดชั้นในการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ ในกรณีที่มีวัตถุมากกว่าหนึ่งอย่าง ให้เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งที่ซ้อนกันได้

5. ระบบฮาร์ดแวร์ ที่ใช้กับบทเรียนที่สร้างจากโปรแกรม Authorware ตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้งานของโปรแกรมเกี่ยวกับคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่จะนำบทเรียนที่พัฒนาแล้วไปใช้งาน ระบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. CPU Pentium Processor
2. ระบบปฏิบัติการ Window 95, 98
3. หน่วยความจำอย่างต่ำ 16 MB RAM
4. CD-ROM Drive
5. การแสดงผล 640x480, 256 Color Display
6. พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ (Free Hard Disk Space) อย่างต่ำ 25 MB
7. ระบบเสียง (Sound Card) Sound Blaster – Compatible

2.2.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม Authorware มีดังนี้

1. Display Icon ใช้แสดง Text หรือ Graphics บนจอภาพจะมีเครื่องมือที่ใช้ในการวาดรูป รวมทั้งการแสดงผล ข้อความ สร้างรูปทรง โดยมี Spacial Effect ต่างๆ
2. Motion Icon หรือ Animation Icon ใช้ทำภาพข้อความของ Display Interaction หรือ Movie Icons ให้เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในเวลา ความเร็ว และรูปแบบที่กำหนดไว้
3. Erase Icon ใช้สำหรับลบภาพ ข้อความ ออกจากจอภาพ โดยสามารถกำหนด Special Effect ได้เช่นเดียวกับ Display Icon
4. Wait Icon ใช้สำหรับหยุดการทำงานของโปรแกรม จนกว่าผู้ใช้จะกดปุ่มหรือคลิกเมาส์หรือจนกระทั่งครบเวลาที่กำหนดไว้
5. Navigation Icon ใช้ในการนำ Icon ต่างๆ มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ใน Frame Work Icon ภายใน FrameWork Icon จะมีส่วนประกอบของ Navigation Icon จะใช้สร้าง Condition
6. Decision Icon ใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมแยกการทำงานตามลำดับขั้น การทำงานแบบสุ่ม หรือกำหนดการทำงานโดยใช้ค่าของตัวแปร
7. Interaction Icon ใช้เพื่อกำหนดวิธีการติดต่อกับผู้ใช้โดยวิธีการต่างๆ เช่น ปุ่มกด ซึ่งเป็นความสามารถของ Authorware มีการพัฒนาเป็นแบบ Interactive
8. Calculation Icon ใช้กำหนดค่าให้กับตัวแปรใช้ฟังก์ชันพิเศษในการเขียนโปรแกรมระดับสูง เช่น ใช้เรียกโปรแกรมภายนอกหรืออื่นๆ
9. Map Icon ใช้งานการควบคุมการทำงานของโปรแกรมใช้ทำ Module ของ File ทำให้สามารถทำงานในลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่าหนึ่งระดับ
10. Star Flag ใช้ในการกำหนดจุดเริ่มต้นในการ Run โปรแกรมเป็นช่วงโดยใช้คำสั่ง Run From Flag ในส่วนของ Try It บน Menu Bar

11. Stop Flag ใช้ในการกำหนดจุดสิ้นสุดในการ Run โปรแกรมเป็นช่วง โดยใช้คำสั่ง Run From Flag ในส่วนของ Try It บน Menu Bar โดยใช้ร่วมกับ Star Flag

12. Movie Icon ใช้ในการเรียก Animation File ต่างๆ เช่น .AVI .MOV .FLI .FLC .MPG มาแสดงบนจอภาพได้

13. Sound Icon ใช้ในการเรียกเพิ่มข้อมูลเสียง เช่นเสียงพูดที่บันทึกโดยโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ที่ใช้ร่วมกับ Sound Card เพื่อนำมาใช้งานในโปรแกรม

14. Video Icon ใช้ในการควบคุมการเล่นวิดีโอจากเครื่องเล่นวิดีโอ

15. Icon Color Palette ใช้ในการกำหนดให้ Icon ต่างๆ มีสีที่เราต้องการทำให้เราสังเกตได้ง่าย

2.2.3 เกณฑ์การเลือกใช้โปรแกรม Authorware สำหรับการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียนชื่อ Authorware ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียน โดยมีเกณฑ์การเลือกดังนี้

1. ง่ายต่อการใช้งาน เนื่องจากการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์และสร้างสรรค์งานมัลติมีเดีย จะใช้ไอคอนจับวางไว้บนเส้นโฟลว์ (Flow Line) หลังจากนั้นก็สามารถจัดการในแต่ละไอคอน โดยการเปิด Presentation Windows เพื่อสร้างภาพ ข้อความ การนำเข้าภาพ กำหนดการโต้ตอบ หรือกระทำอย่างอื่นๆ ตามลักษณะของการจัดการ บทเรียนที่ออกแบบไว้แล้ว ผู้ที่ไม่มีความรู้เรื่องการ โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถสร้างบทเรียนในขั้นพื้นฐานได้

2. การสนับสนุนระบบมัลติมีเดีย ได้แก่ ภาพเสียง ภาพเคลื่อนไหว การโต้ตอบ และการนำเข้าภาพจากไฟล์ภายนอกโปรแกรม Authorware สามารถสนับสนุนการสร้างสรรค์งานระบบมัลติมีเดียค่อนข้างสมบูรณ์

3. การสนับสนุนระบบการจัดการฐานข้อมูล มีประโยชน์ในการที่จะอำนวยความสะดวกต่อการคำนวณ ประเมินผลการเรียนรู้ เก็บบันทึกข้อมูล

4. สะดวกต่อการจัดหาโปรแกรม โปรแกรม Authorware เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่แพร่หลายมาเป็นระยะเวลานาน

โปรแกรม Authorware เป็นระบบนิพนธ์บทเรียนที่ใช้งานง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น สามารถสร้างบทเรียนสำเร็จรูปช่วยสอนได้ดี โดยเฉพาะบทเรียนระบบมัลติมีเดีย และเป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่าย เหมาะสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโดยทั่วไป

2.2.4 โปรแกรม Macromedia Flash MX

สามารถทำภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบของภาพ 2 มิติได้ดี เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างภาพกราฟฟิกและมัลติมีเดีย ซึ่งไฟล์จะมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับโปรแกรมอื่นๆ มีคุณสมบัติเด่น 3 ประการ คือ

1. การออกแบบโปรแกรมด้วยเทคนิค Object Authoring
2. โปรแกรม Macromedia Flash MX ประกอบด้วยเครื่องมือด้านมัลติมีเดียอย่างสมบูรณ์
3. การออกแบบโปรแกรมให้สามารถใช้ได้หลายระบบ

2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

2.3.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เพื่อนำมาสร้างเป็นบทเรียนในภาคปฏิบัติ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์รุ่น SJ200 สำหรับพนักงานช่างเทคนิคในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเน้นการฝึกความสามารถนำไปสู่การปฏิบัติการทดลองได้จริง วิธีการฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์นี้เรียกว่า ซีบีเอสที (CBST : Competency Based Skill Training) หมายถึง การฝึกความสามารถของผู้เรียนให้ได้ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ ให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ (Knowledge) แสดงให้ผู้เรียนดู (Show) ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ (Do) ผู้เรียนทำการทบทวน (Review) และผู้เรียนสามารถปฏิบัติผ่านมาตรฐาน (Pass Through) (พิชัย สดกภิบาล 2543 : 55) ซึ่งประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ผู้ฝึกอบรมสามารถรู้ วัตถุประสงค์ และการติดตั้งการใช้งานอินเวอร์เตอร์ ได้ล่วงหน้า
2. ผู้ฝึกอบรมสามารถเลือกบทเรียนที่ตนเองมีความสนใจและเรียนรู้ได้ก่อนที่ผู้จัดฝึกอบรมทำการแนะนำ
3. ผู้ฝึกอบรมมีอิสระในการฝึกอบรม จากสถานที่และเวลา
4. ผู้ฝึกอบรมมีความสามารถที่จะปฏิบัติการทดลองในแต่ละหน่วยได้ตามเกณฑ์
5. ผู้ฝึกอบรมสามารถสรุปหลักการปฏิบัติการทดลองแต่ละหน่วยได้

2.3.2 ที่มาและคุณสมบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนใหญ่แล้วนั้นนำมาใช้สำหรับการเรียนการสอนด้วยตนเองมากกว่าการเรียนการสอนแบบอื่น กล่าวคือ ผู้เรียนจะเป็นผู้ใช้บทเรียน แนวคิดของบทเรียนนี้เกิดขึ้นจากการศึกษาสาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยมีพื้นฐานเดิมมาจากเครื่องช่วยสอน เช่น บทเรียนโปรแกรม (Program Instruction) บทเรียนโมดูล (Module Instruction) เป็นต้น มีความพยายามที่จะหาวิธีทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ตามความสามารถของตนเอง ซึ่งจะใช้

เวลามากน้อยแตกต่างกันเท่าใดก็ได้ โดยแทนที่จะใช้เครื่องช่วยสอนเป็นตัวเสนอเนื้อหาที่ใช้หนังสือ เป็นตัวเสนอเนื้อหาเรียกว่าบทเรียน โปรแกรม โดยการออกแบบวิธีการเสนอเนื้อหาให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ใช้เทคนิคการเสริมแรงและหลักการทางจิตวิทยาการเรียนรู้หลายอย่างประกอบกันเป็นระบบ (ยูทริคคี่ สันตมาศ 2543 : 6)

ข้อได้เปรียบของการนำคอมพิวเตอร์เสนอบทเรียน ได้ดีกว่าบทเรียนแบบอื่น ๆ คือ

- 1.เสนอเนื้อหาได้รวดเร็ว
- 2.คอมพิวเตอร์สามารถเสนอรูปภาพที่เคลื่อนไหวได้ สามารถแสดงเนื้อหาที่ซับซ้อนได้
- 3.นำเสียงมาประกอบเนื้อหา
- 4.สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้มาก
- 5.ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างแท้จริง กล่าวคือ มีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถควบคุมผู้เรียนหรือช่วยเหลือผู้เรียนได้ดี
- 6.บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถบันทึกผล ประเมินผลการเรียนและประเมินผลผู้เรียนได้
- 7.สามารถนำไปเรียนในสถานที่ต่างๆ ที่มีคอมพิวเตอร์ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่
- 8.เหมาะสำหรับการจัดการเรียนการสอนทางไกล

2.3.3 ความสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความสำคัญต่อการเรียนการสอน ตามประเด็นต่างๆ ดังนี้ (ครรรชิต มาลัยวงศ์. 2531 : 60)

2.3.3.1 ด้านการสอนของครู

1. เป็นเครื่องมือที่ใช้สาธิตเรื่องที่ยาก
2. มีบทบาทเป็นผู้ช่วยครูสามารถแบ่งเบาภาระครูผู้สอน สามารถนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนซ้ำได้
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ สำหรับหลักสูตร
4. ช่วยส่งเสริมการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ประหยัดเวลาและฝึกความรับผิดชอบของผู้เรียน
5. เป็นการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมทางด้านการเรียนการสอนในยุคปัจจุบัน

2.3.3.2 ด้านผู้เรียน

1. ช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองและสามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วหรือซ้ำตามความสามารถของตน

2. ให้เนื้อหาความรู้ที่เหมือนกันทุกครั้งแก่ผู้เรียนทุกคน ได้รับความรู้ที่เท่าเทียมกันทุกครั้ง เพราะคอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างสม่ำเสมอ

3. นักเรียนมีความสนใจ สนุกสนาน ตื่นเต้นกับการเรียนรู้ นักเรียนทำผิดก็ครั้งก็ได้ โดยไม่ต้องอายใคร เพราะเรียนคนเดียว

4. ช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียน แต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม

5. ทำให้ผู้เรียนสามารถสรุปการเรียนรู้ เนื้อหาของแต่ละบทเรียนได้สะดวกและรวดเร็ว

6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ สามารถสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียนเพราะเป็นสิ่งแปลกใหม่ บทเรียนมีหลายรูปแบบ ไม่ทำให้เกิดการเบื่อหน่าย

2.3.4 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การจำแนกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน มีค่อนข้างหลากหลาย ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของนักคอมพิวเตอร์ และนักศึกษา ถ้าจำแนกประเภทตามวิธีการและลักษณะของการใช้ในการเรียนการสอน จำแนกได้ 5 ประเภท คือ (นงนุท วรรัตนวหะ. 2535 : 3-18)

1. แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial)
2. แบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)
3. แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation)
4. แบบเกมส์การสอน (Instructional Game)
5. แบบทดสอบ (Test)

2.3.4.1 แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้เป็นรูปแบบของบทเรียนที่มีผู้พัฒนากันมากที่สุด เนื่องจากมีพื้นฐานการพัฒนามาจากความเชื่อที่ว่า คอมพิวเตอร์ น่าจะเป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนจากชั้นเรียน กล่าวโดยสรุปก็คือ น่าจะใช้แทนครูได้ในหลาย ๆ หมวดวิชา แนวความคิดนี้จะต้องพิจารณาในมุมกว้างว่าการเรียนการสอนนั้น ไม่ได้จำกัดอยู่แต่ในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา หรือระดับอุดมศึกษาเท่านั้น แต่ยังขยายวงกว้างไปถึงการฝึกอบรมในระดับวิชาชีพสาขาต่าง ๆ ซึ่งอาจผสมผสานการเรียนการสอนและการฝึกฝนด้วยตนเองในหลาย ๆ รูปแบบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ ก็เป็นวิธีการหนึ่ง ที่เข้าไป มีบทบาทกับการใช้งานดังกล่าว มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง ในอนาคตที่จะใช้บทเรียนประเภทนี้ เพื่อสอนเสริมหรือเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ล่วงหน้า ก่อนการเรียนในชั้นปกติ ผู้เรียนอาจเรียนด้วยความสมัครใจ หรืออาจเป็นบทเรียนเพิ่มเติม จากผู้สอนในหรือนอกเวลาเรียนปกติ แล้วแต่กรณี

2.3.4.2 แบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ ออกแบบขึ้นเพื่อใช้ฝึกทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว รูปแบบจะเป็นการผสมผสานการทบทวนแนวความคิดหลักและการฝึกฝนในรูปแบบของการทดสอบ บทเรียนที่พบส่วนมากจะเป็นบทเรียนด้านภาษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของเนื้อหา จะเน้นความรู้เป็นหลัก บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ แพร่หลายตั้งแต่เริ่มแรก โดยจะเริ่มต้นด้วยการนำเสนอเนื้อหาให้อ่านแล้วใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจและเพิ่มพูนความรู้ ความชำนาญแต่ในแบบฝึกหัดในลักษณะนี้ จะเป็นแบบสั้น ๆ เช่น แบบเลือกตอบ แบบจับคู่ หรือแบบถูกผิด ดังนั้น บทเรียนช่วยสอนประเภทนี้ จึงมักต้องใช้ควบคู่กับกิจกรรมอื่น เช่น ใช้ควบคู่กับการเรียนการสอนปกติในห้องเรียน การให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมในการเรียนเสริม เป็นต้น

2.3.4.3 แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation)

บทเรียนนี้จะออกแบบมาเพื่อเสนอเนื้อหาใหม่ หรือไว้เพื่อทบทวนหรือสอนเสริม ในสิ่งที่ได้ศึกษาหรือทดลองไปแล้ว โดยเน้นรูปแบบการจำลองสถานการณ์ ลำดับขั้นเหตุการณ์ต่าง ๆ และเนื้อหาอื่น ๆ ที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยเป็นสิ่งที่เข้าใจยาก ไม่สามารถมองเห็นได้ มีความซับซ้อนและอันตราย ต้องอาศัยจินตนาการช่วยศึกษาในการจำลองเหตุการณ์จริง เช่น ภาวะในร่างกายนมนุษย์ โครงสร้างอะตอม การเกิดปฏิกิริยาเคมี หลักการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ยังมีจำนวนน้อย เนื่องจากความยากในการพัฒนา จะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งทางด้านเนื้อหา และทางด้านโปรแกรม ซึ่งส่วนใหญ่ จะต้องใช้การคำนวณทางด้านคณิตศาสตร์เข้าช่วยในการนำเสนอเนื้อหา ตัวอย่างเช่น บทเรียนสำหรับระบบ ฝึกการบิน (Flight Simulation) ซึ่งใช้ฝึกนักบินก่อนที่จะเข้าประจำการบินในเครื่องบินจริง

2.3.4.4 แบบเกมส์การสอน (Instructional Game)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้พัฒนามาจากแนวความคิด และทฤษฎีทางด้านการเสริมแรง (Reinforcement) บทพื้นฐานที่ค้นพบว่า ความต้องการในการเรียนรู้ ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนาน จะให้ผลดีต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำดีกว่าการเรียนรู้ ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) จึงได้มีการออกแบบบทเรียนโดยการใช้หลักการเสริมแรง ประยุกต์เข้ากับเนื้อหา วัดดูประสพของบทเรียนประเภทนี้ สร้างขึ้นเพื่อช่วยทบทวนเนื้อหา แนวคิดทฤษฎีที่เรียนไปแล้ว แต่เปลี่ยนรูปแบบให้สนุกสนานตื่นเต้นขึ้น โดยมีหลักการพัฒนาว่า บทเรียนแบบเกมส์การสอนที่ดีต้องทำทายกระตุ้นจินตนาการเพื่อฝัน และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น บทเรียนแบบเกมส์การสอน

เป็นบทเรียนที่มีผู้ต้องการมากที่สุด โดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนระดับเล็ก เช่น ระดับอนุบาล ซึ่งจำเป็นต้องมีการกระตุ้นด้วย สี สัน แสง เสียง ที่ก่อให้เกิดการอยากรู้ อยากเห็น แต่บทเรียนประเภทนี้ในปัจจุบันมีการพัฒนาขึ้นมาจำนวนมาก เนื่องจากมีความยากในการสร้างสรรค์

2.3.4.5 แบบทดสอบ (Test)

บทเรียนประเภทนี้ เป็นรูปแบบที่สร้างง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ จุดประสงค์หลักคือ เพื่อทดสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียน การสอบดังกล่าว อาจเป็นการสอบก่อนการเรียน (Pre-test) หรือหลังการเรียน (Post-test) หรือทั้งก่อนและหลังการเรียน แต่การออกแบบหากเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้น ข้อสอบต่าง ๆ อาจถูกเก็บในรูปแบบของคลังข้อสอบ (Test Bank) เพื่อสะดวกต่อการสุ่มมาใช้งานได้ ลักษณะของข้อสอบดังกล่าว จะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมิน ถูกผิด (True-False) หรือแบบจับคู่ การตั้งคำถาม อาจผสมผสานวิธีการสร้างบทเรียนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง เข้ามาร่วมด้วยก็ได้

2.3.5 ลักษณะของโปรแกรมฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ระบบ CBST

1. ผู้เข้ารับการอบรมเรียนรู้อะไร

การฝึกอบรมระบบ CBST ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะต้องฝึกตามวัตถุประสงค์ของการฝึก ซึ่งจะต้องสอดคล้องและเป็นไปตามหน้าที่การงาน ในตำแหน่งงาน ในสาขาอาชีพที่ต้องการจะฝึก (โดยปกติแล้ววัตถุประสงค์ของการฝึกที่สามารถปฏิบัติได้ จะเรียกว่า ทักษะความสามารถ)

1.1 ผู้เข้ารับการฝึกอบรม จะเรียกว่ากลุ่มเป้าหมาย

1.2 วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม คือ พฤติกรรมที่ได้รับการเรียนรู้และสามารถปฏิบัติซ้ำได้ตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ วัตถุประสงค์ต้องวัดและสังเกตการณ์ได้

1.3 เงื่อนไขของการฝึก ซึ่งจะถูกใช้ในการวัดความสำเร็จของวัตถุประสงค์ จะต้องถูกแสดงไว้อย่างชัดเจน

1.4 ต้องมีการตั้งระดับของความสำเร็จ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว อาจวัดตามเปอร์เซ็นต์ของงานที่เสร็จสมบูรณ์

2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียนรู้ได้อย่างไร

การฝึกอบรมในระบบ CBST จะต้องมีการจัดชุดฝึกอบรมที่มีคุณภาพและได้รับการออกแบบอย่างดีโดยที่ให้ผู้รับการฝึกเป็นศูนย์กลางของการฝึกทั้งหมด ซึ่งสิ่งนี้จะประกอบด้วยสื่อการฝึก และกิจกรรมการฝึกต่างๆ ที่สามารถให้ผู้เข้ารับการฝึก เรียนรู้แต่ละทักษะได้จนครบถ้วนทั้งหมด ซึ่งสื่อการฝึกนั้นๆ จะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงอย่างรอบคอบ ก่อนนำไปใช้เป็นต้นว่า

1. บทเรียน, สื่อการฝึกหรือโมดูลฝึก ถูกพัฒนาหลากหลายรูปแบบ เช่น เอกสาร หรือสื่อที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

2. บทเรียน, สื่อการฝึกถูกออกแบบมาเพื่อผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคล สามารถฝึกได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถเริ่ม หยุด เร่ง ทำซ้ำ หรือฝึกให้ช้าลงได้ตามต้องการ

3. ผู้เข้ารับการฝึกจะฝึกอบรมจากโมดูลฝึกย่อยๆ ก่อนต่อไปเรื่อยๆ เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองและจบการฝึกอบรมโดยผ่านการทดสอบแต่ละรายการตามความสามารถที่กำหนดไว้

4. ครูฝึกจะคอยให้คำแนะนำ สนับสนุนและแจ้งผลการฝึกอบรมแก่ผู้เข้ารับการฝึกตลอดเวลาการฝึก เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถทำการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติการฝึกในแต่ละโมดูล

3. เมื่อผู้เข้ารับการฝึก ฝึกตามความสามารถย่อยทีละอย่าง

ในการฝึก CBST วัสดุการฝึกที่เหมาะสมจะได้รับการจัดเตรียมไว้สำหรับผู้เข้ารับการฝึก รวมทั้งมีการจัดเวลาให้ฝึกอย่างเพียงพอ เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเรียนรู้ความสามารถย่อยต่างๆ หรือกลุ่มของความสามารถย่อยนั้นๆ ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ก่อนที่จะเข้าไปฝึกชุดต่อไป

4. ทำไมต้องประเมินผลของผู้เข้ารับการฝึก

ในระบบนี้ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมแต่ละบุคคลจะถูกอบรมตามวัตถุประสงค์หลัก วัตถุประสงค์ย่อย หรือทักษะความสามารถย่อยต่างๆ ให้มีความเชี่ยวชาญในระดับสูง และการฝึกปฏิบัติต่างๆ จะทำให้สภาพแวดล้อมที่คล้ายการทำงานในสถานประกอบการจริง เมื่อผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามวัตถุประสงค์ แล้วจึงสามารถผ่านขึ้นไปยังวัตถุประสงค์ต่อไปได้ ในระบบ CBST นั้นการประเมินผลจะทำโดยเทียบกับบรรทัดฐานที่ตั้งไว้ตายตัว

2.3.6 การออกแบบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบ 15 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (พิชัย สดกภิบาล, 2543 : กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน)

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดคุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึก

ก่อนที่จะทำการพัฒนาชุดฝึกระบบ CBST ผู้ทำพัฒนาจะต้องทราบถึงลักษณะเป้าหมายของผู้ที่เข้ารับการฝึกเป็นสำคัญ แล้วใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับการออกแบบและพัฒนา

1. อายุ เพศ ประสบการณ์ และระดับการศึกษา
2. ระบุพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึก เช่น ความสามารถต่างๆ
3. ความรู้พื้นฐานทางด้านช่าง
4. ขนบธรรมเนียม วัฒนธรรม

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์งานระดับชั้นของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ในการทำความเข้าใจระบบ CBST จะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน

1. วิเคราะห์และย่อยเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ในลักษณะของรายการความสามารถที่ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องแสดงและทำให้ได้โดยประจักษ์ตรงตามทักษะที่ตนเองต้องการที่จะฝึกและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด

2. การสร้างอุปกรณ์การฝึกอบรมให้เหมาะสมกับรายการความสามารถ เพื่อใช้ในการฝึก อบรมขั้นตอนนี้จะมีความสำคัญมาก เพราะการออกแบบสื่อการสอนที่ดี จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความสนใจที่จะฝึก

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึก

1. การเขียนวัตถุประสงค์ของการฝึกว่าผู้เข้ารับการฝึกนั้นจะสามารถเรียนรู้และกระทำอะไรได้บ้าง โดยการเขียนต้องคำนึงถึงต่อไปนี้

1.1 ผู้เรียนและผู้ที่จะเข้ารับการฝึก กำหนดกลุ่มเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึก

1.2 พฤติกรรม ให้ทำการระบุพฤติกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึก ควรจะมีหลังจากที่สำเร็จการฝึกตามโมดูลแล้ว การระบุควรทำโดยใช้คำที่แสดงถึงกิริยาที่เหมาะสม

1.3 เงื่อนไขสำหรับประเมินผล ต้องระบุเงื่อนไขที่ใช้ในการประเมิน

1.4 ระดับชั้น บ่อยครั้งที่ผลการปฏิบัติการของผู้เข้ารับการฝึกจะผ่านเกณฑ์ที่ใช้ได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นข้อความที่แสดงถึงระดับชั้นจะต้องระบุจำนวนและคุณภาพของงานที่ฝึกด้วย

2. เขียนวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์สุดท้าย ที่จะจัดกลุ่มความสามารถย่อยต่างๆ เข้าด้วยกัน

3. ขอบเขตของการเรียนรู้ของวัตถุประสงค์แต่ละข้อ ควรมีการระบุไปพร้อมๆ กับทักษะพื้นฐานต่างๆ ที่ผู้เข้ารับการฝึกจำเป็นต้องทำให้สำเร็จก่อน เพื่อที่จะทำการสาธิตความสามารถย่อยต่างๆ

4. วัตถุประสงค์ สามารถที่จะทำการระบุได้ 2 วิธี ดังนี้

4.1 ระบุถึงชนิดของวัตถุประสงค์โดยเรียงลำดับตามความสำคัญขึ้นไป เช่น ทักษะการใช้ภาษา การสร้างความสามารถแยกแยะแนวความคิด การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินผล และการแก้ปัญหา ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ เช่น ความรู้ ความเข้าใจหรือการนำมาปฏิบัติ

4.2 ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ เช่น ความรู้ความเข้าใจก่อนนำไปปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 4 จัดทำข้อสอบเพื่อวัดระดับความสำเร็จและความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกสำหรับวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์สุดท้าย

การวัดผลความสามารถของผู้เข้ารับการฝึก เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดของระบบการฝึกแบบอิงเกณฑ์ (CBST) ระบบ CBST ที่ดีนั้นจะต้องมีการสร้างศูนย์รวมของข้อสอบ ซึ่งข้อสอบแต่ละข้อจะโยงเข้ากับวัตถุประสงค์การปฏิบัติหรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีข้อพึงพิจารณาดังนี้

1. ตัววัดผลเชิงพฤติกรรมหรือการปฏิบัติการ ต้องได้รับการระบุและแสดงรายละเอียดอักษร เพื่อที่จะสร้างมาตรฐานการปฏิบัติ สำหรับวัตถุประสงค์หลักต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเข้ารับก่อนฝึกได้
2. จะต้องจัดทำแบบทดสอบ ซึ่งได้จำลองเอาตัวอย่างของการปฏิบัติหลังการฝึกที่เกี่ยวข้องทุก ๆ กลุ่มงานย่อย
3. การเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือการปฏิบัติการ และข้อความ ที่ใช้ในการอธิบายวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องทำให้สังเกตเห็นถึงความเกี่ยวข้องกัน
4. จัดส่งแบบทดสอบสำหรับโมดูล โดยรายงานไว้ในรายงานการออกแบบขั้นสูง

ขั้นตอนที่ 5 ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้เข้ารับการฝึก

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายข้อได้ถูกนำมาใช้โดยการนำเอาแบบจำลองการเรียนรู้ที่นำเสนอหัวข้อการเรียนรู้ จากง่ายไปหายาก แบบจำลองนี้ผู้ฝึกหรือผู้เข้ารับการฝึกสามารถทบทวนจากความรู้อะดับล่างไปสู่ระดับบนโดยผ่านขั้นตอนต่างๆของชุดฝึกหลายครั้งขณะฝึก คำสั่งของการเริ่มปฏิบัติใหม่ในแต่ละครั้งควรผ่าน 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้คือ เรียนรู้ (Know) แสดง (Show) ปฏิบัติ (Do) ทบทวน (Review) ผ่าน (Pass Through)

1. การเรียนรู้ (Know) ขั้นตอนแรกของรูปแบบชุดการฝึก ควรจะให้ครูฝึกหรือใช้โปรแกรมการเรียนรู้ด้วยตัวเองสอนข้อมูลหรือหลักการที่สำคัญก่อน ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญ เช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐาน ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานก่อนที่จะสามารถก้าวขึ้นไปเรียนทักษะขั้นสูงขึ้นไป
2. แสดง (Show) ครูฝึกหรือโปรแกรม CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึก มีความเข้าใจข้อมูลที่ได้ทำการเรียนรู้อีกยิ่งขึ้นโดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสมหรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่าง การแสดง (Show) ตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ในระยะยาว
3. ปฏิบัติ (Do) เป็นส่วนที่ครูฝึกหรือโปรแกรมระบบ CBST หยุดทำการสอน แต่ให้ผู้เข้ารับการฝึก ฝึกภาคปฏิบัติ เป็นส่วนของการฝึกหัดปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้ผู้รับการฝึกนำ สิ่งที่ได้รับรู้มาใช้จะเป็นส่วนการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้น วัตถุประสงค์การปฏิบัติ

ที่ได้ตั้งไว้จะต้องนำมาปฏิบัติ และครูฝึกทำการสังเกตการณ์ว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามเกณฑ์หรือไม่

4. ทบทวน (Review) การทบทวนเป็นการทำให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ผลตอบสนองของการปฏิบัติของตนเอง ระหว่างการปฏิบัติผู้เข้ารับการฝึกจะรับรู้ถึงการปฏิบัติของตนเองช่วงใดปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ช่วงใดที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข การที่นำทักษะจากการเรียนรู้ มาปฏิบัติจริงและได้รับผลตอบสนองของการปฏิบัติในทันที จะสามารถช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดีได้ หลังจากที่ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ผลตอบสนองและควรจะมีการปฏิบัติทักษะนั้นซ้ำๆ จนกว่าจะทำทักษะนั้นได้ถูกต้องทั้งหมด

5. ผ่าน (Pass Through) การฝึกปฏิบัติการต่างๆ จะต้องมีการทดสอบเมื่อผ่านการทดสอบ ก็จะมีการออกวุฒิบัตรให้กับผู้เข้ารับการฝึกที่สามารถปฏิบัติทักษะต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของโมเดลการเรียนรู้ หากว่าผู้เข้ารับการฝึกไม่สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐาน ก็จะต้องกลับมาสู่การฝึกอีกครั้งและทำการทดสอบการปฏิบัติให้ผ่านอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 6 รูปแบบของการจัดวางหน้ากระดาษ สื่อการนำเสนอและหน้าจอของโมดูล
การออกแบบและการจัดหน้ากระดาษ มีขั้นตอนทั้งหมดสองส่วนด้วยกัน คือ

1. การออกแบบ (Design) การออกแบบระบบการสอนหรือการฝึกขั้นที่ 1 ถึง 5 นั้นถือเป็นการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึก เป็นข้อมูลที่ถูกรวบรวมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบระบบการสอน ส่วนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ได้นำหลักการของกาเย่ (Gagne) 9 ข้อ มาใช้ประกอบการพิจารณาการออกแบบบทเรียนแบบ IMCCI (Interactive Multi - Media Computer Instruction) ดังนี้

ก. การนำเข้าสู่บทเรียน (Pre-view or Warm-up)

การนำเข้าสู่บทเรียนเป็นกระบวนการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการเรียนรู้ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการสร้างเสริมประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ในการนำเข้าสู่บทเรียน ควรดำเนินการดังนี้

1. ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้ (Inform the learner of the Objectives)

การเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์จะต้องดำเนินการให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่จะเรียนรวมถึงเค้าโครงของเนื้อหา ซึ่งเป็นการทำให้ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ จะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและทำให้ผู้เรียนสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีกว่าด้วย การทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้ สามารถจัดทำได้หลายแบบ เช่น เป็นการสร้างความเข้าใจอย่างกว้างๆ จนถึงการรับรู้ในหัวข้อย่อย เป็นต้น ในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลักการสำคัญอย่าง

หนึ่ง คือ ข้อความหรือภาพ วีดีโอ ภาพต่อเนื่อง หรือคำบรรยายที่นำเสนอบนจอภาพ ควรที่จะสั้นและได้ใจความและสิ่งที่นำเสนอเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบมีดังนี้

1. ใช้คำ ภาพ แผนภูมิ ที่สั้น ๆ สื่อความหมายได้ดี และเข้าใจได้ง่าย
2. หลีกเลี่ยงสิ่งที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และไม่เป็นที่เข้าใจโดยทั่วไป
3. ไม่ควรยืดยาวจนเกินไป โดยเฉพาะเนื้อหาที่อยู่ในแต่ละส่วน
4. การทำให้ผู้เรียนทราบส่วนที่สามารถประยุกต์ใช้ได้จะทำให้หน้าสนใจได้บ้าง
5. การนำเสนอเรื่องราวเพื่อสร้างความสนใจในการนำเข้าสู่บทเรียนเป็นสิ่งที่ดี แต่ควรคำนึงถึงด้านเวลา กำหนดช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ เพื่อข้ามช่วงไปได้
6. หากบทเรียนมีหลายบท การนำเสนอแผนภูมิบทเรียนแทนเมนูทำได้ง่ายขึ้น

2. การสร้างความสนใจ (Gain Attention)

ในการนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะทำให้ผู้เรียนได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะเรียน ดังนั้น ควรจะเริ่มด้วยลักษณะการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นนั้นจะต้องเกี่ยวกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนจะต้องเริ่มตั้งแต่ชื่อของบทเรียนในการสร้างนั้นจะต้องออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ถึงแม้ต้องการการตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น การกด Space Bar หรือการกด คีย์ ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

ข้อควรที่ควรจะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ใช้กราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหาและกราฟฟิกนั้น ควรจะมีขนาดใหญ่ ง่ายไม่ซับซ้อน
2. ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรือเทคนิคอื่นเข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว
3. ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือ สีเข้มอื่น ที่ตัดกับพื้นชัดเจน
4. ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟฟิก
5. กราฟฟิกควรจะค้างบนจอภาพไม่นานเกินไปหรือให้ผู้เรียนกดคีย์ Space Bar
6. ในกราฟฟิกดังกล่าวควรแสดงชื่อเรื่องบทเรียนหรือหัวข้อเนื้อหาไว้ด้วย
7. ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟฟิกที่แสดงบนจอได้เร็วมีการเคลื่อนไหว
8. กราฟฟิกนั้น นอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้วต้องเหมาะสมกับวัยผู้เรียนด้วย

ข. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (Presenting Main content)

การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนควรจะเริ่มจากส่วนที่มีความสัมพันธ์กับการนำเข้าสู่บทเรียน และ จะต้องยึดหลักการสอนที่จะต้องเริ่มจากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้ จากพื้นฐานไปสู่สิ่งที่สูงขึ้น จากสิ่ง ที่เข้าใจง่ายสู่สิ่งที่สลับซับซ้อน และการนำเสนอสิ่งต่างๆ ที่สร้างเสริมความเข้าใจเป็นกลุ่มก้อนที่เหมาะสม เพื่อเป็นการสร้างประสิทธิผลการเรียนที่สูงขึ้น ในการนำเสนอเนื้อหา ควรดำเนินการดังนี้

3. ทำการกระตุ้นให้หวนนึกถึงความรู้เดิม (Stimulate Recall of Prerequisites)

ในการเรียนความรู้ใหม่ของผู้เรียน เนื้อหา และแนวความคิด อาจต้องมีส่วนอาศัยพื้นฐานความรู้บางเรื่องมาก่อน หากผู้เรียนสามารถจำเรื่องเหล่านั้นได้ จะทำให้ผลการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ง่ายขึ้น ดังนั้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ จะต้องหาวิธีการชี้แนะและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้หวนนึกถึงความรู้เดิมให้ได้ก่อน ทั้งนี้ นอกจากเพื่อเตรียม ผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว ยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนด้วย เช่น จัดให้ทำกิจกรรมที่จะหวนสัมพันธ์กับเนื้อหาเดิม การนำเสนอเรื่องราว ภาพ หรือเหตุการณ์ที่จะโยงไปยังเนื้อหาเดิมได้ หรือใช้วิธีการตรวจสอบต่าง ๆ และชี้แนะให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้เดิม เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นต้น (การทดสอบก่อนเรียน Pre-test นี้ จะต่างจากการทดสอบก่อนเรียนเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ซึ่งจะเป็นการทดสอบเพื่อหาระดับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนรู้อ่อนเข้าเรียนบทเรียน) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทบทวนความรู้เดิมนี้ อาจจะไม่ใช้การทดสอบเสมอ สำหรับการเข้าบทเรียนใหม่ แต่หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นหน่วย ๆ ต่อ ๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้านี้ ซึ่งเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว การกระตุ้นอาจแสดงด้วยคำพูด ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม จะมากบ้างน้อยบ้าง ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ห้ามใช้การคาดคะเน ว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนเรียนเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการทดสอบ หรือให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
2. การทบทวน หรือทดสอบ ควรให้กระชับและตรงตามเนื้อหามากที่สุด
3. ในระหว่างการเรียนเนื้อหาใหม่ ควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนเนื้อหาเดิมได้ตลอดเวลา
4. อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้น ให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียน น่าสนใจขึ้น

4. การเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ (Presenting the Stimulus Material)

ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ สามารถนำเสนออย่างน่าสนใจ โดยการเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความ เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือข้อความเพียงอย่างเดียว เพราะภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ บางครั้งในเนื้อหาบางช่วงมีความยากในการที่จะสร้างภาพประกอบ แต่ควรหาวิธีการอื่น ๆ ที่จะนำเสนอแทนภาพได้ ซึ่งจะได้ผลดีกว่าข้อเขียนทั้งหมด

ภาพที่สามารถใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มีทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง (Still Picture) ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภูมิ กราฟ และอื่น ๆ ส่วนภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) ได้แก่ ภาพจากสัญญาณวีดิทัศน์ (Video) ภาพจากสัญญาณดิจิทัลอื่น ๆ เช่น ภาพถ่ายดิจิทัลจากเลเซอร์ดิสก์ จากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์โดยตรง เป็นต้น การใช้ภาพประกอบเนื้อหาจะต้องมีความเหมาะสมดังนี้

1. มีรายละเอียดไม่มากเกินไป
2. ใช้เวลาให้ภาพปรากฏบนจอไม่ล่าช้าเกินไป
3. ภาพจะต้องเกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาเท่าที่ควร
4. ไม่สลับซับซ้อน เป็นที่เข้าใจยาก

หากจะต้องมีเนื้อหาที่เสนอเป็นข้อความหรือคำอธิบายในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไปเพราะข้อความเหล่านั้นจะเบียดเสียดทำให้อ่านยาก และอาจรู้สึกเบื่อก่อนที่จะต้องนั่งอ่านเป็นเวลานาน ๆ ด้วย ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบมีดังนี้

1. ควรใช้ภาพหนึ่งประกอบในการเสนอเนื้อหาเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
2. พยายามใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยาก ซับซ้อนและที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น
3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบในส่วนที่ควรจะมีเสมอ
4. ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน จะต้องเน้นให้ชัดเจน โดยเฉพาะในส่วน of ข้อความสำคัญซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การโยงลูกศร การใช้สี หรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น คู่มือที่ด้านล่างของภาพ เป็นต้น
5. จัดรูปแบบของคำอ่านให้หน้าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจะแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน

6. การนำเสนอในแต่ละกรอบที่ต่อเนื่องกัน ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมามากเกินไป และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร

7. การกำหนดส่วนของปฏิสัมพันธ์ จะต้องกำหนดให้สามารถกระทำได้หลายรูปแบบ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่น แทนที่จะกด Space Bar อย่างเดียว

8. ต้องมีเทคนิคที่เหมาะสมกับเนื้อหา

5. กำกับแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสม (Providing Learning Guidance)

ในการเรียนรู้หากมีการจัดระบบการเรียนรู้เนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิม จะทำให้การเรียนรู้กระจำชัด (Meaningful Learning) และทำให้สามารถวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเป็นความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่โดยทั่วไป ผู้เรียนจะไม่ทราบรวมทั้งอาจจะไม่ชำนาญในแนวทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพยายามหาเทคนิคในการที่จะชี้แนะกำกับและกระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ในแนวทางที่เหมาะสม นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาคำตอบใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดด้วยเทคนิคของการดำเนินเนื้อเรื่อง บทเรียนการใช้ภาพเปรียบเทียบ การใช้ตัวอย่าง จะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น

การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเองหรือ (Guided Discovery) จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการชี้นำการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดกว้างแล้วค่อย ๆ แคบลง หรือการใช้คำถาม ถามผู้เรียนให้ผู้เรียนหาคำตอบได้เอง ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ต้องชี้นำให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาและช่วยให้เห็นว่าเนื้อหานั้นมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่อย่างไร

2. ให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบายแนวคิด (Concept) ใหม่ ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของเครื่องกลึงหลาย ๆ ชนิด หลาย ๆ ขนาด เป็นต้น

3. ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง

4. ในการนำเสนอที่ยาก ควรมีตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนักให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม

5. จะต้องออกแบบในการกระตุ้นผู้เรียนถึงความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมด้วย

6. กระตุ้นให้เกิดการตอบสนอง (Eliciting Performance)

ประสิทธิภาพการเรียนรู้ จะมีมากหรือน้อยเพียงใด เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ หากผู้เรียนได้มีโอกาสดำเนินการเรียนรู้อย่างถูกต้อง ได้ร่วมคิด ร่วม กิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การตอบสนองต่อการถาม การโต้ตอบในด้านกิจกรรม อื่น ๆ ที่ จำเป็นและเหมาะสม เช่น การทำการทดลอง การทำแบบฝึกหัด หรือการแสดงออก อื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งทำให้เรารู้ดีกว่าผู้ที่เรียนโดยการอ่าน หรือการคัดลอกข้อความเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มีข้อได้เปรียบเหนือ อุปกรณ์อื่น ๆ มาก ทำให้การเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์นั้นสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้ ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือก กิจกรรม และการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เอง ที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกละอาย และเมื่อมีส่วนร่วมคิดหรือติดตาม ซึ่งทำให้เกิดการผูกประสานให้โครงสร้างของการจำ ดิขึ้น มากกว่าอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จัดเป็นการสอนแบบ Non – interactive เช่น วีดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่น ๆ เป็นต้น ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบมีดังนี้

1. ออกแบบให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ตลอดการเรียนรู้
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้น ๆ เพื่อสร้างความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
3. ควรมีกระบวนการเร้าความคิด และจินตนาการจากการตะล่อมด้วยคำถาม
4. หลีกเลี่ยงการถามและการตอบซ้ำ ๆ หลายครั้ง การถามแต่ละครั้ง เมื่อทำผิดสักครั้งสองครั้งควรจะมีการย้อนกลับ (Feedback) แล้วเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป
5. ในการตอบสนองจากผู้เรียนควรไม่ให้มีการผิดพลาด หากเป็นส่วนเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัวเลข (1) กับเลขหนึ่ง (1) หรือ Space ในการพิมพ์ อาจเกินไป หรือขาดหาย บางครั้งใช้ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็กก็อาจใช้วิธีการเตือนให้แก้ไขได้ เป็นต้น
6. จะต้องแสดงให้เห็นการตอบสนองของผู้เรียนบนกรอบเดียวกับคำถามและการตรวจปรับคำตอบ จะต้องอยู่บนกรอบเดียวกันด้วย ซึ่งอาจจะเป็นกรอบซ้อนขึ้นมาในกรอบหลักเดิมก็ได้

7. การประเมินความเข้าใจในการเรียนรู้ (Assessing Performance)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การตรวจสอบระดับความรู้ใหม่ที่เรียนเพื่อผลทางการเสริมการให้ความรู้ใหม่เพิ่มหรือซ้ำ จะทำให้การเรียนรู้ จากบทเรียนสำเร็จรูปได้ผลสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนหรือจัดทำ กิจกรรมใด ๆ ที่เหมาะสมและสัมพันธ์กับเนื้อหา จะมีผลทำให้เกิดการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วยการประเมินผล หรือการทำกิจกรรม โดยเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียน มีหลายส่วน อาจจำแนกแบบประเมิน (แบบทดสอบ) หรือกิจกรรมออกเป็นส่วน ๆ

ตามเนื้อหา ซึ่งขึ้นอยู่กับกรอกแบบเรียนว่าต้องการแบบใด การประเมิน หรือการทำกิจกรรมเหล่านี้ จะต้องย้อนกลับด้วยการเฉลยให้ผู้เรียนได้รับรู้ระดับการเรียนรู้ของตนเองด้วย

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบมีดังนี้

1. สิ่งที่ต้องการประเมินนั้นต้องตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
2. ไม่ควรให้ผู้เรียนต้องพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไปนอกจากจะทำให้เสียเวลาแล้ว ผู้เรียนอาจจะเกิดความเบื่อหน่าย
3. ให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งในแต่ละคำถาม และจะต้องมีคำตอบที่ถูกต้อง แสดงให้ดูด้วย
4. จะต้องกำกับการโต้ตอบให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน เช่น ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก และกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น

8. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนายผู้เล่นโดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจน และให้การตรวจปรับเพื่อบอกว่าผู้เรียนนั้นอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าไร การตรวจปรับที่เป็นภาพ (Visual Feedback) นี้ อาจมีผลเสียอยู่บ้าง ตรงที่ผู้เรียนอาจต้องคิดว่า หากทำผิดมาก ๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น เพราะวิธีที่หลีกเลี่ยงก็คือภาพตรวจปรับที่ใช้ ควรเป็นภาพในทางบวก ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ ดังนี้

1. ให้ผลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนได้ตอบ
2. จะต้องทำให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิดโดยแสดงผลย้อนกลับบนกรอบเดิม
3. ถ้าใช้ภาพย้อนกลับต้องเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา
4. อาจใช้ภาพกราฟฟิคในการย้อนกลับ แต่ควรให้เหมาะสมและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา หากหาภาพที่เกี่ยวข้องโดยตรงไม่ได้ ก็อาจใช้ภาพใกล้เคียงได้
5. สามารถใช้เสียงสำหรับการย้อนกลับได้ คำตอบที่ถูกและคำตอบที่ผิด ควรใช้เสียงที่ต่างกัน
6. ถ้าเป็นคำถามหรือโจทย์ที่มีตัวเลือกควรเฉลยคำตอบที่ถูกหลังจากผู้เรียนทำผิด 2 ถึง 3 ครั้ง เฉพาะในส่วนที่เป็น Re-enforcement เท่านั้น
7. สามารถใช้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้ ไกล จากเป้าหมายก็ได้
8. ในการนำเสนอลำดับข้อในการเสริมความเข้าใจ จะต้องใช้การสุ่มย้อนกลับเพื่อเร้าความสนใจ และจะไม่สามารถจำได้หากจะต้องทำซ้ำ

9. การเสริมการจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer)

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในขั้นสุดท้าย ข้อเสนอแนะของกาเบ่ (Gagne) จะให้เป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักซ้อมปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้ออกแบบการสอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจจะแนะนำการศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบมีดังนี้

1. ให้สรุปให้ชัดเจนว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนคุ้นเคยมาแล้วอย่างไร

2. ทำการทบทวนหลักการหรือแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหาเพื่อเป็นการจัดหมวดหมู่ให้เหมาะสม

3. เสนอแนะการนำความรู้ใหม่ ว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

4. เสนอแนะข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการค้นคว้าศึกษาต่อกับบทเรียนที่ผ่านมา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง ใช้สำหรับศึกษาด้วยตนเอง สามารถใช้สอนแทนผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนที่กำลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ จะเสมือนกำลังถูกสอนโดยผู้สอน ซึ่งเป็นสภาพการสอนเสมือนจริง (Visual Instruction) เมื่อเรียนเสร็จแล้วมีการทดสอบ คอมพิวเตอร์ก็สามารถตรวจความถูกต้องของคำตอบ และสามารถประเมินผลได้ โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องไปตรวจคำตอบเอง การทดสอบความรู้ใหม่ในช่วงท้ายของบทเรียนที่เรียกว่า Post – test เป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะการทดสอบดังกล่าว อาจเป็นการทดสอบเพื่อเก็บคะแนนหรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่า ผู้เรียนผ่านเกณฑ์หรือไม่ การทดสอบนี้จะย้อนผลกลับเฉพาะระดับผลสอบเท่านั้น จะไม่เฉลยคำตอบและจะไม่ให้ตอบหลายครั้งด้วย ในการออกแบบแบบทดสอบหลังเรียนนี้จะต้องพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. ต้องแน่ใจในสิ่งที่ต้องการวัด ว่าตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

2. ต้องตรวจสอบพฤติกรรมว่าตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่

3. ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม โดยไม่แสดงความถูกต้อง ในขณะที่ทำ

แบบทดสอบ

4. กำเนึงถึงความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบ ต้องแม่นยำและเชื่อถือได้

5. อย่าทดสอบโดยการใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบบ้าง

6. หากการตอบจะเป็นการพิมพ์คำ ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากพิมพ์ผิดพลาด

เว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่

การพัฒนา (Development) ในการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึก ขั้นตอนที่

6 – 14 เป็นการพัฒนาการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึก

สำหรับหน้าจอ (CBT Screen Design) จะต้องมีกรอบตามหลักการ ดังนี้

1. มีจุดเน้นความคิดรวบยอด (Focus on Key Concept)
2. จะต้องออกแบบให้ทุกอย่างบนหน้าจอต้องเป็นเหตุและเป็นผลต่อกัน (Logical)
3. มีความสอดคล้องและถูกต้อง (Consistency) ของเนื้อหา
4. สามารถง่ายต่อการอ่าน ดู และ การฟัง (Easy to Read, to Watch, to Listen)
5. ง่ายต่อการติดตาม (Navigator) มีเครื่องหมายหรือบอกทางที่ง่ายและชัดเจน
6. ภาพประกอบ (Illustration) จะต้องถูกต้อง
7. มีการปฏิสัมพันธ์ (Interactive)
8. การทดสอบและผลการตอบสนอง (Testing and Feedback) ต้องมีระบบทดสอบที่มีการเชื่อมโยงกันทั้งระบบ
9. มีการจัดการฐานข้อมูล (Databases Management)
10. ฉากหลัง (Backgrounds) จะถูกออกแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชานั้นๆ
11. ความสุนทรีย์ (Aesthetic) จะต้องมีความงดงามตามความเหมาะสมในหลักการออกแบบในเรื่องของความงามที่ผู้รับการฝึก การเรียนพอใจและกระตุ้นให้ต้องการที่จะรับการฝึก
12. การให้เสียงบรรยาย (Narration) จะต้องจัดหาผู้ที่มีความสามารถในการบรรยายที่เป็นมืออาชีพให้เสียงที่ชัดเจนเหมาะกับวิชาชีพนั้นๆ
13. เสียงดนตรี (Music) ประกอบ เหมาะกับเนื้อหาสาระและได้เอกลักษณ์ของวิชาชีพนั้นๆ

ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้

ทุกวันนี้เราอยู่ในยุคของโลกดิจิทัล ศตวรรษหน้าจะเป็นช่วยที่การค้าการสื่อสารและการฝึกอบรมจะถูกบรรจุในอินเทอร์เน็ต แหล่งการฝึกต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นและจัดเก็บเป็นข้อมูลตัวเลขและเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อให้ใช้งาน โมดูลที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการฝึกก็ต้องตอบสนองกับความต้องการนี้ด้วย ระหว่างที่ออกแบบหลักสูตรการฝึกควรจัดระบบให้ดี เพื่อที่จะโยงข้อมูลต่าง ๆ เข้าหากันและจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ ภาพเคลื่อนไหว กราฟฟิกและเสียงต่าง ๆ ควรถูกจัดเก็บลงในคอมพิวเตอร์ให้ดียิ่ง

ขั้นตอนที่ 8 การออกแบบโมดูลให้สร้างสรรค์และสวยงาม

การสร้างชุดฝึกยังไม่เป็นการเพียงพอ การพัฒนาชุดฝึกให้มีความสวยงามก็มีความสำคัญเช่นกัน ควรที่จะเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบที่จำเจและใช้ความคิดสร้างสรรค์ ในการสร้างโมดูลพยายามให้ลักษณะนิสัยของผู้รับการฝึกเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาสถานการณ์ที่น่าสนใจ ในบางครั้งก็สามารถใช้วิถีโอของตัวแทน ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีอำนาจหน้าที่ในการนำเสนอ

หลักสูตร หลายครั้งที่การเปลี่ยนแปลงจะต้องใช้คำเฉพาะ กราฟฟิก และสีต้นต่าง ๆ เพราะฉะนั้น จึงควรพยายามหาวิธีการที่น่าสนใจ เพื่อช่วยให้ผู้รับการฝึกเรียนรู้ทักษะที่ถูกต้อง ควรให้ผู้รับการฝึกมีส่วนร่วมในสิ่งที่น่าสนใจและน่าจดจำบ่อย ๆ วัตถุประสงค์อย่างหนึ่งของการสร้างหลักสูตร คือ การก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ของสื่อกับผู้ใช้อย่างมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 9 ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมหรือใช้หลักสูตรที่มีอยู่แล้ว ในการสร้างหลักสูตรเพื่อการถ่ายทอดจุดประสงค์การปฏิบัติการหรือความสามารถย่อย

ผู้ออกแบบหลักสูตรอาจไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ เพราะฉะนั้น ขั้นตอนที่ 8 ควรแล้วเสร็จพร้อมกับขั้นตอนที่ 9 และอาจเป็นประโยชน์ที่จะร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น (Subject Matter Expert : SME) หน้าที่คือ คัดสนใจว่าจะนำเสนอหลักสูตรในรูปแบบใด และทดสอบผลลัพท์อย่างไร โดยร่วมกับผู้ที่เชี่ยวชาญ สามารถพัฒนาการนำเสนอหลักสูตรที่น่าสนใจ มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล รวมไปถึงความแม่นยำ หากแต่่าควรจะมีการคาดการณ์ถึง องค์ประกอบโมดูลการฝึก ซึ่งอาจล้ำสมัยหรือจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง

ขั้นตอนที่ 10 การจัดทำแบบร่างของโปรแกรมการฝึก : สิ่งพิมพ์, สื่อนำเสนอ หรือบน แบบหน้าจอคอมพิวเตอร์ของ CBST โมดูล

1. การจัดทำเอกสารฝึกในระบบ CBST และสื่อนำเสนอ ซึ่งเป็นขั้นตอนของการ ออกแบบการฝึก ผู้จัดทำออกแบบองค์ประกอบทั้งหมดของเอกสารการฝึก ที่จะต้องได้รับการ พัฒนาขึ้น ซึ่งรวมถึงคู่มือการฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก เอกสารทดสอบ วัสดุนำเสนอและตาราง การฝึกของ ผู้เข้ารับการฝึก

2. ต้นแบบรูปหน้า โมดูลการฝึกส่วนมากจะมีแก่นสารที่ซ้ำ ๆ กันซึ่งจะมีหัวข้อ สารบัญ คำนำ เนื้อหา บทบททวน ข้อทดสอบย่อย บทสรุป บททดสอบรวมและอื่น ๆ

3. การจัดทำวัสดุการฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งนำสื่อประสมเข้าร่วมในการ นำเสนอการฝึกในระบบ CBST จะต้องนำมาใส่ในโปรแกรมการฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ เนื้อหา และการดำเนินเรื่องสำหรับโมดูล หรือหลักสูตรจะต้องได้รับการพัฒนาขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอน ที่จะต้องออกแบบเนื้อหาและตรรกะของโปรแกรม เขียนคำบรรยายที่จะนำไปอัดเป็นเสียงพูดและ คำบรรยายที่นำมาเป็นเนื้อหาบนจอ และจึงเชื่อมโยงแต่ละหน้าบนจอเข้าด้วยกันตามลำดับ ใน ขั้นตอนนี้ องค์ประกอบของการออกแบบจะต้องอยู่บนกระดาษในรูปแบบของแบบร่างก่อนที่จะ เป็นการผลิตจริง แผ่นร่างนี้จะต้องได้รับการทบทวนและแก้ไข หากว่าการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่ จำเป็นควรแก้ไขลงในกระดาษร่างเลย ขั้นตอนนี้ทำให้การเปลี่ยนแปลงง่าย และไม่สิ้นเปลือง เพราะการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นกับคำที่เขียนลงเท่านั้นโดยไม่มีการแก้ไขสิ่งที่พิมพ์ไปแล้ว หรือ วิดีโอ หรือรูปภาพที่ได้ถูกถ่ายทำไปแล้ว จะทำการผลิตจริงก็ต่อเมื่อได้รับการตรวจสอบและ ยอมรับแล้ว

ขั้นตอนที่ 11 จัดทำแบบร่างโมดูลชุดฝึกในรูปแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกและโครงการ

ควรทำแบบจำลองของโมดูลชุดฝึกให้เสร็จสิ้นเสียก่อน แผนร่างของวัสดุการฝึกคือ ผลผลิตที่สำเร็จ สามารถปฏิบัติได้ และมีรูปแบบเป็นทางการ แต่อาจจะยังไม่ได้รับการขัดเกลา เพียงพอและอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูลนี้ ต้องได้รับการนำเสนอและจัดทำให้เสร็จสิ้น ไม่ควรที่จะมีเนื้อหาสำคัญที่หายไป ในกรณีของชุดฝึกที่ใช้ คอมพิวเตอร์ (CBST) โปรแกรมต่าง ๆ ต้องสามารถทำงานได้เต็มที่ และไม่ควรจะมีไวรัสคอมพิวเตอร์ ใด ๆ ที่จะก่อให้เกิดปัญหาให้กับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะไม่มีความรู้ในด้านการใช้ คอมพิวเตอร์มาก่อน

ขั้นตอนที่ 12 การควบคุมคุณภาพของชุดฝึก

การประเมินผล ไม่ใช่การกระทำที่จะเกิดขึ้นครั้งเดียวจบ แต่ควรจะมาจากการวางแผน ที่ดีและมีระบบ เพื่อที่จะตรวจสอบทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูล จะต้องให้เวลากับบุคลากร นอกเหนือจากผู้ออกแบบ หรือผู้เขียนที่จะตรวจสอบทุก ๆ หน้ากระดาษ หรือจอภาพของ โปรแกรม เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือใจความที่ขาดหายไปอย่างเพียงพอ ไม่เช่นนั้นแล้วชุดฝึกอาจไม่ ดีพอ อาจต้องการจำลองการใช้ชุดฝึกจริงของผู้เข้ารับการฝึก โดยทำตามคำสั่งต่าง ๆ ในโมดูล ทุก ๆ สาขาของโปรแกรม และควรมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ที่ดีหรือไม่ เพื่อที่จะรับรองได้ว่าผู้เข้า รับการฝึกจะสามารถใช้ชุดฝึกได้ดีในทุก ๆ กรณี

ขั้นตอนที่ 13 จัดเก็บข้อมูลการใช้ชุดฝึกจำลองของผู้เข้ารับการฝึก และผลการปฏิบัติ โดยเทียบกับวัตถุประสงค์การปฏิบัติการเพื่อจัดทำกรแก้ไขปรับปรุงชุดฝึก และจัดทำแบบร่าง สุดท้าย

ทำการทดสอบโมดูลกับตัวแทนกลุ่มเข้ารับการฝึกเพื่อหาข้อผิดพลาดและดูว่าโมดูลใช้ งานได้ดีแค่ไหนในระบบการฝึก ควรจะมีการจัดให้มีเจ้าหน้าที่ทำการสังเกตระหว่างการทดลอง และเจ้าหน้าที่ควรมีอิสระในการหาความไม่ต่อเนื่องของชุดฝึกหรือความผิดพลาดของข้อมูล เพื่อที่จะระบุได้ว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงใดบ้างในการที่จะจัดทำแบบร่างสุดท้ายที่มีคุณภาพ แบบ ประเมินผลควรได้รับการจัดส่งไปพร้อมกับชุดทดลองฝึกเพื่อรวบรวมข้อมูล ผลลัพธ์ของข้อสอบ ทั่วย หลักระบุควรได้รับการบันทึกไว้ด้วย ประสิทธิภาพของชุดฝึกจะต้องได้รับการทดสอบเพื่อ หาวว่า มีส่วนใดยังไม่ดีพอ หรืออาจทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสับสนได้ มีแบบทดสอบใดหรือไม่ที่ไม่มี ความเป็นกลาง สับสนหรือผิดพลาด แบบการประเมินผลนี้จะสามารถให้ข้อมูลในการที่จะ ปรับปรุงชุดฝึกและจัดทำแบบร่างสุดท้าย ข้อมูลที่ได้จากโครงการนำร่องนี้ไม่ได้ถูกตั้งเป้าหมายให้ นำมาใช้ในการวิเคราะห์สถิติ หากแต่จะใช้สำหรับการปรับปรุงแก้ไขเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงไม่

ควรระวังเกี่ยวกับขนาดของชุดฝึกทดลอง เพราะข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จะได้จากตัวแทนกลุ่ม เป้าหมายตามตัวอย่างแบบประเมินผล

ขั้นตอนที่ 14 จัดทำแบบร่างสุดท้ายของโมดูล ชุดฝึกและจัดเข้ารูปเล่มเพื่อใช้งานจริง

หลังจากได้ข้อมูลของการทดลองชุดฝึก ข้อมูลนั้น ๆ ควรได้รับการตรวจสอบอย่างระมัดระวังและ Module หรือหลักสูตรต้องได้รับการปรับปรุง หากว่าได้ทำตามขั้นตอนการออกแบบระบบการสอนอย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะขั้นตอนที่ 11 และ 12 การปรับปรุงแก้ไขควรเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ไม่ควรมีสิ่งที่น่าประหลาดใจใด ๆ เกิดขึ้นในการจัดทำแบบร่างสุดท้ายนี้ เพราะสิ่งเหล่านี้ควรได้รับการคาดการณ์และแก้ไขไว้ก่อนแล้ว

หลังจากที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว Module ชุดฝึกก็พร้อมที่จะได้รับการเข้ารูปเล่มเพื่อใช้งาน การเข้ารูปเล่มที่มีความดึงดูดผู้ใช้และใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญสำหรับชุดฝึกระบบ CBST ควรมีคู่มือครูฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก ชุดทดสอบซึ่งรวมด้วยข้อสอบและคำตอบ และชุดวัสดุนำเสนอ ควรจัดรวมให้เป็นชุดเดียวกันภายในห่อ วัสดุ กล่อง หรือแฟ้ม จัดให้แต่ละชุดมีความสร้างสรรค์ ดึงดูดใจและพร้อมแจกจ่ายได้ทันที ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์และที่อยู่ของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ควรได้รับการพิมพ์ไว้บนชุดฝึกนั้น ๆ ด้วย เพื่อให้ง่ายต่อการส่งชุดฝึกเพิ่มหรือเพื่อติดต่อในการซักถามเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 15 การจัดให้ชุดฝึกทันสมัยอยู่เสมอใช้งานได้และมีประสิทธิภาพในการฝึก

ควรจะทำวัสดุที่ง่ายต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและทำให้ทันสมัยด้วยตัวเองและโดยผู้ใช้ ท่านควรปกป้องการลงทุนที่ใช้กับการผลิต Module ชุดฝึกโดยการวางแผนเพื่อรักษาชุดฝึกเหล่านั้นให้ทันสมัย การปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอและการจัดการการบำรุงรักษาข้อมูลจะช่วยให้ระยะเวลาการใช้งานของวัสดุเพิ่มขึ้นอีกไม่น้อยกว่า 10 ปี การลงทะเบียนการบำรุงรักษาโปรแกรมจะทำให้โปรแกรมล้ำสมัยภายในไม่กี่ปี (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543 : 6-20)

2.4 การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์

การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์ (Competency Based Training) เป็นการฝึกอบรมที่อยู่บนพื้นฐานของการคาดหวังว่า บุคคลจะสามารถทำอะไรได้ในการปฏิบัติงาน การฝึกอบรมแนวนี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับสากล และทำให้การฝึกอบรมมีความสัมพันธ์กับโลกของงานมากขึ้น การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์ มุ่งเน้นที่บุคคลสามารถทำได้จริง อันเป็นผลจากการฝึกอบรม สิ่งนี้แตกต่างอย่างมากจากแนวทางแบบเดิม ซึ่งมุ่งเน้นแต่จำนวนเวลาของการเข้ารับการฝึกอบรม

2.4.1 ข้อดีของการฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์ คือ

สำหรับผู้รับการฝึกอบรมและผู้เรียนสามารถที่จะ

1. ยอมให้ผู้รับการฝึกอบรมหรือผู้เรียนใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน
2. เพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เข้ารับการอบรม
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้นในการเรียนด้วยตนเอง
4. ทำให้ผู้เรียนมุ่งมั่นทำงานและความกระตือรือร้น

สำหรับผู้สอนสามารถ

1. ช่วยจัดการฝึกอบรมให้เหมาะสมกับสมรรถนะที่ต้องการในงาน
2. ทำให้การเข้าเรียนและจบการศึกษา มีความหลากหลายและทำได้ตลอดเวลา และ

เรียนตามความสามารถของตนเอง

3. ทำให้ขั้นตอนการประเมินผลง่ายขึ้น

สำหรับผู้จ้างงาน การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์สามารถ

1. รับรองความสามารถจากลูกจ้างได้
2. ทำให้พนักงานได้รับการยอมรับในสิ่งที่รู้และสามารถทำได้แล้ว
3. ลดเวลาการฝึกอบรมของลูกจ้างบางคนได้

2.4.2 มาตรฐานอิงเกณฑ์

มาตรฐานอิงเกณฑ์ (Competency Standards) เป็นข้อความที่บอกเกี่ยวกับความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงาน ในแง่ของผลปลายทาง คือ

1. ความคาดหวังผู้ปฏิบัติงานจะทำอะไรได้บ้าง
2. ความคาดหวังว่าผู้ปฏิบัติงานจะทำได้ดีเพียงใด
3. วิธีการบอกถึงความสามารถของผู้ปฏิบัติงานเมื่อถึงระดับที่คาดหวังไว้

2.4.3 ประโยชน์ของมาตรฐานอิงเกณฑ์ในระดับชาติ

1. การใช้จ่ายด้านอาชีวศึกษาและฝึกอบรมมีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. การสร้างทักษะสำหรับการแข่งขันระดับนานาชาติมีคุณภาพขึ้น
3. การประเมินผลมีมาตรฐานเดียวกันมากขึ้น
4. การเชื่อมโยงการฝึกอบรม การประเมินผล และการรับรองดีขึ้น
5. เกิดความเป็นไปได้ในการรับรองความรู้และประสบการณ์เดิมก่อนเรียน

2.4.4 มาตรฐานอิงเกณฑ์มีลักษณะ

หน่วยมาตรฐานอิงเกณฑ์ จะครอบคลุมบทบาทหลักที่สำคัญในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ส่วน ได้แก่

1. หน่วยย่อยที่แสดงกิจกรรมหลัก
2. เกณฑ์การประเมิน เพื่อแสดงให้เห็นว่ามีความสามารถตามที่กำหนด
3. ข้อมูลต่างๆ ที่บอกถึงบริบทและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับหน่วยนั้นๆ
4. แนวทางการประเมินผลซึ่งบอกถึงวิธีทดสอบสมรรถนะ

2.4.5 การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ เป็นการประเมินความรู้ความสามารถในการทำงาน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง และผู้ประเมินเป็นผู้ตัดสินว่าสมรรถนะนั้นได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ข้อดีบางประการของแนววิธีนี้คือ

1. ผู้เรียนที่เรียนเร็วและสามารถแสดงให้เห็นว่ามีสมรรถนะในทักษะบางอย่างจะสามารถพัฒนาไปได้ในอัตราที่สูงขึ้น
2. บริษัทหรือองค์กรสามารถระบุบุคลากรที่ต้องฝึกอบรมจริงๆ ได้ดีขึ้น
3. พนักงานมีแรงจูงใจมากขึ้นจากการยอมรับสมรรถนะที่ตนมี
4. การมีส่วนร่วมของสถานประกอบการ อุตสาหกรรมและครูฝึก

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ สามารถใช้วิธีการที่หลากหลาย ดำเนินการได้โดยครูฝึก ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน หรือผู้ประเมินที่อุตสาหกรรมรับรอง เช่น

1. สังเกตผู้เรียนในงานที่ปฏิบัติ
2. ตรวจสอบกระบวนการทำงานและผลงานที่สำเร็จ
3. สอบข้อเขียนเพื่อวัดความรู้
4. ทดสอบปากเปล่าร่วมกับการสอบปฏิบัติ
5. ประเมินผลรายบุคคลและกลุ่ม
6. สถานการณ์จำลอง และบทบาทสมมติ
7. ผลสะสมและตัวอย่างงานที่ใช้ประเมินทักษะที่ประสบผลสำเร็จในอดีต

2.4.6 การรับรองอิงเกณฑ์

การรับรองอิงเกณฑ์ (Competency Certification) เป็นการยอมรับหรือรับรองอย่างป็นทางการว่าบุคคลมีความรู้ความสามารถในด้านใดด้านหนึ่ง โดยบุคคลนั้นต้อง

1. สามารถแสดงสมรรถนะที่ต้องการในการปฏิบัติงานนั้นๆ ได้

2. ใช้เวลาในสถานประกอบการ หรือศูนย์ฝึกอบรม หรือวิทยาลัยด้านอาชีวศึกษา เพื่อการพัฒนาหรือฝึกทักษะตน
3. ต้องได้รับการประเมินตามมาตรฐานสมรรถนะที่กำหนดไว้

2.4.7 ชุดฝึกอบรมวิชาชีพ

ชุดฝึกอบรมวิชาชีพ (Training Packages) ประกอบด้วยคุณวุฒิและมาตรฐานอิงเกณฑ์ ที่ได้รับการรับรองในระดับชาติ และตรงกับความต้องการของอุตสาหกรรมนั้น

ชุดฝึกอบรมวิชาชีพ มี 3 องค์ประกอบหลักที่ต้องได้รับการรับรอง และองค์ประกอบสนับสนุน ดังนี้

1. มาตรฐานอิงเกณฑ์ (Competency Standar) ที่ระบุถึงทักษะเฉพาะด้าน และความรู้ที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานแต่ละอย่าง
2. กรอบคุณวุฒิ (Qualification Framework) มาตรฐานอิงเกณฑ์ที่จัดอยู่ในคุณวุฒิ เพื่อให้ตรงตามผลปลายทางของวิชาชีพที่ต้องการ
3. แนวทางการประเมินผล (Assessment Guideline) ผลที่ต้องการและเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการประเมินผล
4. วิธีการจัดการ (Delivery Stategy) องค์ประกอบที่ช่วยให้ครูและครูฝึกจากภาคอุตสาหกรรม จัดการฝึกอบรมและการวัดผลปลายทางที่ต้องการของ แต่ละวุฒิ
5. การพัฒนาวิชาชีพ (Professional Dovelopment) กิจกรรมที่พัฒนาทักษะและความรู้ของครูและครูฝึกจากภาคอุตสาหกรรม
6. สื่อการประเมินผล (Assessment Resource) แหล่งสื่อที่ครูหรือครูฝึก จากภาคอุตสาหกรรมสามารถใช้ประเมินความสามารถของผู้เรียนที่สอดคล้องกับมาตรฐานของสถานประกอบการ (โครงการกำหนดกรอบอาชีพและเทคนิคศึกษาแห่งชาติ กรมอาชีวศึกษา. 2545 : 2-6)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุทธศักดิ์ สันตมาศ (2543 : 75) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ ในการวิจัยได้นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาตรี สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2542 จำนวน 20 คน ผลการทดลองพบว่า มีกลุ่มตัวอย่างที่เรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่าง ในการทดสอบสมมุติฐานพบว่าจำนวนผู้ที่ผ่านเกณฑ์กับเกณฑ์ที่ตั้งไว้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 จึงยอมรับ

สมมุติฐานของการวิจัย ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมได้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ยิ่งศักดิ์ และเลิศผล (2546 : 69) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการมอดูเลชันและดีมอดูเลชันแบบแอมป์ลิจูด พบว่า สามารถนำไปสู่กระบวนการปฏิบัติภาพที่กำหนดไว้คือ กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ผู้รับการประเมินจำนวน 20 คน ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่มีสามารถให้ความรู้แก่นักศึกษา สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาระบบสื่อสารอนาลอก ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุขสันต์ ทิลาสุวณิชย์ (2546 :48) ได้สร้างชุดฝึกอบรมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับพนักงานช่างเทคนิค เรื่อง การตรวจซ่อมเครื่องเสียงฟิลิปส์ รุ่น FW-V720/21M ใช้กับพนักงานช่างเทคนิคประจำศูนย์บริการฟิลิปส์โดยแต่งตั้ง จำนวน 23 แห่งๆ ละ 1 คน รวม 23 คน พบว่าสามารถนำไปสู่กระบวนการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขิทธิ ทองเพ็ญ (2544 : 79) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถเรื่อง การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server ได้ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถเรื่อง การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server ประสิทธิภาพ 90/100 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วิชา โคนิล (2547 : 62) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ได้ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.7/89.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ $E1/E2 = 80/80$ สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

ศักดิ์ ศศิกุลมล (2546 :65) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ ได้ทำการทดลองกับนักศึกษาหลักสูตรวิชาชีพชั้นต้น สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาช่างซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ จำนวน 10 คน และวิทยาลัยสารพัดช่างธนบุรี จำนวน 10 คน รวม 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ

เท่ากับ 91.30/ 94.16 สูงกว่าเกณฑ์ E1/E2 ที่กำหนดไว้ 80/80 สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

อรไท ก้อนมณี (2548 : 71) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540 ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540 เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพโดยผู้เข้ารับการฝึกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของแต่ละหน่วยการฝึก และสามารถผ่านการทดสอบได้ร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด

ณรงค์ ดันจินชุย (2548 : 84) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงาน เรื่องเครื่องทดสอบไอซี ADVANTEST TESTER รุ่น T3347A VLSI ผลการวิจัยปรากฏว่ามีประสิทธิภาพ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 100 ของผู้เข้ารับการอบรม เมื่อฝึกปฏิบัติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงานที่สร้างขึ้น สามารถผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติด้วยระดับคะแนนร้อยละ 94.75

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิดาชิ รุ่น SJ200 สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 40 คน

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 40 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 20 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิดาชิ รุ่น SJ200
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิดาชิ รุ่น SJ200
3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

3.1 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. รวบรวมข้อมูล ในส่วนของเนื้อหาจากคู่มือการใช้งานอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 มาเป็นเนื้อหาในรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ฝึกทักษะ (CBST) โดยเลือกใช้โปรแกรม Authorware โปรแกรม Flash MX ซึ่งมีระบบต่างๆ ที่สร้างได้ง่าย มีการปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย การเผยแพร่ทำได้โดยง่ายบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์

2. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อเป็นมาตรฐานการวัด โดยต้องเขียนวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาของอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 เพื่อเป็นแนวทางกำหนดการออกแบบหน้าจอ CBST และกำหนดแบบทดสอบมาตรฐานวัดความสามารถทางการเรียน

3. สร้างต้นแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 เมื่อเสร็จสิ้นขบวนการต่างๆ จึงดำเนินการจัดเนื้อหาไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ แบ่งขั้นตอนการสร้างได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การออกแบบบทเรียนและสร้างบทเรียนประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา
2. การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน
3. การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม
4. การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างสตอรี่บอร์ดของบทเรียน เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นเฟรมๆ ตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละเฟรมย่อยเรียงตามลำดับตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของแต่ละหัวข้อย่อย และสตอรี่บอร์ดนี้ ยังระบุภาพที่ใช้ในแต่ละเฟรมพร้อมเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะของภาพ ความสัมพันธ์ของเฟรมเนื้อหา กับเฟรมอื่นๆ ของบทเรียน

ขั้นที่ 3 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยดำเนินการตามสตอรี่บอร์ดที่วางไว้ทั้งหมดตั้งแต่การออกแบบเฟรมเปล่าหน้าจอ การกำหนดสีที่ใช้งานจริงรูปแบบ และขนาดของตัวอักษร สีของตัวอักษร

4. ผู้วิจัยได้นำต้นร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200 ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไข

5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200 ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านการเทคนิคผลิตสื่อประเมินคุณภาพของบทเรียน แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5.1 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีรายนามดังต่อไปนี้

1. ผศ.วรวิทย์ สมหา หัวหน้าสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์พรเทพ ปัญญาแก้ว หัวหน้าโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร
3. อาจารย์วินัย จบเจนไพโร หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

5.2 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีรายนามดังต่อไปนี้

1. อาจารย์เมธา ทศกร หัวหน้าโปรแกรมวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร
2. อาจารย์ทีจิณันท์ ทูมมา ครู กศ.1 อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครนายก
3. อาจารย์กัทธิตยา บุญสุนิห อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

โดยใช้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้จากการประเมินมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินตามเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

เกณฑ์	4.50 – 5.00	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
เกณฑ์	3.50 – 4.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
เกณฑ์	2.50 – 3.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
เกณฑ์	1.50 – 2.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
เกณฑ์	1.00 – 1.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ในการประเมิน คะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้าน จะต้องได้เกณฑ์ (\bar{X}) ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

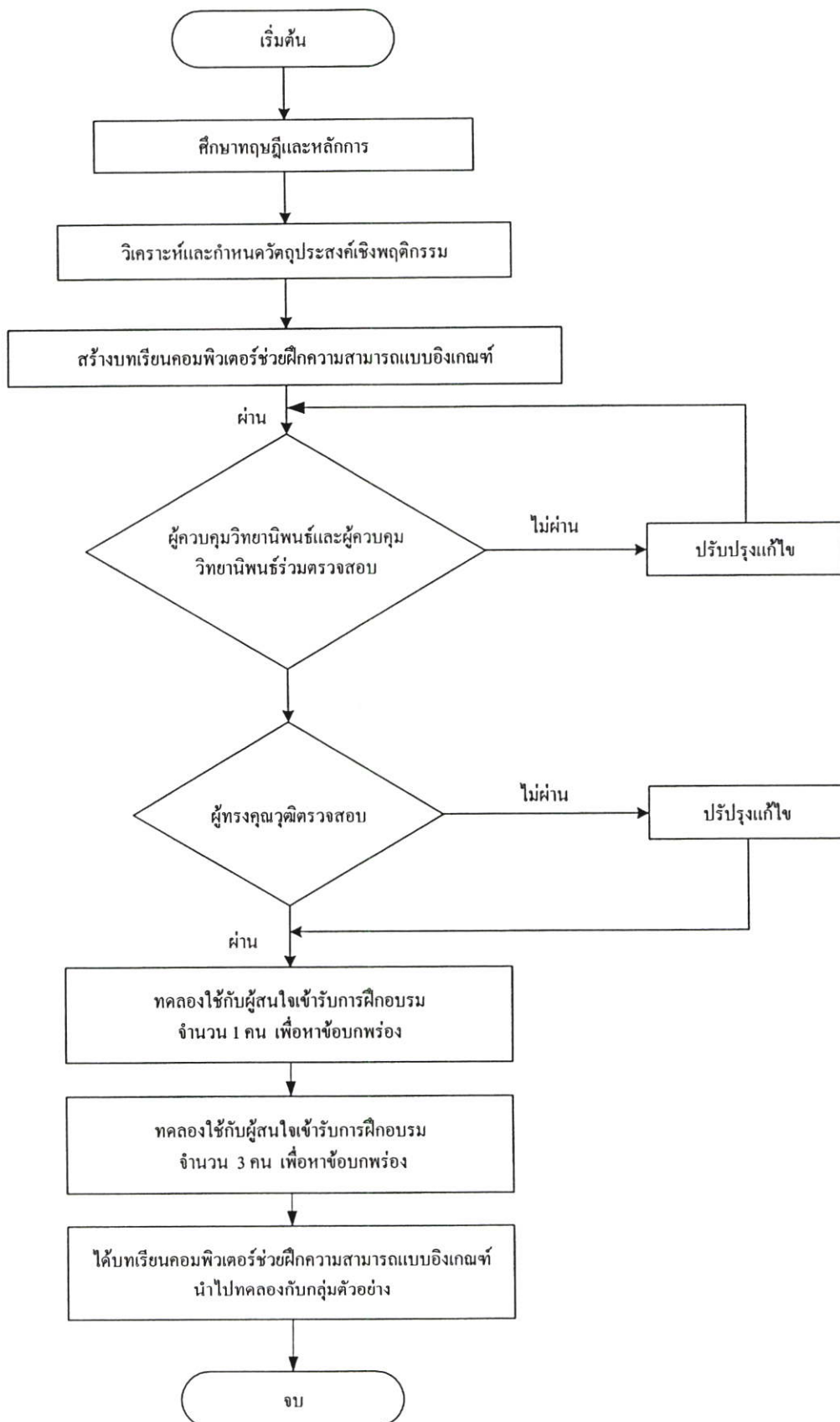
บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นได้ผ่านตรวจสอบประเมินคุณภาพของบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนในด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยทั้งบทเรียนเท่ากับ 4.29 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี และผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยทั้งบทเรียนเท่ากับ 4.40 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี (ดังภาคผนวก ก.)

6. เมื่อปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 แล้ว ผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีเลือกสุ่มอย่างง่าย ซึ่งเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่ได้แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาอีกกลุ่มหนึ่งจำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยวิธีเลือกสุ่มอย่างเจาะจง ซึ่งเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า เลือกนักศึกษาที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละหนึ่งคน โดยดูจากผลการเรียนที่ผ่านมา แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

8. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 เพื่อนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียน ดังมีรายละเอียดตามรูปที่ 3.1 ดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

3.3.2 การสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบรายการความสามารถทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์อิตาซี รุ่น SJ200

1. ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. วิเคราะห์เนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ
3. สร้างแบบทดสอบ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน แล้วไปปรึกษา
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบแล้วนำมาแก้ไข
4. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบ แล้วนำไปให้ ผู้ทรงคุณวุฒิ
ด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่านประเมิน

การตรวจสอบความสอดคล้องใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้

- | | | |
|-------|----|---|
| คะแนน | 1 | สำหรับข้อสอบที่เห็นว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรม |
| คะแนน | 0 | สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรม |
| คะแนน | -1 | สำหรับข้อสอบที่เห็นว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรม |

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้อง
ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นเลือกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มี
ค่าดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.5 ไปปรับปรุงและแก้ไขให้ได้ตามเกณฑ์ต่อไป

5. นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง แล้วนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจและแก้ไขอีกครั้ง

6. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาช่างไฟฟ้าที่ผ่าน
การเรียนมาแล้ว จำนวน 20 คน

7. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (D)
เป็นรายข้อ แล้วเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .79 และค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป
เพื่อนำไปใช้งานจริง

ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.45 – 0.75 และ
ค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.3 – 0.5 จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ
(ดังภาคผนวก ก.)

8. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson

3.3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ใช้บทเรียน

1. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กำหนดเป็นแนวทางสร้างแบบประเมินคุณภาพ
2. สร้างแบบประเมินคุณภาพ จำนวน 2 ชุด

ชุดที่ 1 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น

ชุดที่ 2 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เพื่อประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น

การประเมินคุณภาพแต่ละด้าน ประกอบด้วยคำถามมาตรฐานแบบประมาณค่า 5 ระดับ คือ ดีมาก, ดี, ปานกลาง, พอใช้ และควรปรับปรุง โดยระดับความคิดเห็นมีคะแนนบวกเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ในแบบประเมินคุณภาพนั้น ผู้วิจัยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ คือ

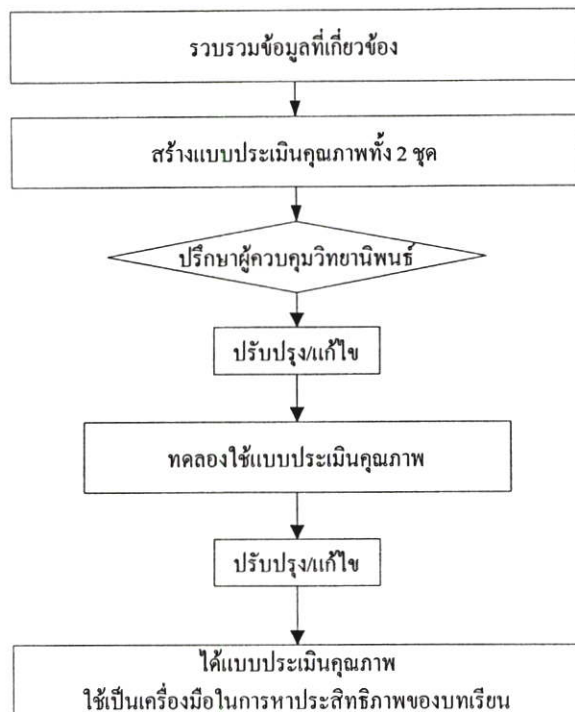
5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ในการประเมินคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้าน จะต้องได้เกณฑ์ (\bar{X}) ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

3. ปรีกษาผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ โดยนำแบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็น ทั้ง 3 ชุดให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม จากนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อมูลที่ได้รับ

4. ทดลองใช้แบบประเมิน โดยใช้ทดลองกับนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมชัดเจนของคำถาม

5. ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน โดยนำข้อมูลจากที่ได้ทดลองใช้มาทำการแก้ไขปรับปรุงโดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์อีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจัดเตรียมพิมพ์แบบประเมินฉบับสมบูรณ์เพื่อเตรียมเก็บข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยจัดทำหนังสือขออนุญาต และขอความอนุเคราะห์จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงรองอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร
2. แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง และกำหนดห้องที่ทำการทดลอง
3. ทำการติดตั้งโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 ชุด ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ชั้น 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนครโดยนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 โดยชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียน และการฝึกปฏิบัติ หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามลำพัง โดยเรียนเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ถ้าไม่เข้าใจก็สามารถย้อนกลับไปเรียนในส่วนของเนื้อหาใหม่เพิ่มเติมได้ โดยมีอาจารย์ผู้ควบคุมการฝึก จำนวน 1 คน คอยให้คำแนะนำในส่วนที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ

4. จัดให้มีการทดสอบวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนหลังจากเรียนจบ โดยได้จัดทำแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี โดยทำการกำหนดเวลาสอบ 20 นาที

ตอนที่ 2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200 ทำการสอบครั้งละ 2 คน มีผู้ควบคุมการฝึก 1 คน โดยใช้แบบรายการความสามารถ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale)

การที่กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี 20 นาที ซึ่งน้อยกว่าการทำแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ ซึ่งกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที เนื่องมาจากการทำแบบรายการความสามารถต้องใช้เวลาในการประกอบ และทดสอบการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200

หลังจากจบการทดสอบแล้ว นำผลคะแนนทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200 ตามสมมติฐาน โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 การหาดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบบันทึกรายการความสามารถภาคปฏิบัติ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

N = จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.6.2 การวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย และหาค่าอำนาจ จำแนกของข้อสอบ

1. หาค่าความยากง่าย (Difficulty) (ลัว้น สายยศ และอังคณา สายยศ 2538 : 210 – 211)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3.2)$$

P = ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ขอบเขตของค่า P และความหมาย

0.80-1.0	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60-0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40-0.59	เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20-0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00-0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

2. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ลัว้น สายยศ และอังคณา สายยศ 2538 : 210 - 211)

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

D = ค่าอำนาจการจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ

R_u = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

R_L = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ขอบเขตของค่า D และความหมาย

0.4 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพดีมาก
0.30-0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพดีพอสมควร
0.20-0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพพอใช้ได้
0.00-0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพใช้ไม่ได้

3. หาค่าความเชื่อมั่น ใช้สูตรที่ KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538 : 198)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right\} \quad (3.4)$$

r_{tt} = ค่าความเชื่อมั่น

K = จำนวนข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด

p = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q = สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = 1-p

s^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับเท่ากับการยกกำลังสองของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6.3. การประเมินคุณภาพของบทเรียนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.5)$$

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

X = ค่าของคะแนนทดสอบที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนทำได้

N = จำนวนคะแนนทดสอบที่เก็บข้อมูลมาทั้งหมด

2. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S.D = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} \quad (3.6)$$

S.D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ข้อมูลแต่ละจำนวน

f = ความถี่

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

\sum = ผลรวม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและจำแนกผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับได้ดังนี้

- 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ
- 4.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ได้ผลของการประเมิน สรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
1.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	4.00	0.00	ดี
1.2 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดี
1.3 ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	4.67	0.58	ดี
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.6 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.33	0.58	ดี
1.7 ความชัดเจนของเนื้อหา	4.00	0.00	ดี
1.8 ความน่าสนใจของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.9 ความเพียงพอของเนื้อหา	4.00	0.00	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวม	4.29	0.38	ดี

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ			
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4.67	0.58	ดี
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยด้านเนื้อหาและการนำเสนอ	4.67	0.38	ดี
2. ด้านภาพและตัวอักษร			
2.1 ความเหมาะสมของภาพในด้านสื่อความหมาย	4.67	0.58	ดี
2.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.00	0.00	ดี
2.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.33	0.58	ดี
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยด้านภาพและตัวอักษร	4.25	0.28	ดี
3. ด้านเวลา			
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	4.00	0.58	ดี
3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4.67	0.58	ดี
3.3 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยเวลาที่ใช้ในบทเรียน	4.33	0.38	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวม	4.40	0.34	ดี

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อทั้ง 3 ท่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี

4.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบบันทึกรายการความสามารถ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

คน/ ลำดับ ที่	ภาคทฤษฎี (20%)	คะแนนภาคปฏิบัติ			ภาคปฏิบัติ (80%)	คะแนนรวม ร้อยละ (100%)
		ขั้นตอนที่ 1 (12)	ขั้นตอนที่ 2 (21)	ขั้นตอนที่ 3 (18)		
1	17	11	21	16	75.29	92.29
2	20	12	17	17	72.15	92.15
3	19	10	19	17	72.15	91.15
4	18	10	19	15	69.01	87.01
5	19	12	19	15	72.15	91.15
6	18	12	19	14	70.58	88.58
7	17	10	18	16	69.01	86.01
8	20	11	18	17	72.15	92.15
9	19	10	19	16	70.58	89.58
10	17	9	18	18	70.58	87.58
11	18	10	17	15	65.88	83.88
12	19	10	17	16	67.45	86.45
13	20	11	21	15	73.72	93.72
14	19	9	19	17	70.58	89.58
15	19	10	18	15	67.45	86.45
16	18	12	18	16	72.15	90.15
17	17	10	17	14	64.31	81.31
18	18	9	18	15	65.88	83.88
19	19	10	19	15	69.01	88.01
20	18	10	18	14	65.88	83.88
รวม	369	208	369	313	1395.96	
เฉลี่ย	92.25				69.79	88.24

จากตารางที่ 4.3 คะแนนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 คือ ขั้นตอนการเตรียมติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตทาซิ รุ่น SJ200

ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตทาซิ รุ่น SJ200

ขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นตอนการทดสอบตั้งค่าใช้งานพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตทาซิ รุ่น SJ200 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 20 คน ภาคทฤษฎีผู้เรียนสามารถผ่านเกณฑ์ มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 92.25 ผู้เรียนที่ผ่านการประเมินภาคทฤษฎีแล้ว จะสามารถฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น และเข้ารับการประเมินจากครูฝึก โดยใช้แบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 88.24

สรุปผลจากการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตทาซิ รุ่น SJ200 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา 20 คน ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติคิดเป็นร้อยละ 88.24 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการอบรม ทำแบบทดสอบได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตทาซิ รุ่น SJ200 มีประสิทธิภาพสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนในการวิจัยสรุปได้ดังนี้

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

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200

5.2 สมมติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 ที่นำมาใช้เป็นสื่อการฝึกอบรม โดยร้อยละ 80 ขึ้นไปของผู้รับการฝึกอบรมสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 40 คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 20 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 ประกอบด้วยแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ

5.4.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลอง และเพื่อการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 ที่สร้างขึ้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 โดยนำบทเรียนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกไว้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า จำนวน 20 คน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างและการดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยติดต่อขออนุญาตจากผู้บริหารสถานศึกษา เพื่อขอความอนุเคราะห์ และนัดหมายในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 ในเนื้อหาต้องการให้เรียนรู้จำนวน 3 บท ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง โดยให้แต่ละคนได้ศึกษาบทเรียนเองตามความพอใจ

4. เมื่อดำเนินการศึกษาบทเรียนครบทุกบทแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ

5. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200

5.5.1 การประเมินผลจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

1. เตรียมคอมพิวเตอร์พร้อมระบบมัลติมีเดีย บรรจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200

2. แนะนำการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 และวิธีการประเมินผล

3. ให้ผู้เรียน ศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ รุ่น SJ200 จนจบบทเรียน ผู้เรียนขอเข้ารับการประเมินผล โดยทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 20 ข้อ และเข้ารับการฝึกในภาคปฏิบัติต่อไป จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ

4. นำอุปกรณ์มาให้ผู้เรียนปฏิบัติงานตามที่ได้ศึกษาจากบทเรียน เมื่อผู้เรียนพร้อมที่จะทดสอบและขอเข้ารับการประเมินผลจากผู้อบรม ผู้อบรมจะคอยสังเกตการณ์ปฏิบัติงานของผู้เรียนและประเมินผล ตามแบบรายการความสามารถ ตามเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล หาค่าร้อยละของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งวิเคราะห์จากการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ มีผู้เข้ารับการอบรมผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 20 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด นักศึกษาที่เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบทั้งภาคทฤษฎี และแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติรวมกัน มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 88.24

5.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 ด้านเนื้อหาที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี ได้ค่าเฉลี่ย 4.29 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38

2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี ได้ค่าเฉลี่ย 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 มีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐาน คือ ร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด สามารถผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติด้วยคะแนนร้อยละ 88.24 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงก์ รุ่น SJ200 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน หลังจากที่ได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้วพบว่า สามารถทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ โดยมีผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 88.24 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด การที่ผู้เข้ารับการอบรมสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง และเกิดการเรียนรู้จนทำให้สามารถทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ได้ทุกคน เนื่องจากการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์มีการนำภาพถ่ายของอินเวอร์เตอร์ที่เหมือนของจริงมาประกอบการบรรยาย พร้อมด้วยเสียงการบรรยาย ซึ่งดีกว่าการที่ผู้เรียนได้ศึกษาจากคู่มือการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ทำให้เรียนรู้เกิดความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนในภาคปฏิบัติได้ง่าย อย่างถูกต้อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้ง

อินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 เป็นแบบบันทึกรายการความสามารถทางการเรียน ซึ่งจะเน้นการเรียนรู้ด้านปฏิบัติหรือทักษะของผู้เข้ารับการอบรม สามารถที่จะช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมฝึกฝนตนเอง โดยไม่จำกัดเวลาทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถที่จะศึกษาจากบทเรียนได้อย่างละเอียดครบทุกขั้นตอน แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 สามารถให้ความรู้ในการเรียนรู้ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรไท ก้อนมณี (2548 : บทคัดย่อ) การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนา เรื่องการถอด-การประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ในวิชาการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้น ตามหลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เป็นผู้เรียนหลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน วิทยาลัยสารพัดช่างลพบุรี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อผู้เรียนศึกษาส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำการทดสอบโดยการทำแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนภาคทฤษฎี หัวข้อส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 ข้อ ผู้เรียนสามารถผ่านเกณฑ์มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 87.87 ผู้เรียนที่ผ่านการประเมินแล้ว สามารถฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น และเข้ารับการประเมินจาก ครูฝึก ผลการประเมินพบว่า มีผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินคิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เรียนทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 94.89 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

2. รูปแบบของการอบรมที่มีอิสระและสะดวกในการเรียนรู้ ผู้เข้ารับการอบรมสามารถเลือกใช้ช่วงเวลาที่สะดวกในการเรียนรู้ และยังสามารถย้อนกลับไปเรียนหรือทบทวนเนื้อหาส่วนที่ต้องการเรียนซ้ำ ได้เท่าที่ต้องการ

3. ผลการวิเคราะห์จากการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 มีความหมายของระดับ คุณภาพอยู่ในระดับดี และด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 มีความหมายของระดับ คุณภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 ไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ฮิตาชิ รุ่น SJ200 สามารถใช้เป็นตัวช่วยฝึกอบรมให้กับนักเรียน นักศึกษาสาขาวิชาช่างไฟฟ้าได้
2. จากความรู้ด้านการผลิตสื่อการสอนของงานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาจัดทำสื่อเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเรียนอื่นๆ ได้

5.9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการเพิ่มเติมภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนให้มากขึ้น เพื่อสื่อความหมายได้ชัดเจน และเพิ่มความสนใจได้มากขึ้น
2. ควรมีการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 ในรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต
3. ควรเพิ่มเติมในส่วนของแบบบันทึกรายการความสามารถภาคปฏิบัติ ให้มีรายละเอียดของรายการความสามารถเพิ่มขึ้น จะได้ปฏิบัติตามรายการความสามารถได้ดีมากขึ้น
4. ควรมีการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิตาชิ รุ่น SJ200 นี้ไปทดลองเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ
5. ควรเขียนโปรแกรมให้สามารถปรับขนาดหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ให้ใหญ่ขึ้น และเล็กลงได้

บรรณานุกรม

กฤษดา วิสวธีรานนท์. INVERTER หลักการทำงานและเทคนิคการใช้งาน. พฤษภาคม 2536 :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กฤษมันต์ วัฒนาวรงค์. 2536. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กิดานันท์ มะลิทอง. 2535. เทคโนโลยีร่วมสมัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กองบรรณาธิการอินโฟเพรส. 2545. การสร้าง CAI ด้วย Macromedia Authorware 6.0.

กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.

ครรชิต มาลัยวงศ์. 2540. ทักษะไอที. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ชัยยง พรหมวงศ์. 2539 : ระบบการสอน(CAI). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษาทฤษฎีและการวิจัย. โอเดียนสโตร์.

ทักษิณา สนวนานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. องค์การคำครุสภา.

นงนุช วรรณวหะ. 2535. คอมพิวเตอร์ช่วยในการฝึกอบรม. กรุงเทพฯ : วารสารรามคำแหง.

พิชัย สดกิบาล. 2543. คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST. กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. กระทรวงแรงงาน

และสวัสดิการสังคม. ประเทศไทย.

บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

มหาชน.

พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ยั้งศักดิ์ และเลิศผล. 2545. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การ

มอดูลชั้นและติมอดูลชั้นแบบแอมพลิจูด. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์

อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2536. คู่มือการทำวิจัยทางการศึกษา (Manual for Education

Researches.) พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส่งเสริมวิชาการ.
- ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ. 2544. การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบ อิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Window NT Server. กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิจิตร อวระกุล. 2537. การฝึกอบรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชา โคนิล. 2547. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิก แบบลำดับ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิญญา วิศาลาภรณ์. 2530. การสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรจน์ ประสานมิตร.
- ศักดิ์ ศศิกุลกมล. 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจ ซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรม ไฟฟ้าสื่อสาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมคิด บางโม. เมษายน 2539. เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม. วิทยาพัฒนา : สถาบัน ราชภัฏพระนคร.
- สุชาติ ศิริสุขไพบูรณ์. 2530. การสอนทักษะปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
- Alessi, Stephen M. and Stanley R, Trollip. Computer Base Instruction. New Jersey : Prentice – hall, Eaglewood Cliffs.
- Hannafin. M.J. and Peck. K.L.. 1988. The Design Development and Evaluation of Instructional Software. New York. Macmillan.
- Jeseoph Ganci. 1993. Macromedia Authorware International Function Professional Reference. Indianapolis : New Rider.
- Macromedia. 1993. Authorware professional for windows user guide. San Francisco : Macromedia.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก	หนังสือราชการ
ภาคผนวก ข	รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
ภาคผนวก ค	การวิเคราะห์ข้อมูล
ภาคผนวก ง	แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบ อิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200
ภาคผนวก จ	แบบทดสอบสำหรับผู้ใช้นักเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ แบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ในภาคทฤษฎี
ภาคผนวก ฉ	แบบทดสอบสำหรับผู้ใช้นักเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ แบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ ในภาคปฏิบัติ
ภาคผนวก ช	ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ



ที่ ศธ 0524.04/ 1223

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒ เมษายน ๒๕๕๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบทดสอบเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮิดาชิ รุ่น SJ200” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 28 มกราคม 2548 คณะกรรมการอุดมศึกษา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-142-3133



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 1222 วันที่ ๓๐ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.วรวิทย์ สมหา

ด้วย นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้ง อินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ 200” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอ เชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบทดสอบและแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ศธ 0524.04/ 1222

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓๑ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์พรเทพ ปัญญาแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบและแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้ง
อินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ 200” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์
นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย
ของ นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ 1222

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓๐ มีนาคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์วินัย จบเงินไพโร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบและแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้ง
อินเวอร์เตอร์ฮีตซิง รุ่น SJ 200” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์
นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย
ของ นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ 1222

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์เมธา ทัศนกร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้ง
อินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ 200” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีความ
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/
1222

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕๐ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์ทีฐนันท์ ทูมมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้ง
อินเวอร์เตอร์ฮิดาชิ รุ่น SJ 200” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีความ
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ 1222

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕๐ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์กัทธเลีย บุญสนิท

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การติดตั้ง
อินเวอร์เตอร์ฮีตซิง รุ่น SJ 200” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีความ
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยในงานวิจัยของ
นางสาวปัทมา พุ่มทับทิม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่องการจัดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. ผศ.วรวิทย์ สมหา | หัวหน้าสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. อาจารย์พรเทพ ปัญญาแก้ว | หัวหน้าโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขต
สกลนคร |
| 3. อาจารย์วินัย จบเงินไพร | หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยี
ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี |

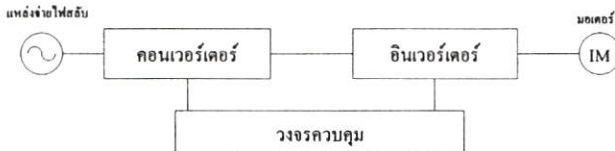
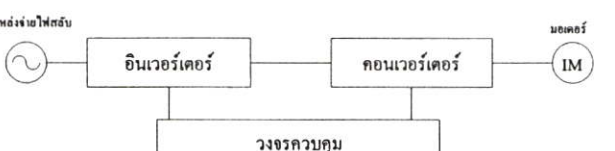
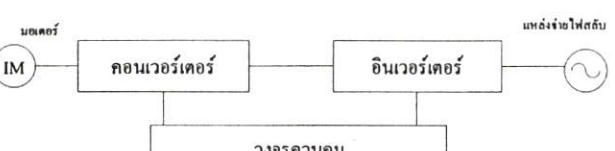
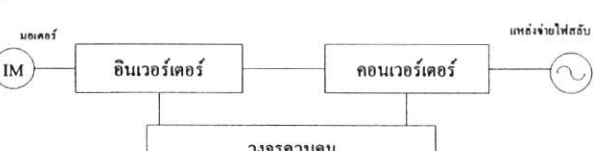
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. อาจารย์เมธา ทศกร | หัวหน้าโปรแกรมวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขต
สกลนคร |
| 2. อาจารย์ทิวสินธุ์ ทูมมา | ครู คศ.1 อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยการอาชีพนครนายก |
| 3. อาจารย์ศัทธิตยา บุญสนิท | อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ |

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ (IOC)
2. ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ
3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR20)
4. ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์อีตาซี รุ่น SJ200 (ด้านเนื้อหา)
5. ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์อีตาซี รุ่น SJ200 (ด้านการผลิตสื่อ)
6. ผลการทำแบบทดสอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

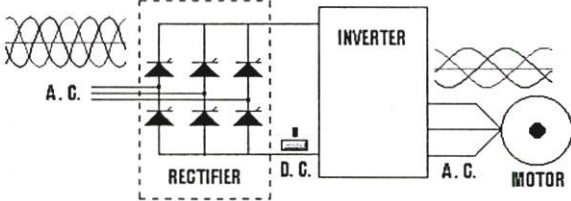
ตารางที่ ค.1 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		ΣR	IOC
วัตถุประสงค์ที่ 1.1 อธิบายโครงสร้างของอินเวอร์เตอร์			
1.	<p>ข้อใดคือความหมายของอินเวอร์เตอร์</p> <p>ก. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า</p> <p>ข. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล</p> <p>ค. อุปกรณ์แปลงไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันคงที่เป็นไฟสลับมีความถี่และแรงดันขนาดต่างๆ</p> <p>ง. อุปกรณ์แปลงไฟตรงที่มีความถี่และแรงดันคงที่เป็นไฟตรงที่มีความถี่และแรงดันขนาดต่างๆ</p>	3	1
2.	<p>ข้อใดคือโครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ที่ถูกต้อง</p> <p>ก.</p>  <p>ข.</p>  <p>ค.</p>  <p>ง.</p> 	3	1

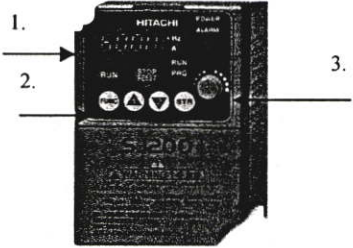
ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		ΣR	IOC
3.	ข้อไหนเป็นแหล่งจ่ายไฟที่ป้อนให้กับอินเวอร์เตอร์ ก. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ข. แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ ค. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงที่มีรูปคลื่นซายน์ ง. แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับที่มีรูปคลื่นซายน์	2	0.667
4.	ส่วนประกอบหลักของอินเวอร์เตอร์ ประกอบด้วยส่วนใดบ้าง ก. ภาคคอนเวอร์เตอร์ ข. ภาคอินเวอร์เตอร์ ค. ภาคคอนเวอร์เตอร์และภาคอินเวอร์เตอร์ ง. ภาคอินเวอร์เตอร์และภาคแหล่งจ่ายไฟ	3	1
5.	ส่วนประกอบสำคัญของวงจรอินเวอร์เตอร์ คือข้อใด ก. ทรานซิสเตอร์ (ไอจีบีที) ข. คาปาซิเตอร์ ค. รีซิสเตอร์ ง. ไทริสเตอร์	2	0.667
วัตถุประสงค์ที่ 1.2 อธิบายการทำงานของอินเวอร์เตอร์			
6.	หน้าที่ของไอจีบีที (IGBT) คือข้อใด ก. สวิตซ์ตัดต่อแรงดันไฟฟ้า ข. สวิตซ์ตัดต่อความถี่ของแรงดันไฟฟ้า ค. สวิตซ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ง. สวิตซ์ตัดต่อกระแสไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง	3	1
7.	หน้าที่ของวงจรคอนเวอร์เตอร์คือข้อใด ก. แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสสลับ ข. แปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสตรง ค. แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง ง. แปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสสลับ	3	1

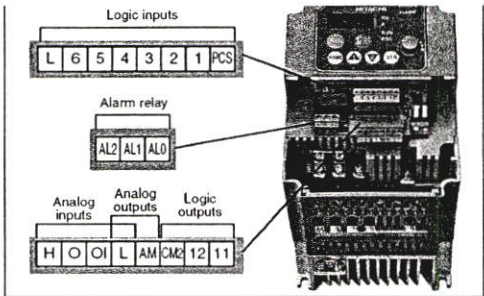
ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		ΣR	IOC
8.	หน้าที่ของวงจรอินเวอร์เตอร์คือข้อใด ก. แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสสลับ ข. แปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสตรง ค. แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง ง. แปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสสลับ	3	1
9.	จากรูปวงจรพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์ หน้าที่ของวงจรเรกติไฟเออร์คือข้อใด  วงจรพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์ ก. เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้าเป็นกระแสไฟฟ้า ข. เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้าเป็นกระแสไฟฟ้า ค. เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ง. เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	3	1
10.	จากรูปวงจรข้อที่ 9 วงจรเชื่อมต่อทางดีซีทำหน้าที่อะไร ก. เชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์กับแหล่งจ่าย ข. เชื่อมต่อระหว่างอินเวอร์เตอร์กับแหล่งจ่าย ค. ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เรียบยิ่งขึ้น ง. ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เรียบยิ่งขึ้น	2	0.667
วัตถุประสงค์ที่ 1.3 บอกระยะของอินเวอร์เตอร์			
11.	ข้อใดคือประโยชน์ของอินเวอร์เตอร์ ก. ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ ข. กลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ค. ลดกระแสกระชากในการสตาร์ทของมอเตอร์ ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา	3	1

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		ΣR	IOC
วัตถุประสงค์ที่ 2.1 อธิบายลักษณะภายนอกของอินเวอร์เตอร์			
12.	ข้อใดคือส่วนประกอบของอินเวอร์เตอร์ ดังรูปที่ 1  รูปอินเวอร์เตอร์ ก. จอแสดงผลอินเวอร์เตอร์ ข. ปุ่มควบคุมของอินเวอร์เตอร์ ค. ปุ่มปรับความถี่ของอินเวอร์เตอร์ ง. ซีอรุ่นของอินเวอร์เตอร์	2	0.667
13.	จากรูปวงจรข้อที่ 12 ข้อใดคือส่วนประกอบของอินเวอร์เตอร์ ดังหมายเลข 2 ก. หน้าจอแสดงผลอินเวอร์เตอร์ ข. ปุ่มกดฟังก์ชันของอินเวอร์เตอร์ ค. ปุ่มปรับความถี่อินเวอร์เตอร์ ง. ซีอรุ่นของอินเวอร์เตอร์	2	0.667
14.	จากรูปวงจรข้อที่ 12 ข้อใดคือส่วนประกอบของอินเวอร์เตอร์ ดังหมายเลข 3 ก. อุปกรณ์ป้องกันความร้อน ข. พัดลมระบายอากาศ ค. ปุ่มปรับความถี่ของอินเวอร์เตอร์ ง. ปุ่มแสดงผลอินเวอร์เตอร์	2	0.667

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		ΣR	IOC
วัตถุประสงค์ที่ 2.2 อธิบายส่วนประกอบภายในของอินเวอร์เตอร์			
15.	<p>จากรูปส่วนประกอบภายในของอินเวอร์เตอร์ จุดต่อ PCS คืออะไร</p>  <p>รูปจุดต่อวงจรภายในของอินเวอร์เตอร์</p> <p>ก. จุดต่อร่วมเอาท์พุท ข. แหล่งจ่ายแรงดัน +24V ค. จุดต่อร่วมดิจิตอลอินพุท +24V ง. แหล่งจ่ายอนาล็อกแรงดัน +10V</p>	3	1
วัตถุประสงค์ที่ 2.3 อธิบายการทำงานได้			
16.	<p>จากรูปวงจรข้อที่ 15 จุดต่อวงจรควบคุม ALO คืออะไร</p> <p>ก. จุดต่อรีเลย์ร่วม ข. จุดต่อร่วมเอาท์พุท ค. จุดต่อร่วมดิจิตอล +24V ง. จุดต่อร่วมอนาล็อกอินพุท</p>	2	0.667
17.	<p>หน้าที่ของจุดต่อวงจรหลัก L1, L2, N/3 คือข้อใด</p> <p>ก. จุดต่อลงกราวด์ ข. จุดต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ ค. จุดต่อเบรคภายนอก ง. เอาท์พุทของอินเวอร์เตอร์</p>	3	1

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		ΣR	IOC
18.	หน้าที่ของจุดต่อวงจรหลัก U, V, W คือข้อใด ก. คีชีรีแอกเตอร์ ข. เอาท์พุตอินเวอร์เตอร์ ค. ตัวต้านทานเบรกภายนอก ง. จุดต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ	3	1
วัตถุประสงค์ที่ 2.3 อธิบายหน้าที่การทำงานของปุ่มการทำงานบนหน้าจออินเวอร์เตอร์			
19.	ปุ่มทำงาน RUN ของอินเวอร์เตอร์มีหน้าที่อะไร ก. ปุ่มกดเพื่อสั่งให้มอเตอร์หมุน ข. ปุ่มกดเพื่อเข้าสู่โหมดฟังก์ชันต่างๆ ค. ปุ่มกดเพื่อสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน ง. ปุ่มกดเลื่อนขึ้นลง เลือกพารามิเตอร์	3	1
20.	ปุ่มทำงาน STR ของอินเวอร์เตอร์มีหน้าที่อะไร ก. ปุ่มกดเพื่อเข้าสู่โหมดฟังก์ชันต่างๆ ข. ปุ่มกดเลื่อนขึ้น - ลง เลือกพารามิเตอร์ต่างๆ ค. ปุ่มกดเพื่อสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน ค. ปุ่มกดเพื่อบันทึกค่าพารามิเตอร์	3	1

ตารางที่ ก.2 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ

ที่	รายการความสามารถ	ผลการพิจารณา	
		ΣR	IOC
1.	การเตรียมเครื่องมือ		
	1.1 รู้จักเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งอินเวอร์เตอร์	2	0.667
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือในการติดตั้งอินเวอร์เตอร์	3	1
	1.3 การเปิดฝาอินเวอร์เตอร์	3	1
	1.4 รู้จักส่วนประกอบต่างๆ ของอินเวอร์เตอร์	3	1
	1.5 ตรวจสอบเช็คจุดต่อสายภายในของอินเวอร์เตอร์	1	0.33
2,	การติดตั้งอินเวอร์เตอร์อิตาซี รุ่น SJ200		
	2.1 การขันน็อตสกรูขั้วต่อสายอินเวอร์เตอร์	2	0.667
	2.2 การต่อสาย U จากมอเตอร์เข้ากับขั้วต่อ U ของอินเวอร์เตอร์	3	1
	2.3 การต่อสาย V จากมอเตอร์เข้ากับขั้วต่อ V ของอินเวอร์เตอร์	3	1
	2.4 การต่อสาย W จากมอเตอร์เข้ากับขั้วต่อ W ของอินเวอร์เตอร์	3	1
	2.5 การต่อสายแหล่งจ่ายไฟสลับเข้ากับขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟ L1 ของอินเวอร์เตอร์	3	1
	2.6 การต่อสายแหล่งจ่ายไฟสลับเข้ากับขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟ L3/N ของอินเวอร์เตอร์	3	1
	2.7 การเสียบปลั๊กไฟแหล่งจ่ายให้กับตัวมอเตอร์และตัวอินเวอร์เตอร์	2	0.667
3.	การทดสอบตั้งค่าใช้งานพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์อิตาซี รุ่น SJ200		
	3.1 การตั้งค่าความถี่ใช้งานเริ่มต้นของอินเวอร์เตอร์เท่ากับ 50 Hz	3	1
	3.2 การตั้งค่าสั่งงานจากหน้าจออินเวอร์เตอร์	2	0.667
	3.3 การตั้งค่าอินเวอร์เตอร์สั่งให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา	3	1
	3.4 การดูค่าพารามิเตอร์แสดงการหมุนตามเข็มนาฬิกาของมอเตอร์	1	0.33
	3.5 การกดปุ่มหน้าจออินเวอร์เตอร์สั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน	3	1
	3.6 การตั้งค่าอินเวอร์เตอร์สั่งให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา	3	1
	3.7 การดูค่าพารามิเตอร์แสดงการหมุนทวนเข็มนาฬิกาของมอเตอร์	1	0.33
	3.8 การปิดฝาอินเวอร์เตอร์	2	0.667

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	RU	RL	P	D	p	q	pq	
1	7	4	0.55	0.3	0.55	0.45	0.24	
2	8	5	0.65	0.3	0.65	0.35	0.228	
3	8	4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.24	
4	9	6	0.75	0.3	0.75	0.25	0.188	
5	9	5	0.7	0.4	0.7	0.3	0.21	
6	9	6	0.75	0.3	0.75	0.25	0.188	
7	8	4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.24	
8	9	6	0.75	0.3	0.75	0.25	0.188	
9	9	6	0.75	0.3	0.75	0.25	0.188	
10	9	4	0.65	0.5	0.65	0.35	0.228	
11	9	5	0.7	0.4	0.7	0.3	0.21	
12	9	6	0.75	0.3	0.75	0.25	0.188	
13	9	6	0.75	0.3	0.75	0.25	0.188	
14	10	7	0.85	0.3	0.85	0.15	0.128	
15	8	5	0.65	0.3	0.65	0.35	0.228	
16	6	3	0.45	0.3	0.45	0.55	0.248	
17	9	5	0.7	0.4	0.7	0.3	0.21	
18	9	6	0.75	0.3	0.75	0.25	0.188	
19	7	4	0.55	0.3	0.55	0.45	0.24	
20	9	6	0.75	0.3	0.75	0.25	0.188	
เฉลี่ย					$\sum p.q$		4.094	

**หมายเหตุ P หมายถึง ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
D หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ตารางที่ ค.4 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR20)

คนที่	คะแนน (X)	(X ²)	คนที่	คะแนน (X)	(X ²)
1	19	361	11	15	225
2	19	361	12	14	196
3	18	324	13	11	121
4	18	324	14	11	121
5	17	289	15	10	100
6	17	289	16	9	81
7	17	289	17	9	81
8	17	289	18	9	81
9	16	256	19	8	64
10	15	225	20	8	64
				$\sum X = 277$	$\sum X^2 = 4141$

ค่าความแปรปรวน

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

$$S^2 = \frac{20(4141) - (277)^2}{20(20-1)}$$

$$S^2 = 16.02$$

ค่าความเชื่อมั่น

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

$$r_u = \frac{20}{20-1} \left(1 - \frac{4.094}{16.02} \right)$$

$$r_u = 0.75$$

ตารางที่ ค.5 แสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตซิงค์ รุ่น SJ200 จากผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น			\bar{X}	S.D.	ระดับ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. เนื้อหาและการนำเสนอ						
1.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	4	4	4	4.00	0.00	ดี ¹
1.2 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	4	5	4.67	0.58	ดี ¹
1.3 ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58	ดี ¹
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี ¹
1.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี ¹
1.6 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4	5	4	4.33	0.58	ดี ¹
1.7 ความชัดเจนของเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี ¹
1.8 ความน่าสนใจของเนื้อหา	5	4	4	4.33	0.58	ดี ¹
1.9 ความเพียงพอของเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี ¹
ระดับค่าเฉลี่ยรวม				4.29	0.38	ดี¹

ตารางที่ ค.6 แสดงผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200 จากผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น			\bar{X}	S.D	ระดับ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ						
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58	ดี
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยด้านเนื้อหาและการนำเสนอ				4.67	0.38	ดี
2. ด้านภาพและตัวอักษร						
2.1 ความเหมาะสมของภาพในด้านสื่อความหมาย	4	5	5	4.67	0.58	ดี
2.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	4	4.00	0.00	ดี
2.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	4	4	4	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยด้านภาพและตัวอักษร				4.25	0.28	ดี
3. ด้านเวลา						
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	5	4	5	4.67	0.58	ดี
3.3 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอ เนื้อหาทั้งหมด	4	5	4	4.33	0.58	ดี
เฉลี่ยเวลาที่ใช้ในบทเรียน				4.33	0.38	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวม				4.40	0.34	ดี

ตารางที่ ค.7 แสดงผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบ
อิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200

คน/ ลำดับที่	ภาคทฤษฎี (20%)	คะแนนภาคปฏิบัติ			คะแนนรวม (80%)	ร้อยละ (100%)
		ขั้นตอนที่ 1 (12)	ขั้นตอนที่ 2 (21)	ขั้นตอนที่ 3 (18)		
1	18	11	21	16	75.29	92.29
2	19	12	17	17	72.15	92.15
3	19	10	19	17	72.15	91.15
4	17	10	19	15	69.01	87.01
5	20	11	18	17	72.15	91.15
6	18	10	19	15	70.58	88.58
7	17	9	18	18	69.01	86.01
8	19	10	17	16	72.15	92.15
9	18	9	18	15	70.58	89.58
10	19	10	19	15	70.58	87.58
11	19	9	19	17	65.88	83.88
12	18	12	18	16	67.45	86.45
13	17	10	17	14	73.72	93.72
14	20	11	21	15	70.58	89.58
15	19	10	18	15	67.45	86.45
16	18	10	18	14	72.15	90.15
17	18	12	19	14	64.31	81.31
18	19	12	19	15	65.88	83.88
19	19	10	19	16	69.01	88.01
20	18	10	17	15	65.88	83.88
รวม	369	208	369	313	1395.96	
คะแนนเฉลี่ย	92.25				69.79	88.24

ภาคผนวก ง

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ
แบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์อิตาชิ รุ่น SJ200

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์อิตาชิ รุ่น SJ200

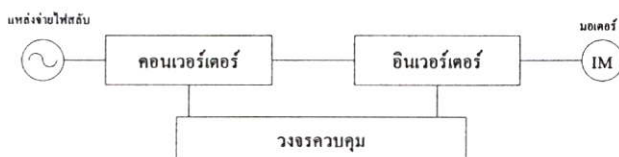
คำชี้แจง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว กากบาท (X) ลงหน้าคำตอบที่ถูกต้อง

1. ข้อใดคือความหมายของอินเวอร์เตอร์

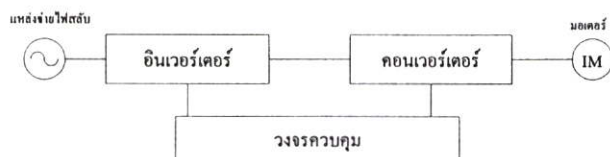
- ก. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
 ข. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
 ค. อุปกรณ์แปลงไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันคงที่เป็นไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันขนาดต่างๆ
 ง. อุปกรณ์แปลงไฟตรงที่มีความถี่และแรงดันคงที่เป็นไฟตรงที่มีความถี่และแรงดันขนาดต่างๆ

2. ข้อใดคือโครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ที่ถูกต้อง

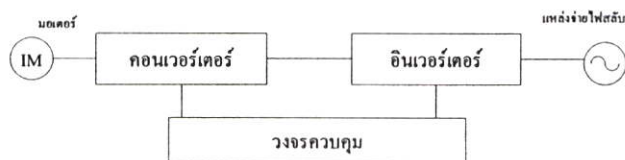
ก.



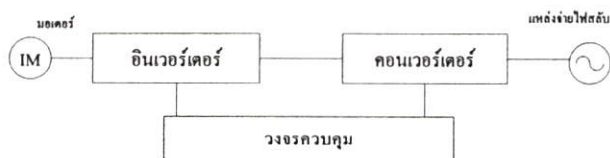
ข.



ค.



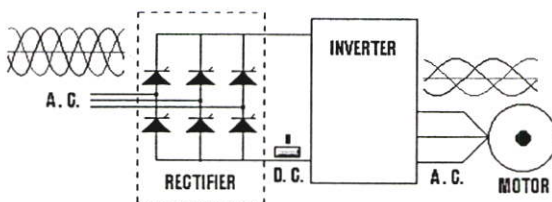
ง.



3. ข้อใดไหนเป็นแหล่งจ่ายไฟที่ป้อนให้กับอินเวอร์เตอร์

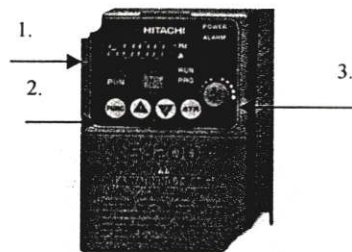
- ก. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง
 ข. แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ
 ค. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงที่มีรูปคลื่นซายน์
 ง. แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับที่มีรูปคลื่นซายน์

4. ส่วนประกอบหลักของอินเวอร์เตอร์ ประกอบด้วยส่วนใดบ้าง
 - ก. ภาคคอนเวอร์เตอร์
 - ข. ภาคอินเวอร์เตอร์
 - ค. ภาคคอนเวอร์เตอร์และภาคอินเวอร์เตอร์
 - ง. ภาคอินเวอร์เตอร์และภาคแหล่งจ่ายไฟ
5. ส่วนประกอบสำคัญของวงจรอินเวอร์เตอร์ คือข้อใด
 - ก. ทรานซิสเตอร์ (ไอจีบีที)
 - ข. คาปาซิเตอร์
 - ค. รีซิสเตอร์
 - ง. ไทริสเตอร์
6. หน้าที่ของไอจีบีที (IGBT) คือข้อใด
 - ก. สวิตช์ตัดต่อแรงดันไฟฟ้า
 - ข. สวิตช์ตัดต่อความถี่ของแรงดันไฟฟ้า
 - ค. สวิตช์ตัดต่อกระแสไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ
 - ง. สวิตช์ตัดต่อกระแสไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง
7. หน้าที่ของวงจรคอนเวอร์เตอร์คือข้อใด
 - ก. แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสสลับ
 - ข. แปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสตรง
 - ค. แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง
 - ง. แปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสสลับ
8. หน้าที่ของวงจรอินเวอร์เตอร์คือข้อใด
 - ก. แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสสลับ
 - ข. แปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสตรง
 - ค. แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง
 - ง. แปลงไฟกระแสตรงเป็นไฟกระแสสลับ
9. จากรูปวงจรพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์ หน้าที่ของวงจรเรกติไฟเออร์ คือข้อใด



วงจรพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์

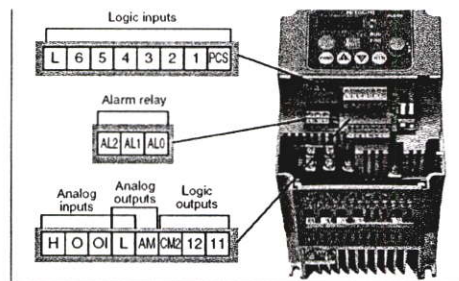
9. จากรูปวงจรพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์ หน้าที่ของวงจรถูกตีไฟเอร์ คือข้อใด
- เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้าเป็นกระแสไฟฟ้า
 - เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้าเป็นกระแสไฟฟ้า
 - เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
 - เปลี่ยนจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
10. จากรูปวงจรข้อที่ 9 วงจรเชื่อมต่อทางดีซีทำหน้าที่อะไร
- เชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์กับแหล่งจ่าย
 - เชื่อมต่อระหว่างอินเวอร์เตอร์กับแหล่งจ่าย
 - ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เรียบยิ่งขึ้น
 - ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เรียบยิ่งขึ้น
11. ข้อใดคือประโยชน์ของอินเวอร์เตอร์
- ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์
 - กลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์
 - ลดกระแสกระชากในการสตาร์ทของมอเตอร์
 - ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
12. ข้อใดคือส่วนประกอบของอินเวอร์เตอร์ ดังรูปที่ 1



รูปอินเวอร์เตอร์

- จอแสดงผลอินเวอร์เตอร์
- ปุ่มควบคุมของอินเวอร์เตอร์
- ปุ่มปรับความถี่ของอินเวอร์เตอร์
- ซีอรุ่นของอินเวอร์เตอร์

13. จากรูปวงจรข้อที่ 12 ข้อใดคือส่วนประกอบของอินเวอร์เตอร์
 ดังหมายเลข 2
- ก. หน้าจอแสดงผลอินเวอร์เตอร์
 ข. ปุ่มกดฟังก์ชันของอินเวอร์เตอร์
 ค. ปุ่มปรับความถี่อินเวอร์เตอร์
 ง. ซีอรุ่นของอินเวอร์เตอร์
14. จากรูปวงจรข้อที่ 12 ข้อใดคือส่วนประกอบของอินเวอร์เตอร์
 ดังหมายเลข 3
- ก. อุปกรณ์ป้องกันความร้อน
 ข. พัดลมระบายอากาศ
 ค. ปุ่มปรับความถี่ของอินเวอร์เตอร์
 ง. ปุ่มแสดงผลอินเวอร์เตอร์
15. จากรูปส่วนประกอบภายในของอินเวอร์เตอร์ จุดต่อ PCS คืออะไร



รูปจุดต่อวงจรภายในของอินเวอร์เตอร์

- ก. จุดต่อร่วมเอาต์พุต
 ข. แหล่งจ่ายแรงดัน +24V
 ค. จุดต่อร่วมดิจิทัลอินพุต +24V
 ง. แหล่งจ่ายอนาล็อกแรงดัน +10V
16. จากรูปวงจรข้อที่ 15 จุดต่อวงจรควบคุม ALO คืออะไร
- ก. จุดต่อรีเลย์ร่วม
 ข. จุดต่อร่วมเอาต์พุต
 ค. จุดต่อร่วมดิจิทัล +24V
 ง. จุดต่อร่วมอนาล็อกอินพุต

17. หน้าที่ของจุดต่อวงจรหลัก L1, L2, N/3 คือข้อใด
- จุดต่อลงกราวด์
 - จุดต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ
 - จุดต่อเบรกภายนอก
 - เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์
18. หน้าที่ของจุดต่อวงจรหลัก U, V, W คือข้อใด
- ดีซีรีแอคเตอร์
 - เอาต์พุตอินเวอร์เตอร์
 - ตัวต้านทานเบรกภายนอก
 - จุดต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ
19. ปุ่มทำงาน RUN ของอินเวอร์เตอร์มีหน้าที่อะไร
- ปุ่มกดเพื่อสั่งให้มอเตอร์หมุน
 - ปุ่มกดเพื่อเข้าสู่โหมดฟังก์ชันต่างๆ
 - ปุ่มกดเพื่อสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน
 - ปุ่มกดเลื่อนขึ้นลง เลือกพารามิเตอร์
20. ปุ่มทำงาน STR ของอินเวอร์เตอร์มีหน้าที่อะไร
- ปุ่มกดเพื่อเข้าสู่โหมดฟังก์ชันต่างๆ
 - ปุ่มกดเลื่อนขึ้น - ลง เลือกพารามิเตอร์ต่างๆ
 - ปุ่มกดเพื่อสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน
 - ปุ่มกดเพื่อบันทึกค่าพารามิเตอร์

ภาคผนวก จ

แบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก
ความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งอินเวอร์เตอร์อิตาชิ รุ่น SJ200

แบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกภาคปฏิบัติ
เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์อิตาชี รุ่น SJ200

ชื่อผู้เรียน.....วันที่.....

คำชี้แจง

1. ใบบันทึกรายการความสามารถนี้ ครูฝึกต้องทำการประเมินผลการฝึกปฏิบัติของผู้เรียนตามที่กำหนด โดยอาศัยการสังเกต
2. ครูฝึกสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนตามรายการความสามารถที่อยู่ในใบบันทึกรายการความสามารถ
3. ครูฝึกทำเครื่องหมายบนรายการความสามารถ เพื่อวัดพฤติกรรมของผู้เรียนให้ตามรายการความสามารถ

รายละเอียดของระดับความสามารถ

- | | |
|---------|---|
| ระดับ 3 | สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ขอคำแนะนำจากครูฝึก |
| ระดับ 2 | สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง โดยขอคำแนะนำจากครูฝึก |
| ระดับ 1 | สามารถปฏิบัติงานได้ แต่ต้องการคำแนะนำจากครูฝึกอย่างใกล้ชิด
ปฏิบัติงานได้ไม่ถูกต้อง ต้องฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม |
| ระดับ 0 | ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ |

เกณฑ์การประเมิน

ผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น เข้ารับการประเมินจากครูฝึก ผู้เรียนต้องผ่านการประเมินด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

แบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกภาคปฏิบัติ
เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์อิตาซี รุ่น SJ200

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
1.	การเตรียมเครื่องมือ				
	1.1 รู้จักเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งอินเวอร์เตอร์				
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือในการติดตั้งอินเวอร์เตอร์				
	1.3 การเปิดฝาอินเวอร์เตอร์				
	1.4 รู้จักส่วนประกอบต่างๆ ของอินเวอร์เตอร์				
	1.5 ตรวจสอบจุดต่อสายภายในของอินเวอร์เตอร์				
2.	การติดตั้งอินเวอร์เตอร์อิตาซี รุ่น SJ200				
	2.1 การขันน็อตสกรูขั้วต่อสายอินเวอร์เตอร์				
	2.2 การต่อสาย U จากมอเตอร์เข้ากับขั้วต่อ U ของอินเวอร์เตอร์				
	2.3 การต่อสาย V จากมอเตอร์เข้ากับขั้วต่อ V ของอินเวอร์เตอร์				
	2.4 การต่อสาย W จากมอเตอร์เข้ากับขั้วต่อ W ของอินเวอร์เตอร์				
	2.5 การต่อสายแหล่งจ่ายไฟสลับเข้ากับขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟ L1 ของอินเวอร์เตอร์				
	2.6 การต่อสายแหล่งจ่ายไฟสลับเข้ากับขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟ L3/N ของอินเวอร์เตอร์				
	2.7 การเสียบปลั๊กไฟแหล่งจ่ายให้กับตัวมอเตอร์และตัวอินเวอร์เตอร์				

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
3.	การทดสอบตั้งค่าใช้งานพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์อิตาซี รุ่น SJ200				
	3.1 การตั้งค่าความถี่ใช้งานเริ่มต้นของอินเวอร์เตอร์ เท่ากับ 50 Hz				
	3.2 การตั้งค่าสั่งงานจากหน้าจออินเวอร์เตอร์				
	3.3 การตั้งค่าอินเวอร์เตอร์สั่งให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา				
	3.4 การดูค่าพารามิเตอร์แสดงการหมุนตามเข็มนาฬิกาของ มอเตอร์				
	3.5 การกดปุ่มหน้าจออินเวอร์เตอร์สั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน				
	3.6 การตั้งค่าอินเวอร์เตอร์สั่งให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา				
	3.7 การดูค่าพารามิเตอร์แสดงการหมุนทวนเข็มนาฬิกาของ มอเตอร์				
	3.8 การปิดฝาอินเวอร์เตอร์				
	รวมคะแนน				
	รวมคะแนนทั้งหมด				

ผลการประเมินแบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ

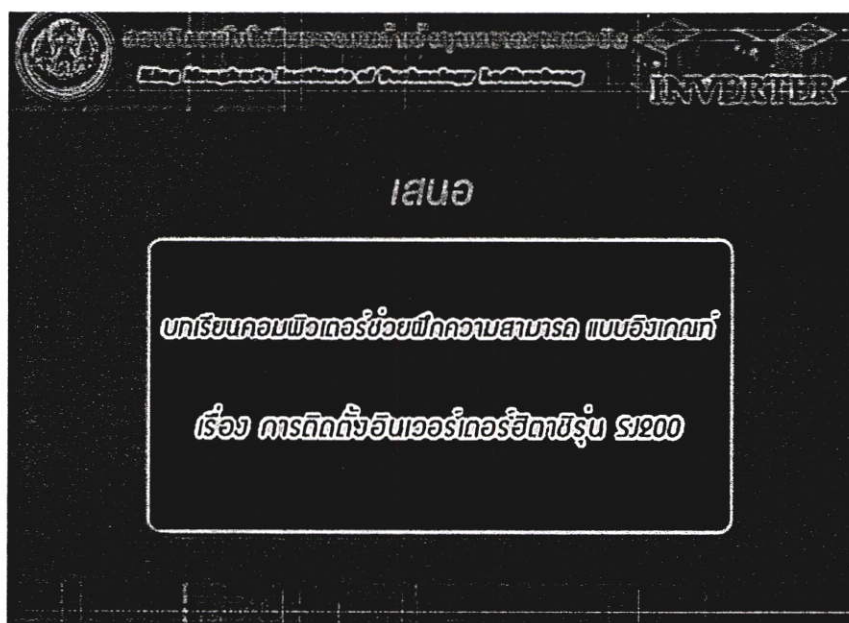
รายละเอียดของระดับความสามารถ

- ระดับ 3 สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ขอคำแนะนำจากครูฝึก
- ระดับ 2 สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง โดยขอคำแนะนำจากครูฝึก
- ระดับ 1 สามารถปฏิบัติงานได้ แต่ต้องการคำแนะนำจากครูฝึกอย่างใกล้ชิด
ปฏิบัติงานได้ไม่ถูกต้อง ต้องฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม
- ระดับ 0 ไม่สามารถปฏิบัติงานได้

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยความสามารถแบบอิงเกณฑ์

ตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่อง การติดตั้งอินเวอร์เตอร์อีตาซี รุ่น SJ200



King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

INVERTER

กรุณากรอกข้อมูล

ชื่อ-สกุล

แผนก

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

INVERTER

กรุณากรอกข้อมูล

ชื่อ-สกุล

แผนก


 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang




หน่วยที่ 1 หลักการของอินเวอร์เตอร์








หน่วยที่ 2 อินเวอร์เตอร์ชนิดซีดีซี รุ่น SJ200


หน่วยที่ 3 วิธีการติดตั้งอินเวอร์เตอร์



แบบทดสอบ


เฉลยจากแบบทดสอบ


 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang



ส่วนประกอบภายนอกของอินเวอร์เตอร์ชนิดซีดีซี รุ่น SJ200



1. กระจกพลาสติกใส

2. แผงกดฟังก์ชัน (Keypad)

3. ซีดีรุ่น SJ200

4. พลาสติกห่อตัว

5. เข็มปรับความถี่

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวปีทมาพร พุ่มทับทิม
วัน เดือน ปี เกิด	29 เมษายน 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดสงขลา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	199/179 ถนนรังสิต – นครนายก หมู่ที่ 4 ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
สถานที่ทำงาน	สำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานจังหวัดนครนายก อาคารศาลากลาง ชั้น 4 ถนนสุวรรณศร ตำบลท่าช้าง อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก 26000
ตำแหน่ง	เจ้าพนักงานแรงงาน
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาศาสตรบัณฑิต (ค.อ.บ) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษาศาสตรบัณฑิต (ค.อ.ม) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง