

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องความหมายและแบบคircuit
เครื่องม้วนขดลวดทองแดงไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2546

CBST, ON WINDING COIL OF THREE PHASE A.C. MOTOR FOR
ELECTRICAL TRADE PROGRAM OF THE 2003 CURRICULUM
FOR THE CERTIFICATE OF VOCATIONAL EDUCATION

ปราจักษ์ มงคลชัย
PRAJAKCHAI MALAI

โดยงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนแก่ผู้เรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สาขาวิชาช่างเทคนิคไฟฟ้า
วิทยาลัยเทคนิค
สถานศึกษาในจังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2550

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
เรื่องการพัฒนามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546

CBST. ON WINDING COIL OF THREE PHASE A.C. MOTOR FOR
ELECTRICAL TRADE PROGRAM OF THE 2003 CURRICULUM
FOR THE CERTIFICATE OF VOCATIONAL EDUCATION

ประจักษ์ชัย มาลัย

PRAJAKCHAI MALAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

**CBST. ON WINDING COIL OF THREE PHASE A.C. MOTOR FOR
ELECTRICAL TRADE PROGRAM OF THE 2003 CURRICULUM
FOR THE CERTIFICATE OF VOCATIONAL EDUCATION**

PRAJAKCHAI MALAI

**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 GRADUTE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546

นักศึกษา

นายประจักษ์ชัย มาลัย

รหัสประจำตัว

45063322

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2550

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกทักษะและปฏิบัติผ่านเกณฑ์ด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ประกอบด้วยเนื้อหา 3 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 การถอดมอเตอร์และรีอชดลวดมอเตอร์ หน่วยที่ 2 การพันขดลวดและเคลื่อนจนวนมอเตอร์ หน่วยที่ 3 การประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน หลังจากศึกษาทั้ง 3 หน่วยแล้ว ทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ เพื่อประเมินผู้เข้ารับการอบรม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร ที่กำลังศึกษาในวิชา มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 20 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เมื่อศึกษาจบบทเรียนแล้วทำการทดสอบจากแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส หลังจากนั้นนำคะแนนสอบทั้งสองภาคมารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์การทดสอบได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และมีผลคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 95.44 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพัน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2546
สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Thesis Title	CBST. on winding coil of three phase A.C. motor for Electrical Trade program of the 2003 Curriculum for the Certificate of Vocational Education
Student	Mr. Prajakchai Malai
Student ID.	45063322
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2007
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr.Threraphon Thephasadin Na Ayuthya
Thesis Co-Advisor	Dr. Somchai Maunsaiyat

ABSTRACT

The objectives of this thesis were to develop and evaluate the effectiveness of the competency based skill training on winding coil of three phase AC motor for Electrical Trade program of the 2003 Curriculum for the Certificate of Vocational Education. The 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 test with scores of more than 80 percent.

This competency based skill training on winding coil of three phase AC motor for Electrical Trade program of the 2003 Curriculum for the Certificate of Vocational Education was divided into three learning modules: 1) Taking off motor and dismantling motor's coil, 2) Binding coil and Enameling motor's insulator, and 3) Assembling motor and Testing. After the completion all three modules, students took the examination paper.

The sample group was 20 students from the Vocational Certificate Curriculum majoring in electrical from Kranjanapisek Mahanakorn Technical College. They studied three phases AC motor, and the training lesson. Then the group finished the theory test of 20 items and took the practice test. Scoring from both tests were combined to calculate in percentage.

The result showed that the sample group passed the criterion of 20 students (100%) had scores more than 80 percentage. The average score of sample group was 95.44 . Therefore the competency based skill training on three phases AC motor could be effectively used in vocational education.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแหล่งข้อมูลเพื่อศึกษาค้นคว้า และคำแนะนำแนวทางรวมทั้งการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำเพื่อการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร ที่อำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นที่รัก รวมทั้งภรรยา และสมาชิกทุกคนในครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย ดูแลเอาใจใส่ ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน ให้กำลังใจ และส่งเสริมด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัย ตลอดจนเพื่อนๆ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครู- อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

ประจักษ์ชัย มาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญรูป.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.6 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ วิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.....	5
2.2 ทฤษฎีการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....	7
2.3 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	13
2.4 การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์.....	14
2.5 การพัฒนาการฝึกแบบ CBST (Competency Based Skill Training).....	17
2.6 โปรแกรมระบบนิพจน์ Autoware.....	25
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	34
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	34
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การดำเนินการวิจัย.....	35
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	45
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	47
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	50
4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์.....	50
4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบรายความสามารถภาคปฏิบัติ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์.....	52
4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์.....	53
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	56
5.1 สรุปผลการวิจัย	56
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	59
5.3 ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก	64
หนังสือผลการพิจารณาหัวข้อ.....	65
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย.....	66
หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือ.....	67
หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิจัย.....	68
ภาคผนวก ข.....	69
แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม70	
ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	72

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค.....	79
แบบทดสอบภาคทฤษฎี.....	80
เฉลยแบบทดสอบภาคทฤษฎี.....	83
การหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก.....	84
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	86
แบบประเมินรายการความสามารถ.....	87
ผลการประเมินรายการความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ.....	91
ภาคผนวก ง.....	95
แบบประเมินคุณภาพบทเรียน (ด้านเนื้อหา).....	96
แบบประเมินคุณภาพบทเรียน (ด้านการผลิตสื่อ).....	98
ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียน (ด้านเนื้อหา).....	100
ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียน บทเรียน (ด้านการผลิตสื่อ).....	102
ภาคผนวก จ.....	103
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	104
ภาคผนวก ฉ.....	118
คู่มือการฝึกปฏิบัติ การพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....	119
ประวัติผู้เขียน.....	136

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แสดงหน่วยการเรียนรู้ วิชามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.....6
2.2	แสดงหน่วยการเรียนรู้รายสัปดาห์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....7
2.3	ตัวอย่างตารางที่ใช้จัดข้อมูล.....9
3.1	แสดงเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น.....44
4.1	แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....50
4.2	แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบรายการความสามารถ ภาคปฏิบัติ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....52
4.3	แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบในภาคทฤษฎีและแบบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ54
ข.1	ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎี กับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม.....72
ค.1	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ โดยมี ผู้เรียน (N) จำนวน 20 คน.....84
ค.2	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR20).....86
ค.3	แบบประเมินรายการความสามารถที่ 1 เรื่องการถอดมอเตอร์และการรีดขดลวดมอเตอร์..88
ค.4	แบบประเมินรายการความสามารถที่ 2 เรื่องการพันขดลวดและเคลือบฉนวนมอเตอร์.....89
ค.5	แบบประเมินรายการความสามารถที่ 3 เรื่องการประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน.90
ค.6	แสดงผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เรื่องการถอด มอเตอร์และการรีดขดลวดมอเตอร์.....91
ค.7	แสดงผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เรื่องการพันขดลวด และเคลือบฉนวนมอเตอร์.....92
ค.8	แสดงผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เรื่องการประกอบ มอเตอร์และทดลองการทำงาน.....94
ง.1	ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านเนื้อหา).....100
ง.2	ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านการผลิตสื่อ).....102

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขดลวดภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....	8
2.2 การหุ้มฉนวนร่องสลีต.....	9
2.3 การพันขดลวดของมอเตอร์ขนาดเล็ก.....	10
2.4 การพันขดลวดของมอเตอร์ขนาดใหญ่.....	10
2.5 การใส่ขดลวดลงในร่องสลีต.....	10
2.6 การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ เฟส A.....	11
2.7 การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ เฟส B.....	11
2.8 การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ เฟส C.....	11
2.9 การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....	11
2.10 การต่อขดลวดแบบสตาร์.....	12
2.11 การต่อขดลวดแบบเดลต้า.....	12
2.12 การทดสอบการต่อวงจรภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสด้วยลูกปืนเหล็ก.....	12
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	39
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	43
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้บทเรียน.....	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้มีการนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มาใช้กันอย่างแพร่หลายในสายการผลิตทำให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสมีความจำเป็นอย่างมากในสายงานเพราะเป็นตัวขับเคลื่อนให้สายการผลิตดำเนินการผลิตต่อไปได้ การที่จะทำให้อัตราการผลิตของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสมีคุณภาพดีนั้นก็ขึ้นอยู่กับบุคลากรที่ทำการผลิตมอเตอร์นั้นด้วย

ดังนั้นทางสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สังกัดกระทรวงศึกษาธิการได้บรรจุวิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ไว้เป็นวิชาเลือกในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีการศึกษา 2546 แผนกช่างไฟฟ้า ซึ่งในคำอธิบายรายวิชาของวิชามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับนั้นได้เน้นการเรียนการสอนไปทางภาคปฏิบัติ โดยกำหนดถึงการตรวจสอบและพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสและ 3 เฟส ซึ่งในการปฏิบัติจริงนั้นได้พบปัญหาอันเนื่องมาจากขั้นตอนในการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส นั้นยุ่งยากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส เพราะในการพันจะต้องมีการวางซ้อนกันของขดลวดอีกทั้งเวลาลงขดลวด 2 ชุด สุดท้ายต้องทำการยกขดลวดที่ลงไปแล้ว 7 ร่องสล็อตขึ้นมาก่อนเพื่อให้ขดลวดเรียงกันสวยงาม ทำให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนต่างๆ ในการปฏิบัติได้ยาก สื่อที่ใช้ในการเรียนมีน้อย อีกทั้งยังพบกับปัญหาต่างๆ ของการลงขดลวดภายในมอเตอร์ฝักรวมถึงการต่อวงจรภายใน, การรองฉนวนร่องสล็อต, การใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ถูกต้องด้วย ทำให้เกิดการสูญเสียขดลวดทองแดงจากขดลวดที่อยู่ในร่องสล็อต เนื่องจากขดลวดร่วงลงโครงมอเตอร์ทำให้มอเตอร์เกิดการลัดวงจรและในบางครั้งก็เกิดการไหม้ของขดลวดซึ่งถ้าเกิดการไหม้ในแต่ละครั้งทำให้ขดลวดเสียหายเป็นจำนวนมากซึ่งขดลวดนั้นก็มียราคาแพง วัสดุที่เตรียมไว้ไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาที่ใช้

จากปัญหาดังกล่าว เพื่อให้กระบวนการจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามความเหมาะสม จึงได้นำการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (Competency Based Skills Training : CBST) ซึ่งหมายถึง การฝึกความสามารถของผู้เรียนให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ ผู้เรียน เกิดความรู้ (Knowledge) แสดงให้ผู้เรียนดู (Show) จากนั้นให้ผู้เรียนลงมือทำ (Do) ทบทวน (Review) และผ่าน (Pass Through) มาแก้ไขปัญหา เนื่องจากเป็นการสอนที่เน้นให้มีการฝึกหัดโดยใช้คอมพิวเตอร์ ฝึกทักษะตามความสามารถของแต่ละบุคคลเป็นการฝึกความสามารถจนเกิด

ความชำนาญและขบวนการนำไปสู่ทักษะที่สามารถนำไปทดลองปฏิบัติงานจริงได้ (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม . 2539 : 29)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสขึ้น โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการปฏิบัติงาน มีประสิทธิภาพในการทำงาน สามารถทดลองและปฏิบัติงานได้ และผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และมีมาตรฐานตามที่กำหนดขึ้นในวิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ โดยจะมุ่งเน้นไปที่การพันมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส เพื่อพัฒนาความรู้ให้กับนักเรียน สาขาวิชาช่างไฟฟ้าของวิทยาลัยในสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษา ซึ่งนักเรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกนี้มาทบทวนได้ทุกชั้นตอนหลังเรียนในห้องได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546

1.3 สมมติฐานการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 สามารถนำมาใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยร้อยละ 80 ของผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ซึ่งเน้นการการจำลองการฝึกความสามารถจนเกิดทักษะมากกว่าให้เกิดความรู้เพียงอย่างเดียว โดยอาศัยแนวคิดขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ตามคู่มือการฝึก CBST กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวง

แรงงานและสวัสดิการสังคม (คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST. 2543 : 52) โดยมีมาตรฐานที่ตั้งไว้มีลักษณะดังนี้ คือ

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

บทเรียนในแนวการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบการสอน 9 เหตุการณ์ ของ Gagne' (สุกรี รอดโพธิ์ทอง 2535: 4-7) จะต้องเน้น

1. การเร้าความสนใจ (Gain Attention)
2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guided Learning)
6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance)
9. การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ที่มุ่งเน้นรูปแบบชนิดของมอเตอร์ที่นำมาใช้ในบทเรียน เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 3 เฟส (INDUCTION MOTOR 3 PHASES) จำนวน 3 หน่วย ประกอบด้วย

1. การถอดมอเตอร์และรีอซคลวดมอเตอร์
2. การพันขลวดและเคลือบฉนวนมอเตอร์
3. การประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน

1.6 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 311 วิทยาลัย
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจงที่ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (CBST) หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ เสนอข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำสั่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และสีสรรต่างๆ พร้อมตัวอย่างการสาธิต และคำแนะนำให้ลงมือปฏิบัติจริงในเนื้อหา

1.7.2 ผู้เรียน หมายถึง นักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่3 วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่กำลังศึกษาวิชามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

1.7.3 การฝึกทักษะ หมายถึง กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน การพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

1.7.4 แบบประเมินรายการความสามารถ หมายถึง การกำหนดรายการหรือรายละเอียดต่างๆ ตามวิธีการปฏิบัติ เพื่อเป็นเกณฑ์การให้คะแนนตามความสามารถ

1.7.5 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ข้อสอบที่ใช้ทดสอบความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกแยกเป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบประเมินรายการความสามารถการฝึกภาคปฏิบัติภายหลังจากเรียนบทเรียนและฝึกปฏิบัติการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแล้ว โดยครูฝึกเป็นผู้วัด

1.7.6 ความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง การปฏิบัติงานของผู้เรียนในการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

1.7.7 ประสิทธิภาพของด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง ผลคะแนนของแบบประเมินรายการความสามารถของผู้เรียน โดยร้อยละ 80 ของผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นสามารถผ่านเกณฑ์ประเมินที่กำหนดคือ ร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.7.8 เกณฑ์ที่กำหนด หมายถึง ผลคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถทางการเรียนโดยแบบทดสอบภาคทฤษฎีและแบบประเมินรายการความสามารถ โดยผู้เรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

2.2 ทฤษฎีการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

2.3 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4 การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์

2.5 การพัฒนาการฝึกแบบ CBST (Competency Base Skill Training)

2.6 โปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีทักษะเข้าใจชนิด โครงสร้าง ส่วนประกอบ ของมอเตอร์ 1 เฟส และ 3 เฟส
2. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการทำงาน คุณลักษณะของมอเตอร์ 1 เฟส และ 3 เฟส
3. เพื่อให้มีความเข้าใจ การเริ่ม การกลับทิศทางการหมุน การหยุดมอเตอร์ การนำไปใช้งาน

และการบำรุงรักษา

4. เพื่อให้มีทักษะในการตรวจซ่อม พันมอเตอร์ บำรุงรักษามอเตอร์ 1 เฟส และ 3 เฟส
5. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงาน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติหลักการทำงาน ชนิด โครงสร้าง และส่วนประกอบของมอเตอร์ 1 เฟส และ 3 เฟส คุณลักษณะ การกลับทิศทางการหมุน การพันและทดสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ รายละเอียดเนื้อหาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ มีเนื้อหาดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงหน่วยการเรียนรู้ วิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

หน่วยที่	สัปดาห์ที่	ชื่อหน่วย	จำนวนคาบ
1	1-9	ปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	54
	10	สอบกลางภาค	6
2	11-19	ปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	54
	20	สอบปลายภาค	6

รายละเอียดเนื้อหาวิชามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ที่นำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ จัดอยู่ในหน่วยเรียนที่ 2

สาระสำคัญ

1. ขดลวดที่พันลงในสเตเตอร์ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบกรงกระรอก ประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด หรือ 3 เฟส จะมีปลายสายออกจากมอเตอร์ 6 สาย
2. การต่อขดลวดมอเตอร์ทำได้ 2 แบบสตาร์และแบบเดลต้า เมื่อต่อขดลวดแบบใดแบบหนึ่งแล้วจะเหลือปลายสายขดลวด 3 สาย สำหรับต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า จากนั้นจึงทำการวัดและทดสอบกระแสและความเร็วรอบ เมื่อต้องการกลับทางหมุนทำได้โดยการสลับปลายสายคู่ใดคู่หนึ่งที่ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและเกิดทักษะในซ่อม การถอดประกอบมอเตอร์และการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากศึกษาหน่วยนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกขั้นตอนการถอดส่วนประกอบพร้อมหรือขดลวดและบันทึกข้อมูลได้อย่างถูกต้อง
2. ทำฉนวนร่องสลีทและพันขดลวดได้อย่างถูกต้อง
3. บรรจุขดลวดในร่องสลีท และต่อขดลวดได้อย่างถูกต้อง
4. ปฏิบัติการมัดขดลวดและเคลือบฉนวนได้อย่างถูกต้อง
5. ประกอบและทดลองการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 2.2 แสดงหน่วยการเรียนรายสัปดาห์ เรื่องปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

หน่วยที่	เนื้อเรื่อง	จำนวนคาบ
2.1	การตรวจสอบและการถนอมมอเตอร์ - หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส - การตรวจสอบสภาพของมอเตอร์ - ขั้นตอนการถอด	6
2.2	การรีชดลวดและการจذبบันทึกข้อมูล - การรีชดลวดออกจากร่องสลีท - ค่าของแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความถี่, จำนวนขั้ว ความเร็วรอบ - ขนาดของเบอร์ชดลวด, ระยะห่างของชดลวด	3
2.3	วิธีการพันชดลวด และการทดสอบ - งานเลือกใช้นวน และการทำนวนรองชดลวด - การทำแบบพันชดลวด - การใส่ชดลวดลงร่องสลีท - การต่อชดลวดมอเตอร์ 3 เฟส - งานทดสอบวงจรชดลวด - การมัดชดลวด	36
2.4	การอาบวานิชและการอบแห้ง	6
2.5	การประกอบและการทดสอบ	3
	รวม	54

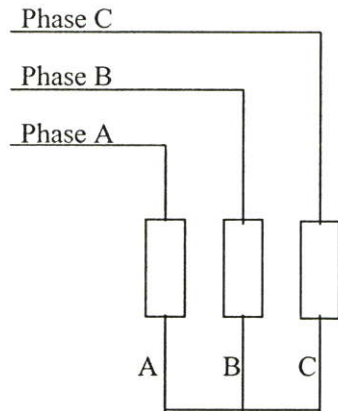
2.2 ทฤษฎีการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

เนื่องจากเราต้องการมอเตอร์ที่มีแรงม้าสูงๆ ดังนั้นจึงสร้าง มอเตอร์เครื่องเดียว 3 เฟส ให้มีแรงม้าเป็น 3 เท่าของมอเตอร์เฟสเดียว มอเตอร์ชนิดนี้ความเร็วเกือบคงที่ จึงสร้างให้มี Torque เหมาะแก่การใช้งาน บางชนิดมี Starting Torque สูง ปานกลางและต่ำ ส่วนใหญ่จึงสร้างให้ใช้กับกระแส 2 ค่า คือ 110 V และ 220 V (วันชัย นราเดช 2546 : 60-103)

เนื่องจากสามารถสร้างให้มีกำลังแรงม้าตั้งแต่ค่า (ตั้งแต่ 1/2 HP.) ถึง HP.สูง(หลายพันแรงม้า) มอเตอร์ชนิดนี้ใช้กับงานทุกอย่าง เช่น เครื่องทუნแรงยกของขนาดหนัก เครื่องกลึง เครื่องเจาะลิฟต์ เครื่องสูบของไหล เครื่องเป่าของไหล ฯลฯ

ส่วนประกอบของมอเตอร์ที่สำคัญมีอยู่ 3 ส่วน ส่วนหนึ่ง ส่วนหมุน และฝาครอบ จะสร้างคล้ายกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แต่ไม่มีสวิตช์แรงเหวี่ยง และจะสร้างเป็นขดลวด 3 ชุด ซึ่งเรียกว่าเฟส แต่ละเฟสทำมุมต่างกัน 120 องศา

ส่วนหนึ่งจะประกอบด้วยเรือนเหล็กเหนียว และแกนเหล็กแผ่นขดลวด ฝังอยู่ในร่อง สล๊อทแบบเดียวกับ capacitor และ Repulsion Motor ขดลวดจะต่อให้เกิดขดลวดสามชุด



รูปที่ 2.1 ขดลวดภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ส่วนหมุนอาจเป็นอะลูมิเนียมหล่อแบบขดลวด Squirrel cage เหมือนกับ Split Phase Motor หรือแบบ Wound rotor ส่วนหมุนมีขดลวดฝังอยู่ในแกนต่อกับวงแหวน วางอยู่บน Shelf ทั้งขดลวด Squirrel cage และ Wound rotor จะประกอบด้วยแกนเหล็กแผ่นฝังอยู่ใน Shelf ฝาครอบจะยึดติดกับส่วนหนึ่งสลักเกลียวเป็นที่บรรจุตุลึงลูกปืน สำหรับรองรับการหมุนของเพลา

การพันขดลวดใหม่ ทำเป็นขั้นดังต่อไปนี้

1. การถอดมอเตอร์และรี้อขดลวดมอเตอร์
2. การพันขดลวดและเกลือบฉนวนมอเตอร์
3. การประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน

1. การจดข้อมูล ต้องจดข้อมูลให้ได้มากเพียงพอตามลำดับ ดังนี้

- ข้อมูลจากแผ่นป้าย
- จำนวนร่องสล๊อท
- จำนวนขดลวด
- ชนิดของการต่อ
- จำนวนรอบในขดลวดแต่ละชุด
- ขนาดและระยะห่าง(Pitch) ของขดลวด
- ขนาดและชนิดของลวดเดิมที่ใช้พัน

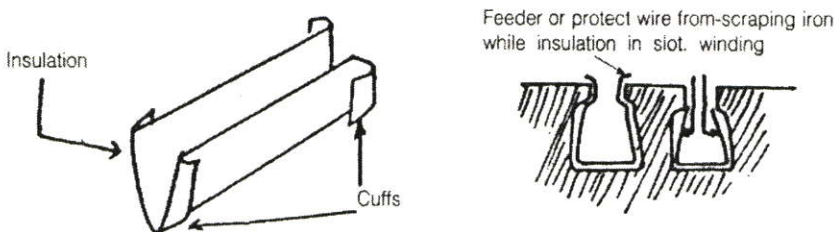
ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างตารางที่ใช้จัดข้อมูล

HP	RPM	Volts	Amps
cycle	type	Frame	style
Temp	Model	serial	Phase

No of coils	No of slot	Connection
Size wire	No of turns	No of group
Coils/Group	No of pole	Pitch of coils

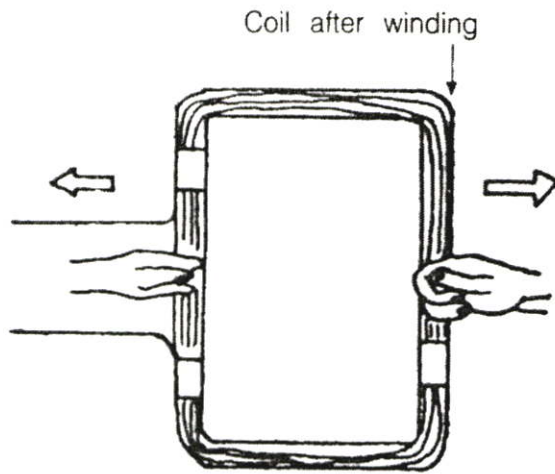
2. รื้อขดลวด ก่อนที่จะรื้อขดลวดออกจากส่วนหนึ่ง ต้องจดบอกชนิดของการต่อ เช่นต่อแบบเดลต้า หรือ สตาร์ อนุกรม หรือขนานใช้กับ แรงดันไฟฟ้าค่าเดียว หรือ 2 ค่ามีความเร็ว 2 จังหวะ หรือ 3 จังหวะ หรือ 4 จังหวะ จำนวนรอบขดลวดและพิชของขดลวด พร้อมทั้งขนาดและเบอร์ลวดที่ใช้ หลังจากเก็บขดลวดที่รื้อมา 1 ชุด และบันทึกข้อมูล แล้วต่อจากนั้นก็รื้อขดลวดนิยมนำไปเผาในเตาอบ หรืออาจใช้ตัดขดลวดแล้วดึงออกทีละเส้น บางครั้งเราอาจหาความยาวทั้งหมดของลวดที่ใช้ได้ โดยการชั่งน้ำหนักขดลวดที่รื้อออกมาทั้งหมด เปิดตารางดูว่า ต้องใช้ความยาวลวดเท่าไร ถึงจะได้น้ำหนักเท่ากับการชั่ง จากนั้นก็นำลวดเบอร์เดิมมาพันตามจำนวนรอบให้ได้เหมือนของเดิม

3. หุ้มร่องสลีตด้วยฉนวน โดยใช้กระดาษฉนวนตัดและพับ กระดาษจะวางยื่นออกมาจากปลายร่องสลีต ข้างละ 1/8 “โพลีขึ้นบนร่องสลีต 1 / 4”



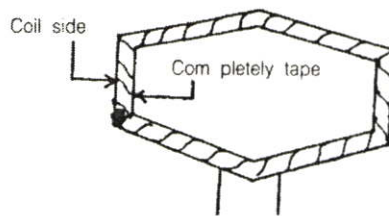
รูปที่ 2.2 การหุ้มฉนวนร่องสลีต

4. พันขดลวด ขดลวดของมอเตอร์เล็กๆ อาจใช้เครื่องพันเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วดึงให้เป็นรูปเหลี่ยม



รูปที่ 2.3 การพันขดลวดของมอเตอร์ขนาดเล็ก

สำหรับมอเตอร์ตัวใหญ่ๆ ต้องทำแบบ เป็นรูปเหลี่ยม



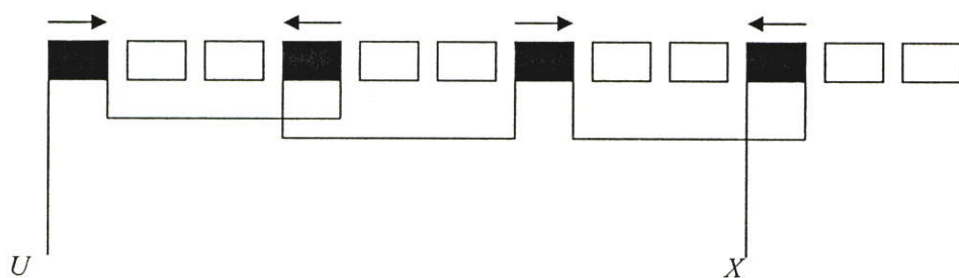
รูปที่ 2.4 การพันขดลวดของมอเตอร์ขนาดใหญ่

5. การใส่ขดลวดลงในสล๊อท จากนั้นสวมขดลงในร่องสล๊อทตะแคงขดลวดลงในช่องสล๊อท slot โดยยึดให้ข้างหนึ่งไม่ลงไฟในร่องสล๊อทจากนั้นก็อีกข้างลงไปร่องสล๊อท

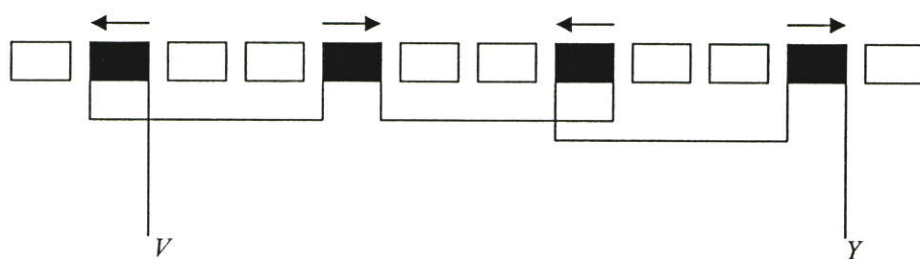


รูปที่ 2.5 การใส่ขดลวดลงในร่องสล๊อท

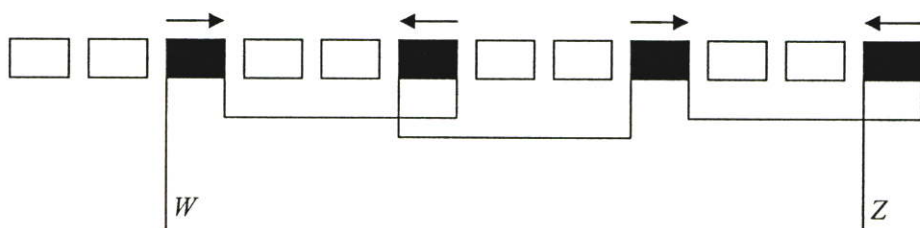
6. การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส เนื่องจากขดลวดภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสมีทั้งหมด 12 ชุด ดังนั้นการต่อขดลวดภายในจึงแบ่งเป็นเฟสละ 4 ชุด



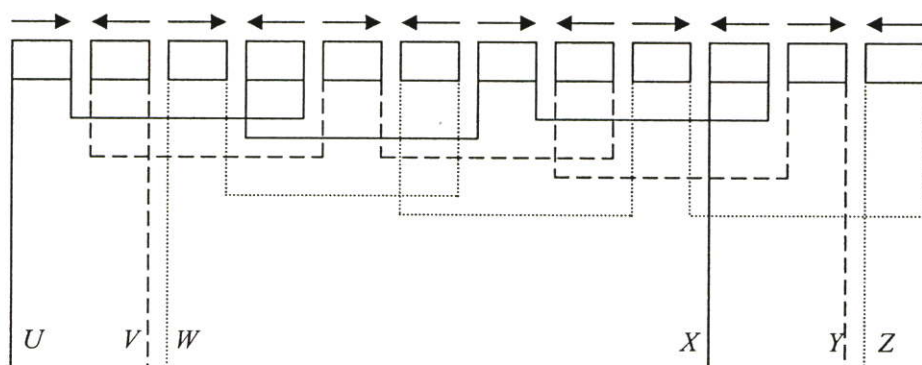
รูปที่ 2.6 การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ เฟส A



รูปที่ 2.7 การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ เฟส B



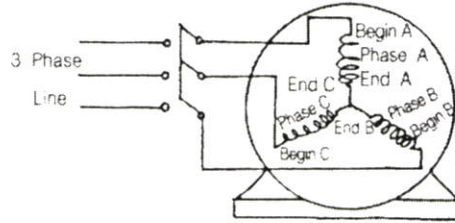
รูปที่ 2.8 การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ ในเฟส C



รูปที่ 2.9 การต่อขดลวดภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

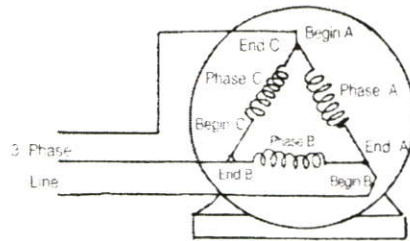
7. วิธีการต่อวงจรการใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มี 2 วิธี

7.1 การต่อแบบสตาร์ โดยการนำต้นสายของแต่ละเฟส มาต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ และปลายสายแต่ละเฟสนำมาต่อรวมกัน



รูปที่ 2.10 การต่อขดลวดแบบสตาร์

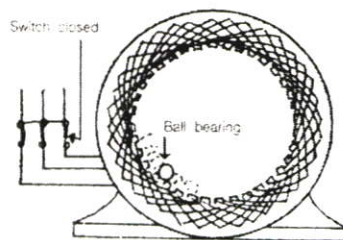
7.2 การต่อแบบเดลต้า โดยนำต้นสายของเฟสหนึ่งต่อเข้ากับปลายอีกเฟสหนึ่งทั้งสามเฟส จากจุดที่ต่อเฟสเข้าด้วยกันนำไปต่อเข้ากับแหล่งจ่าย



รูปที่ 2.11 การต่อขดลวดแบบเดลต้า

8. การทดสอบการต่อวงจรภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

การทดสอบการต่อวงจรภายในมอเตอร์ 3 เฟส นั้นสามารถทำได้โดยการนำลูกปืนเหล็กที่ใช้ในคลังลูกปืนวางลงบนสเตเตอร์ของมอเตอร์แล้วค่อย ๆ ปรับแรงดันเพิ่มขึ้น แล้วสังเกตดูการเคลื่อนที่ของลูกปืนที่วิ่งอยู่บนสเตเตอร์ถ้าต่อถูกลูกปืนจะวิ่งอยู่บนสเตเตอร์โดยไม่มีการหยุด ถ้าต่อผิดลูกปืนจะหยุดนิ่ง ดังรูป



รูปที่ 2.12 การทดสอบการต่อวงจรภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสด้วยลูกปืนเหล็ก

2.3 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนในแนวการนำเสนอเนื้อหา รูปแบบการสอน 9 เหตุการณ์ ของ Gagne' คือ

2.3.1 การเร้าความสนใจ (Gain Attention) เป็นการสร้างบทเริ่มต้นของกิจกรรมที่เรียนนั้นเอง โดยผู้เรียนสนใจเนื้อหาบนจอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์

2.3.2 บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective) จะช่วยให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและรู้เค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน โดยผู้เรียนจะสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.3.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) ไม่จำเป็นต้องทำแบบทดสอบเสมอไป แต่จะใช้วิธีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ ก็ได้ เช่น พุดคุย ซักถาม เป็นต้น

2.3.4 การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหาประกอบคำพูดที่สั้น ง่าย ได้ใจความชัดเจน จะเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การอาศัยภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูดหรืออ่านเพียงอย่างเดียว

2.3.5 ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guided Learning) หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพยายามใช้เทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาโดยเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่

2.3.6 กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) หลายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ต่างก็มีความสอดคล้องในลักษณะสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ในแง่ของการเรียน ผู้เรียนควรมีโอกาสร่วมกันคิดและร่วมกันฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะ

2.3.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการช่วยเร้าความสนใจและเป็นการบอกว่าจะขณะนั้นผู้เรียนอยู่จุดไหน ห่างจากเป้าหมายเพียงใด

2.3.8 ทดสอบความรู้ (Assess Performance) จะเห็นการทดสอบก่อนเรียนระหว่างเรียนช่วงท้ายของบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อวัดค่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเท่าใด เพื่อจะได้เตรียมตัวในโอกาสต่อไป

2.3.9 การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) เป็นขั้นตอนของการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญรวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน

ถือได้ว่าการสอน 9 ขั้นตอนของ Gagne' เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ใช้ได้คล่องตัวและเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ ตลอดจนสามารถประยุกต์เข้ากับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกได้เป็นอย่างดี ในอนาคต บทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกจะเข้ามามีความสำคัญในวงการศึกษาอย่างแน่นอน

2.4 การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์

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

ข้อดีของการฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์คือ

สำหรับผู้รับการอบรมและผู้เรียนสามารถที่จะ

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

สำหรับผู้สอนสามารถ

1. ช่วยจัดการฝึกอบรมให้เหมาะสมกับสมรรถนะที่ต้องการในงาน
2. ทำให้การเข้าเรียนและจบการศึกษามีความหลากหลายและทำได้ตลอดเวลา และเรียน

ตามความสามารถของตน

3. ทำให้ขั้นตอนการประเมินผลง่ายขึ้น

สำหรับผู้จ้างงาน การฝึกอบรมแบบอิงเกณฑ์สามารถ

1. รับรองความสามารถของลูกจ้างได้
2. ทำให้พนักงานได้รับการยอมรับในสิ่งที่รู้และสามารถทำได้แล้ว
3. ลดเวลาการฝึกอบรมของลูกจ้างบางคนได้

มาตรฐานอิงเกณฑ์

มาตรฐานอิงเกณฑ์ (Competency Standards) เป็นข้อความที่บอกเกี่ยวกับความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงาน ในแง่ของผลปลายทางคือ

1. ความคาดหวังว่าผู้ปฏิบัติงานจะทำอะไรได้บ้าง
2. ความคาดหวังว่าผู้ปฏิบัติงานจะทำได้ดีเพียงใด
3. วิธีการบอกถึงความสามารถของผู้ปฏิบัติงานเมื่อถึงระดับที่คาดหวังไว้

ประโยชน์ของมาตรฐานอิงเกณฑ์ในระดับชาติ

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

ประโยชน์ของมาตรฐานอิงเกณฑ์ในระดับอุตสาหกรรม

1. ระบุทักษะที่ต้องการได้ชัดเจนขึ้น
2. เข้าใจผลปลายทางของหลักสูตรได้ดีขึ้น
3. ปรับปรุงระบบการคัดเลือกบุคลากรได้ดีขึ้น

มาตรฐานอิงเกณฑ์มีลักษณะ

หน่วยมาตรฐานอิงเกณฑ์ จะครอบคลุมบทบาทหลักที่สำคัญในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีองค์ประกอบ 4 ส่วน ได้แก่

1. หน่วยย่อยที่แสดงกิจกรรมหลัก
2. เกณฑ์การประเมิน เพื่อแสดงให้เห็นว่ามีความสามารถตามที่กำหนด
3. ข้อมูลต่าง ๆ ที่บอกถึงบริบทและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับหน่วยนั้น ๆ
4. แนวทางการประเมินผลซึ่งบอกถึงวิธีทดสอบสมรรถนะ

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ เป็นการประเมินความรู้ความสามารถในการทำงาน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง และผู้ประเมินเป็นผู้ตัดสินว่าสมรรถนะนั้น ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ข้อดีบางประการของแนววิธีนี้คือ

1. ผู้เรียนที่เรียนเร็วและสามารถแสดงให้เห็นว่ามีสมรรถนะในทักษะบางอย่างจะสามารถพัฒนาไปได้ในอัตราที่สูงขึ้น
2. บริษัทหรือองค์กรสามารถระบุบุคลากรที่ต้องการฝึกอบรมจริง ๆ ได้ดีขึ้น
3. พนักงานมีแรงจูงใจมากขึ้นจากการยอมรับสมรรถนะที่ตนมี
4. การมีส่วนร่วมของสถานประกอบการ อุตสาหกรรมและครูฝึก

การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ สามารถใช้วิธีการที่หลากหลายดำเนินการได้โดยครูฝึก ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน หรือผู้ประเมินที่อุตสาหกรรมรับรอง เช่น

1. สังเกตผู้เรียนในงานที่ปฏิบัติ
2. ตรวจสอบกระบวนการทำงานและผลงานที่ทำสำเร็จ
3. สอบข้อเขียนเพื่อวัดความรู้
4. ทดสอบปากเปล่าร่วมกับการสอบปฏิบัติ
5. ประเมินผลรายบุคคลและกลุ่ม
6. สถานการณ์จำลอง และบทบาทสมมติ
7. เพิ่มสะสมงานและตัวอย่างงานที่ใช้ประเมินทักษะที่ประสบผลสำเร็จในอดีต

การรับรองอิงเกณฑ์

การรับรองอิงเกณฑ์ (Competency Certification) เป็นการยอมรับหรือรับรองอย่างเป็นทางการว่าบุคคลมีความรู้ความสามารถในด้านใดด้านหนึ่ง โดยบุคคลนั้นต้อง

1. สามารถแสดงสมรรถนะที่ต้องการในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ได้
2. ใช้เวลาในสถานประกอบการ หรือศูนย์ฝึกอบรม หรือวิทยาลัยด้านอาชีวศึกษา เพื่อการพัฒนาหรือฝึกทักษะตน
3. ต้องได้รับการประเมินตามมาตรฐานสมรรถนะที่กำหนดไว้

ดังนั้นการรับรองในระบบอิงเกณฑ์ ของการศึกษาและฝึกอบรมนั้นไม่ใช่เพียงการเรียนรู้จบตามหลักสูตร แต่หมายถึงผู้เรียนต้องสามารถแสดงให้เห็นว่าได้บรรลุผลสำเร็จตามสมรรถนะที่กำหนดไว้จริงในระบบที่จัดการไว้ดีแล้ว พร้อมกับการสนับสนุนอย่างดีจากอุตสาหกรรมนั้น การประเมินผลและการรับรองส่วนมากสามารถดำเนินการได้ที่สถานประกอบการหรือการจัดสถานการณ์ จำลองอย่างไรก็ดี ตามกรอบนโยบายการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ทั้งระบบการอาชีวศึกษาของไทย และการฝึกอบรมในภาคอุตสาหกรรมและภาคพาณิชยกรรมนั้น การประเมินผลจะดำเนินการได้ทั้งในและนอกสถานประกอบการ โดยในระยะแรกอาจจะเป็นนอกสถานประกอบการมากกว่า

ชุดฝึกอบรมวิชาชีพ

ชุดฝึกอบรมวิชาชีพ (Training Packages) ประกอบด้วยคุณวุฒิและมาตรฐานอิงเกณฑ์ ที่ได้รับการรับรองในระดับชาติ และตรงกับความต้องการของอุตสาหกรรมนั้นชุดฝึกอบรมวิชาชีพ มี 3 องค์ประกอบหลักที่ต้องการได้รับการรับรอง และ 3 องค์ประกอบสนับสนุนดังนี้

1. มาตรฐานอิงเกณฑ์ (Competency Standards) ที่ระบุถึงทักษะเฉพาะด้าน และความรู้ที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานแต่ละอย่าง

2. กรอบคุณวุฒิ (Qualification Framework) มาตรฐานอิงเกณฑ์ที่จัดอยู่ในคุณวุฒิเพื่อให้ตรงตามผลปลายทางของวิชาชีพที่ต้องการ

3. แนวทางการประเมินผล (Assessment Guidelines) ผลที่ต้องการและเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการประเมินผล

4.วิธีการจัดการ (Delivery Strategy) องค์ประกอบที่ช่วยให้ครูและครูฝึกจากภาคอุตสาหกรรม จัดการฝึกอบรมและการวัดผลปลายทางที่ต้องการของแต่ละคุณวุฒิ

5. การพัฒนาวิชาชีพ (Professional Development) กิจกรรมที่พัฒนาทักษะและความรู้ของครูและครูฝึกจากภาคอุตสาหกรรม

6. สื่อการประเมินผล (Assessment Resource) แหล่งสื่อที่ครูหรือครูฝึก จากภาคอุตสาหกรรมสามารถใช้ประเมินความสามารถของผู้เรียนที่สอดคล้องกับมาตรฐานของสถานประกอบการ

(โครงการกำหนดกรอบอาชีพและเทคนิคศึกษาแห่งชาติ กรมอาชีวศึกษา. 2545 : 2-6)

2.5 การพัฒนาการฝึกแบบ CBST (Competency Based Skill Training)

2.5.1 ความหมายของการพัฒนาการฝึกแบบ CBST

CBST คือคู่มือที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการพัฒนาชุดฝึกและหลักสูตรแบบ CBST ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นตามหลักของการออกแบบระบบการฝึกอบรมซึ่งอิงหลักวิทยาศาสตร์มากกว่าศิลปะ ซึ่งระบบดังกล่าวนี้ได้รับการออกแบบโดยรวมองค์ประกอบที่สำคัญต่าง ๆ เข้าด้วยกัน การจัดรวมองค์ประกอบที่สำคัญต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้เป็นระบบ โดยที่แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งระบบโดยรวมจะทำให้ผลสำเร็จมีค่ามากกว่าการรวมองค์ประกอบเข้าด้วยกันธรรมดา ระบบที่ได้รับการออกแบบมาอย่างนี้จะสามารถนำไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่าการออกแบบที่ไม่เป็นไปตามระบบ

งานวิจัยหลาย ๆ งาน ได้ทำการวิจัยในเรื่องการเรียนรู้ของคนผลของการวิจัยสรุปออกมาว่า ถ้ามีการให้ข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ให้กับผู้เข้ารับการฝึก ในทางที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการเรียนรู้ ความต้องการที่จะเรียนรู้จะมีมากขึ้นในระยะเวลาอันสั้นและผู้เข้ารับการฝึกจะสามารถจดจำสิ่งที่มีเรียน ไปได้มากขึ้น เราสามารถเพิ่มระดับของการเรียนรู้ให้สูงขึ้นโดยจัดองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้เป็นระบบ

ความหมายทั่วไป ระบบการฝึกแบบ CBST นั้นจะมีความหมายในตัวของมันเอง กล่าวคือ CBST เป็นระบบซึ่งแต่ละสาขาวิชาจะถูกย่อยลงเป็นทักษะและความสามารถย่อย ๆ ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติและมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับระบบ การฝึกแบบปัจจุบันเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับองค์ความรู้โดยสะท้อนผลจากคะแนนที่ได้รับและแบบทดสอบความรู้ต่าง ๆ

2.5.2 ลักษณะของโปรแกรมการฝึกแบบ CBST

1. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนรู้อะไร ในการฝึกอบรมแบบ CBST นั้น ผู้เข้ารับการฝึกตามวัตถุประสงค์ของการฝึกซึ่งจะสอดคล้องและเป็นไปตามหน้าที่การงานในตำแหน่งงานในสาขาอาชีพที่ต้องการฝึกแสดงถึงผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมคือพฤติกรรมที่ได้รับการเรียนรู้และสามารถปฏิบัติซ้ำ ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดได้ วัตถุประสงค์ต้องวัดและสังเกตการได้เงื่อนไขของการฝึกซึ่งจะถูกใช้ในการวัดความสำเร็จของวัตถุประสงค์ จะต้องถูกแสดงไว้อย่างชัดเจนต้องมีการตั้งระดับของความสำเร็จซึ่งโดยทั่วไปแล้วอาจวัดตามเปอร์เซ็นต์ของงานที่เสร็จสมบูรณ์

2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียนรู้ได้อย่างไร การฝึกอบรมในระบบ CBST จะต้องมีการจัดชุดฝึกที่มีคุณภาพและได้รับการออกแบบมาอย่างดีโดยที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกเป็นศูนย์กลางของการฝึกทั้งหมด ซึ่งสิ่งนี้จะประกอบด้วยสื่อการฝึกและกิจกรรมการฝึกต่าง ๆ ที่สามารถให้ผู้เข้ารับการฝึกเรียนรู้ แต่ละทักษะได้จนครบถ้วนทั้งหมด ซึ่งสื่อการฝึกนั้น ๆ จะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงอย่างรอบคอบก่อนนำไปใช้เป็นตัวนำ บทเรียน สื่อการฝึกหรือโมดูลฝึก ถูกพัฒนาหลากหลายรูปแบบ เช่น เอกสารหรือสื่อมิใช้เครื่องคอมพิวเตอร์บทเรียน สื่อการฝึกถูกออกแบบมาเพื่อผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคล สามารถฝึกได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถเริ่ม หยุดเร่ง ทำซ้ำ หรือฝึกให้ช้าลงได้ตามต้องการ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจากโมดูลฝึกย่อยก่อนต่อไปเรื่อย ๆ เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองและจบการฝึกอบรมโดยการผ่านการทดสอบแต่ละรายการตามความสามารถที่กำหนดไว้ ณ ช่วงเวลาหนึ่งผู้เข้ารับการฝึกจำนวนหนึ่งอาจทำการฝึกหลาย ๆ ชุดฝึกที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละคนจะได้เรียนรู้องค์ความรู้และทักษะที่แตกต่างกันและมีความก้าวหน้าในการฝึกไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน ครูฝึกคอยให้คำแนะนำ สนับสนุนและแจ้งผลการฝึกอบรมแก่ผู้เข้ารับการฝึกตลอดเวลาการฝึก เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถทำการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติภาระหน้าที่สำเร็จการฝึกในแต่ละ โมดูล

3. เมื่อผู้เข้ารับการฝึก ฝึกตามความสามารถย่อยทีละอย่าง ในการฝึกระบบ CBST วัสดุการฝึกที่เหมาะสมจะได้รับการเตรียมไว้สำหรับผู้เข้ารับการฝึก รวมทั้งมีการจัดเวลาให้ฝึกอย่างเพียงพอ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถเรียนรู้ความสามารถย่อยต่าง ๆ หรือกลุ่มของความสามารถย่อยนั้นๆ ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ก่อนที่จะเข้าไปฝึกชุดฝึกต่อไป วิธีการดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความยืดหยุ่นสูง ทั้งนี้ครูฝึกจะไม่มีภาระที่จะต้องบรรยายให้กับกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอีกต่อไป

4. ทำไมต้องประเมินผลของผู้เข้ารับการฝึก ในระบบนี้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลจะถูกฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์ย่อย หรือทักษะความสามารถย่อยต่าง ๆ ให้มีความเชี่ยวชาญในระดับสูงและการฝึกปฏิบัติต่าง ๆ จะทำให้สภาพแวดล้อมที่คล้ายการทำงานในสถานประกอบการจริง เมื่อผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตาม วัตถุประสงค์แล้วจึงสามารถผ่านขึ้นไปยังวัตถุประสงค์ต่อไปได้

ระบบการประเมินผลนี้แตกต่างจากระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันซึ่งใช้การประเมินผลแบบรวมทั้งชั้น ในระบบ CBST นั้นการประเมินผลจะทำโดยเทียบกับบรรทัดฐานที่ตั้งไว้ตายตัว

2.5.3 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (CBST)

การออกแบบการฝึกการสอน แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดคุณสมบัติผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ก่อนที่จะพัฒนาชุดการฝึกของระบบ CBST ผู้ที่ทำการพัฒนาจะต้องทราบถึงลักษณะเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึกเป็นสำคัญแล้วใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับการออกแบบพัฒนา

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

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์งานและการพัฒนาระดับขั้นของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. วิเคราะห์และย่อยเนื้อหาของหลักสูตรออกมาเป็นส่วนย่อยๆ ในลักษณะของรายการความสามารถที่ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องแสดงและทำให้ได้โดยประจักษ์ตรงตามทักษะที่ตนเองต้องการจะฝึกและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด

2. การสร้างอุปกรณ์การฝึกอบรมให้เหมาะสมกับรายการความสามารถเพื่อใช้ในการฝึกอบรม ขั้นตอนนี้จะมีส่วนสำคัญมาก เพราะการออกแบบสื่อการสอนที่ดี จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความสนใจที่จะฝึก

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึก

1. การเขียนวัตถุประสงค์ของการฝึกว่าผู้เข้ารับการฝึกนั้นจะสามารถเรียนรู้ และกระทำอะไรได้บ้าง โดยการเขียนต้องคำนึงถึงต่อไปนี้

1.1 ผู้เรียนและผู้ที่จะเข้ารับการฝึก กำหนดกลุ่มเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึก

1.2 พฤติกรรม ให้ทำการระบุพฤติกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึก ควรจะมีหลังจากที่สำเร็จการฝึกตามโมดูลแล้ว การระบุควรทำโดยใช้คำที่แสดงถึงกิริยาที่เหมาะสม

1.3 เงื่อนไขสำหรับประเมินผล ต้องระบุเงื่อนไขที่ใช้ในการประเมิน

1.4 ระดับขั้น บ่อยครั้งที่ผลการปฏิบัติการของผู้เข้ารับการฝึกจะผ่านเกณฑ์ที่ใช้ได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นข้อความที่แสดงถึงระดับขั้นจะต้องระบุจำนวนและคุณภาพของงานที่ฝึกด้วย

2. เขียนวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์ท้ายที่จะจัดกลุ่มความสามารถย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

3. ขอบเขตของการเรียนรู้ของวัตถุประสงค์แต่ละข้อควรได้รับการระบุไปพร้อมๆ กับทักษะบังคับพื้นฐานต่าง ๆ ที่ผู้เข้ารับการฝึกจำเป็นต้องทำสำเร็จเสียก่อน เพื่อที่จะทำการสาธิตความสามารถย่อยต่าง ๆ

4. วัตถุประสงค์สามารถได้รับการระบุโดย 2 วิธี ดังต่อไปนี้

4.1 ระบุถึงชนิดของวัตถุประสงค์โดยเรียงขึ้นไปตามลำดับที่สำคัญขึ้นไป เช่น ทักษะการใช้ภาษา การสร้างความสามารถแยกแยะแนวความคิด การวิเคราะห์ การสังเคราะห์การประเมินผลและการแก้ปัญหา

4.2 ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ เช่น ความรู้ ความเข้าใจหรือการนำมาปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 4 จัดทำข้อสอบเพื่อวัดระดับความสำเร็จและความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกสำหรับวัตถุประสงค์หลัก และวัตถุประสงค์สุดท้าย

1. ตัววัดผลเชิงพฤติกรรมหรือ การปฏิบัติการต้องได้รับการระบุและแสดงเป็นรายลักษณะอักษร เพื่อที่จะสร้างมาตรฐานการปฏิบัติ สำหรับวัตถุประสงค์หลักต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเข้ารับการฝึกแบบทดสอบหลังการฝึกตามโมเดลนั้น ๆ ได้อีกด้วย

2. ท่านต้องจัดทำแบบสอบซึ่งจำลองเอาตัวอย่างของการปฏิบัติหลังฝึกสำเร็จที่เกี่ยวข้องทุก ๆ กลุ่มงานย่อย

3. การเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือ การปฏิบัติการและข้อความที่ใช้ในการอธิบายวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องทำให้สังเกตเห็นถึงความเกี่ยวข้องกัน

4. จัดส่งแบบทดสอบสำหรับโมเดล โดยรายงานไว้ในรายงานการออกแบบขั้นสูง

ขั้นตอนที่ 5 ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้เข้ารับการฝึก ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. **เรียนรู้ (Know)** ในขั้นตอนแรกของรูปแบบชุดการฝึก ควรจะให้ครูฝึกหรือใช้โปรแกรมการเรียนรู้ด้วยตัวเองสอนข้อมูลหรือหลักการที่สำคัญก่อน ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญ เช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐานซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานก่อนที่จะสามารถก้าวขึ้นไปเรียนรู้ทักษะขั้นสูงขึ้นไป ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องเรียนรู้และสามารถใช้คำศัพท์เฉพาะได้อย่างถูกต้องและมีความคิดพื้นฐานที่ถูกต้องในการกล่าวถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

2. **แสดง (Show)** ครูฝึกหรือโปรแกรม CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจข้อมูลที่ได้ทำการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นโดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสม หรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่างการแสดง ตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ใน

ระยะยาว หากว่าผู้เข้ารับการศึกษาสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ ๆ เข้ากับสิ่งที่คุ้นเคยหรือสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วก็จะจดจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

3. ปฏิบัติ (Do) ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูฝึกหรือสื่อการสอนระบบ CBST หยุดทำการสอน หากแต่ให้ ผู้เข้ารับการศึกษาควบคุมตัวเอง ภาลปฏิบัติ เป็นส่วนของการฝึกหัดทำซึ่งจะให้ผู้รับการศึกษานำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้น การแก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในการปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติที่ได้ตั้งไว้ จะต้องถูกนำมาปฏิบัติขณะที่ครูฝึก ทำการสังเกตการณ์ว่าผู้เข้ารับการศึกษาสามารถปฏิบัติได้ตามที่กำหนดหรือไม่

4. ทบทวน (Review) การทบทวนจะทำให้ผู้เข้ารับการศึกษาได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติของเขาระหว่างการฝึกปฏิบัติผู้เข้ารับการศึกษาจะรู้ว่าการปฏิบัติของเขาช่วงใดกระทำได้ อย่างถูกต้องและช่วงใดที่จะต้องได้รับการปรับปรุงการที่ได้นำทักษะต่างๆ มาปฏิบัติจริงและได้รับผลตอบสนองของการปฏิบัตินั้น ๆ ในทันทีจะสามารถช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดีได้ หลังจากทีผู้เข้ารับการศึกษาได้รับรู้ตอบสนองแล้ว ควรให้มีการปฏิบัติทักษะนั้นๆ ซ้ำจนกว่าจะทำได้ถูกต้องทั้งหมดและมีความมั่นใจในตัวเอง

5. ผ่าน (Pass Through) โปรแกรมการพัฒนาฝีมือแรงงานหลายโปรแกรมจำเป็นต้องมีการทดสอบและออกวุฒิบัตรผู้เข้ารับการศึกษาต้องสามารถแสดงการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ อย่างถูกต้อง โดยไม่มีครูฝึกคอยแนะนำการผ่าหลัสูตรเป็นขั้นตอนสุดท้ายของโมเดลการเรียนรู้ซึ่งผู้รับการฝึกจะได้รับแบบทดสอบการปฏิบัติการและวุฒิบัตรว่าสามารถแสดงถึงทักษะได้อย่างถูกต้องแล้ว หากว่าผู้เข้ารับการศึกษาไม่สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐานที่วางไว้เขาจะต้องกลับไปเข้าสู่วงจรการฝึกหรือสื่อการเรียนต่าง ๆ เพื่อศึกษาให้มากขึ้นเพื่อที่จะเตรียมตัวสอบปฏิบัติให้ผ่านอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 6 รูปแบบของการจัดวางหน้ากระดาษ สื่อการนำเสนอและหน้าจอของโมดูล CBST

สำหรับ รูปแบบของหน้าจอ จะต้องถูกสร้างขึ้นตามหลักการดังนี้

1. จุดเน้นของความคิดรวบยอด แนวความคิดของการออกแบบอยู่บนพื้นฐานการเรียนรู้ ออกแบบให้ได้จุดเน้นของแต่ละสาขาวิชาชีพ
2. ทุกอย่างจะต้องเป็นเหตุเป็นผลกัน การออกแบบจะต้องชัดเจนมีแรงจูงใจในการอ่านนำ คิดตามตั้งแต่ต้นจนจบ
3. ความสอดคล้องถูกต้อง ของเนื้อหาสาระในการให้ความรู้ถูกต้องกงเส้นคงวาตามหลักการเรียนรู้
4. อ่าน ฟัง ดู ง่าย ให้เนื้อหาที่ชัดเจนอ่านง่ายขนาดของตัวอักษร ยึดหลักในการมองเห็น
5. ง่ายต่อการติดตาม มีเครื่องหมายหรือบอกทางที่ง่ายและชัดเจน

6. ภาพประกอบ ภาพประกอบที่เป็นภาพถ่าย ภาพลายเส้นจะต้องถูกต้องตามเนื้อหาสาระ และใช้มืออาชีพถ่ายทำหรือสร้างจากคอมพิวเตอร์
7. มีการปฏิสัมพันธ์ ใช้การตอบสนองการเรียนรู้ของกลุ่มผู้รับการฝึกและการเรียนแบบสองทางออกแบบให้ได้ตอบกันกับสื่อสิ่งพิมพ์
8. การทดสอบและผลการตอบสนอง จะต้องมียระบบทดสอบที่เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันทั้งระบบ
9. การจัดการกับฐานข้อมูล ฐานข้อมูลเป็นส่วนเก็บข้อมูลทุกๆ ด้านของระบบการฝึก CBST
10. ฉากหลัง จะถูกออกแบบโดยมืออาชีพให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่นั้น ๆ
11. ความสุนทรีย์ จะต้องมีความงดงามตามความเหมาะสมในหลักการออกแบบในเรื่องของความงามที่ผู้รับการฝึก ความพึงพอใจและกระตุ้นให้ต้องการที่จะรับการฝึก
12. การให้เสียงบรรยาย จะต้องจัดหาผู้ที่มีความสามารถในการบรรยายที่เป็นมืออาชีพให้เสียงที่ชัดเจนเหมาะกับวิชาที่นั้น ๆ
13. เสียงดนตรีประกอบ เหมาะกันกับเนื้อหาสาระและได้เอกลักษณ์ของวิชาที่นั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้

ทุกวันนี้เราอยู่ในยุคของโลกดิจิทัล สดวรรษหน้าจะเป็นช่วงที่การค้าการสื่อสารและการฝึกอบรมจะถูกบรรจุในอินเทอร์เน็ต แหล่งการฝึกต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นและจัดเก็บเป็นข้อมูลตัวเลขและเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อให้ใช้งานง่าย โมดูลที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการฝึกก็ต้องตอบสนองกับความต้องการนี้ด้วย ระหว่างที่ออกแบบหลักสูตรการฝึกควรจัดระบบให้ดี เพื่อที่จะโยงข้อมูลต่างๆ เข้าหากันและจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ หลาย ๆ คำที่เขียนขึ้นในช่วงออกแบบสามารถนำมาใช้ซ้ำๆ ระหว่างการพัฒนาและภาพเคลื่อนไหวและเสียงต่าง ควรถูกจัดเก็บลงในคอมพิวเตอร์ให้ดียิ่ง

ขั้นตอนที่ 8 การออกแบบโมดูลให้สร้างสรรค์และสวยงาม

1. การสร้างชุดฝึกยังไม่เป็นการเพียงพอ การพัฒนาชุดฝึกให้มีความสวยงามก็มีความสำคัญเช่นกัน
2. เราควรที่จะเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบที่จำเจและใช้ความคิดสร้างสรรค์ เช่น สร้างภาพการ์ตูนที่เป็นเอกลักษณ์ ใช้เป็นตัวเล่าเรื่องเสนอในบทนำ
3. ในการสร้างโมดูลพยายามให้ลักษณะนิสัยของผู้รับการฝึกเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาสถานการณ์ที่น่าสนใจ เช่น สร้างภาพเคลื่อนไหวที่เป็นเอกลักษณ์ใช้ในการฝึกปฏิบัติ
4. ในบางครั้งก็สามารถใช้วิดีโอของตัวแทนหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีอำนาจหน้าที่ ในการนำเสนอหลักสูตร

5. หลายครั้งที่การเปลี่ยนแปลงจะต้องใช้คำเฉพาะ ใช้กราฟฟิก และสีสันต่าง ๆ เพราะฉะนั้น จึงควรพยายามหาวิธีการที่น่าสนใจ เพื่อช่วยให้ผู้รับการฝึกเรียนรู้ทักษะที่ถูกต้อง

6. ควรให้ผู้รับการฝึกมีส่วนร่วมในสิ่งที่น่าสนใจและน่าจดจำบ่อย ๆ วัตถุประสงค์อย่างหนึ่งของการสร้างหลักสูตรคือการก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ของสื่อกับผู้ใช้ให้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 9 ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมหรือใช้หลักสูตรที่มีอยู่แล้วในการสร้างหลักสูตรเพื่อการถ่ายทอดจุดประสงค์การปฏิบัติการหรือความสามารถย่อย

ผู้ออกแบบหลักสูตรอาจไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ เพราะฉะนั้น ขั้นตอนที่ 8 ควรแล้วเสร็จพร้อมกับขั้นตอนที่ 9 และอาจเป็นประโยชน์ที่จะร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ในการเรียนหลักสูตรที่ละหน้า ในการสร้างโมดูล ท่านต้องทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะนำเสนอหลักสูตรที่มีความแม่นยำผู้เชี่ยวชาญจะรู้ว่า สิ่งใดจะต้องได้รับการเรียนรู้ และท่านต้องจัดทำกราฟฟิกในลักษณะที่ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ได้ หน้าที่ของท่านคือ ตัดสินว่าจะนำเสนอหลักสูตรในรูปแบบใด และทดสอบผลลัพธ์อย่างไร โดยร่วมกับผู้ที่เชี่ยวชาญ ท่านสามารถพัฒนาการนำเสนอหลักสูตรที่น่าสนใจ มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และแม่นยำ หากแต่่าควรจะมีการคาดการณ์ถึงองค์ประกอบโมดูลการฝึก ซึ่งอาจจะล้ำสมัย หรือจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง

ขั้นตอนที่ 10 การจัดทำแบบร่างของโปรแกรมการฝึก สิ่งพิมพ์ สื่อนำเสนอ หรือบนแบบหน้าจอคอมพิวเตอร์ของ CBST โมดูล

1. การจัดทำเอกสารสื่อการนำเสนอ ซึ่งรวมถึงคู่มือครูฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก เอกสารทดสอบ วัสดุนำเสนอ ตารางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึก
2. ต้นแบบรูปหน้า
3. การจัดทำวัสดุฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งนำสื่อผสมมาใช้ในการนำเสนอ

ขั้นตอนที่ 11 จัดทำแบบร่างโมดูลชุดฝึกในรูปแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกและโครงการ

ควรทำแบบจำลองของโมดูลชุดฝึกให้เสร็จสิ้นเสียก่อน แผนร่างของวัสดุการฝึกคือผลผลิตที่สำเร็จ สามารถปฏิบัติได้ และมีรูปแบบเป็นทางการ แต่อาจจะยังไม่ได้รับการขัดเกลาเพียงพอและอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูลนี้ ต้องได้รับการนำเสนอ และจะทำให้เสร็จสิ้น ไม่ควรที่จะมีเนื้อหาสำคัญที่หายไป ในกรณีของชุดฝึกที่ใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมต่าง ๆ ต้องสามารถทำงานได้เต็มที่ และไม่ควรมีไวรัสคอมพิวเตอร์ใดๆ ที่จะก่อให้เกิดปัญหากับผู้ใช้อคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะไม่มีความรู้ในด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน

ขั้นตอนที่ 12 การควบคุมคุณภาพของชุดฝึก

การประเมินผล ไม่ใช่การกระทำที่จะเกิดขึ้นครั้งเดียวจบ แต่ควรจะมาจากการวางแผนที่ดี และมีระบบ เพื่อที่จะตรวจสอบทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูล ท่านจะต้องให้เวลากับบุคลากร นอกเหนือจากผู้ออกแบบ หรือผู้เขียนที่จะตรวจสอบทุก ๆ หน้ากระดาษ หรือจอภาพของโปรแกรม เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือใจความที่ขาดหายไปอย่างเพียงพอ ไม่เช่นนั้นแล้วชุดฝึกอาจไม่ดีพอ ท่านอาจ ต้องการจำลองการใช้ชุดฝึกจริงของผู้เข้ารับการฝึก โดยทำตามคำสั่งต่าง ๆ ในโมดูลทุก ๆ สาขาของ โปรแกรมและดูว่ามีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ที่ดีหรือไม่เพื่อที่จะรับรองได้ว่าผู้เข้ารับการฝึกจะสามารถ ใช้ชุดฝึกได้ดีในทุกกรณี

ยิ่งแบบร่างชุดฝึกก่อนการทดสอบใกล้เคียงกับผลสำเร็จสุดท้ายของชุดฝึกจริงมากเท่าไร ผลตอบสนองที่จะได้จากการทดสอบก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้นหลังจากนั้น ควรส่งโปรแกรมให้กับผู้เข้า รับการฝึก

ขั้นตอนที่ 13 จัดเก็บข้อมูลการใช้ชุดฝึกจำลองของผู้เข้ารับการฝึก และผลการปฏิบัติ โดย เทียบกับวัตถุประสงค์การปฏิบัติการเพื่อจัดทำแก้ไขปรับปรุงชุดฝึก และจัดทำแบบร่างสุดท้าย

ทำการทดสอบโมดูลกับตัวแทนกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกเพื่อหาข้อผิดพลาดและดูว่าโมดูลใช้งาน ได้ดีแค่ไหนในระบบการฝึก ควรจะมีการจัดให้มีเจ้าหน้าที่ทำการสังเกตการณ์ระหว่างการทดลอง และเจ้าหน้าที่เหล่านี้ ควรมีอิสระในการหาความไม่ต่อเนื่องของชุดฝึกหรือความผิดพลาดของข้อมูล เจ้าหน้าที่ควรตั้งใจสังเกตการณ์ เพื่อที่จะระบุได้ว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ บ้างในการที่จะจัดทำ แบบร่างสุดท้ายที่มีคุณภาพ แบบประเมินผลควรได้รับการจัดส่งไปพร้อม ๆ กับชุดทดลองเพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูล ผลลัพธ์ของข้อสอบท้ายหลักสูตรควรได้รับการบันทึกไว้ด้วย ประสิทธิภาพของ ชุดฝึกจะต้องได้รับการทดสอบเพื่อหาว่ามีส่วนใดซึ่งยังไม่ดีพอหรืออาจทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสับสน ได้ มีแบบทดสอบใดหรือไม่มีความเป็นกลาง สับสนหรือผิดพลาด แบบการประเมินผลนี้จะสามารถ ให้ข้อมูลในการที่จะปรับปรุงชุดฝึกและจัดทำแบบร่างสุดท้ายข้อมูลที่ได้จากโครงการนำร่องนี้ ไม่ได้ ถูกตั้งเป้าหมายให้นำมาใช้ในการวิเคราะห์สถิติ หากแต่จะใช้สำหรับการปรับปรุงแก้ไขเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงไม่ควรจะกังวลเกี่ยวกับขนาดของชุดฝึกทดลองเพราะว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จะ ได้จากตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายตามตัวอย่างแบบประเมินผล

ขั้นตอนที่ 14 จัดทำแบบร่างสุดท้ายของโมดูล ชุดฝึกและจัดเข้ารูปเล่มเพื่อการใช้งานจริง

หลังจากได้ข้อมูลของการทดลองชุดฝึก ข้อมูลนั้น ๆ ควรได้รับการตรวจสอบอย่างระมัดระวังและ โมดูล หรือหลักสูตรต้องได้รับการปรับปรุง หากว่าท่านได้ทำตามขั้นตอนการออกแบบระบบการ สอนอย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะขั้นตอนที่ 11 และ 12 การปรับปรุงแก้ไขควรเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย

ไม่ควรมีสิ่งที่น่าประหลาดใจใด ๆ เกิดขึ้นในการจัดทำแบบร่างสุดท้ายนี้ เพราะเหตุว่าสิ่งเหล่านี้ควรได้รับการคาดการณ์และแก้ไขไว้ก่อนแล้ว

หลังจากที่การปรับปรุงแก้ไขได้ดำเนินการเสร็จแล้ว โมดูล ชุดฝึกก็พร้อมที่จะได้รับการจัดเข้ารูปเล่มและแจกจ่ายเพื่อใช้งาน เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะจัดให้การเข้ารูปเล่มมีความดึงดูดผู้ใช้และใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับชุดฝึกระบบ CBST ควรจะมีคู่มือครูฝึก คู่มือผู้เข้ารับการศึกษา ชุดทดสอบซึ่งรวมด้วยข้อสอบและคำตอบ และชุดวัสดุนำเสนอ ท่านควรระวังไม่ให้ชุดย่อยต่าง ๆ ควรถูกจัดรวมให้เป็นชุดเดียวกันภายในห่อ วัสดุ ก่อ่ง หรือเพิ่ม ควรจัดให้แต่ละชุดมีความสร้างสรรค์ดึงดูดใจและพร้อมแจกจ่ายได้ในทันที ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์และที่อยู่ของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ควรได้รับการพิมพ์ไว้บนชุดฝึกนั้น ๆ ด้วย เพื่อให้ง่ายต่อการส่งชุดฝึกเพิ่มหรือเพื่อติดต่อซักถามเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 15 การจัดให้ชุดฝึกทันสมัยอยู่เสมอใช้งานได้และมีประสิทธิผลในการฝึก

ท่านควรจัดทำวัสดุที่ง่ายต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและทำให้ทันสมัยด้วยตัวเองและโดยผู้ใช้ ท่านควรปกป้องการลงทุนที่ใช้ไปกับการผลิต โมดูล ชุดฝึกโดยการวางแผนเพื่อรักษาชุดฝึกเหล่านั้นให้ทันสมัย การดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอและการจัดการการบำรุงรักษาข้อมูลจะช่วยให้ระยะเวลาการใช้งานของวัสดุเพิ่มขึ้นอีกไม่น้อยกว่า 10 ปี การละเลยการบำรุงรักษาโปรแกรมจะทำให้โปรแกรมล้าสมัยภายในไม่กี่ปี (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543 : 6-20)

2.6 โปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware

โปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware เป็นโปรแกรม ที่ใช้สำหรับการสร้างแอปพลิเคชันในระบบมัลติมีเดีย ในการนำเสนอผลงานต่าง ๆ หรือใช้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้งานที่มีความสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนในด้านการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์ หรือ แม้กระทั่งเกม ก็ยังทำได้ด้วย โดยการใช้เทคนิค Objected Interface การออกแบบการทำงานโดยการวาง สัญลักษณ์ (Icon) แทนคำสั่งบนเส้นโฟลว์ (Flowline) ตามลำดับการทำงานเหมือนกับการเขียนผังงาน (Flowchart) เพื่อที่จะออกแบบโปรแกรม หรือการวางแผนงานต่างทำให้แม้แต่ผู้ที่ไม่ได้เป็น โปรแกรมเมอร์ก็สามารถที่จะสร้างงานขึ้นมาได้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับภาษา

2.6.1 คุณสมบัติของโปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware

โปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware มีคุณสมบัติเด่น 3 ประการ ที่สนับสนุนการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในระบบมัลติมีเดีย รวมทั้งการกระจายบทเรียนที่พัฒนาแล้วไปยังผู้ใช้ ได้แก่

1. การออกแบบโปรแกรมด้วยเทคนิค Object Authoring ทำให้ผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการออกแบบโปรแกรมหรือผู้ที่มีประสบการณ์มาแล้วก็ตาม สามารถทุ่มเทความสนใจไปยังรายละเอียดของเนื้อหาบทเรียน และวิธีการโต้ตอบของผู้ใช้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมการใช้ สัญลักษณ์ (Icon) แทนคำสั่งทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงได้ง่าย โดยภายในแต่ละบทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถใช้ไอคอนได้ถึง 16,000 ตัว

2. ในโปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware ประกอบด้วยเครื่องมือ ด้านมัลติมีเดียอย่างสมบูรณ์ ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างบทเรียนที่ประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวีดิโอเข้าด้วยกัน ทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการเรียนการสอน การอ้างอิงจำลองการทำงาน การนำเสนอผลงาน สิ้นค้า การโฆษณา หรือการฝึกอบรมได้เป็นอย่างดี

3. การออกแบบโปรแกรม ให้สามารถใช้ได้หลายระบบ ไม่ว่าจะเป็นการทำงานบนเครื่องแมคอินทอชหรือภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ที่อยู่บนเครื่องไอบีเอ็ม มีการทำงานเหมือนกันและสามารถที่จะติดต่อไปยังระบบภายนอกได้

2.6.2 คุณสมบัติเฉพาะของโปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware

โปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware มีคุณลักษณะเฉพาะโดยสรุป ดังนี้

1. การใช้ไอคอนแทนคำสั่ง คำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมได้ออกแบบไว้ในรูปของสัญลักษณ์ จำนวน 11 ไอคอน ซึ่งสัญลักษณ์แต่ละตัวจะใช้แทนคำสั่งในการพัฒนาบทเรียนได้อย่างสมบูรณ์ ลักษณะการทำงานของโปรแกรมประกอบด้วยไอคอน ที่จะเรียงลงบนเส้นโฟลว์ เป็นการกำหนดขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีคำสั่งที่เป็นเมนูเพื่อกำหนดรายละเอียดของการทำงาน สามารถกำหนดรายละเอียดของโปรแกรม เช่น ขนาด หรือรูปแบบของจอภาพ

2. การเอื้ออำนวยความสะดวกในการทำงาน การเอื้ออำนวยความสะดวกในการทำงานของโปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware มีสิ่งต่าง ๆ มีเอื้ออำนวยต่อความสะดวกในการทำงานดังนี้

2.1 สามารถทดสอบ และแก้ไขโปรแกรมได้ในเวลาเดียวกัน สามารถแก้ไขและเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมได้โดยตรง ทำงานให้ง่ายต่อการพัฒนาและบำรุงรักษาโปรแกรม อีกทั้งโครงสร้างของโปรแกรมสามารถเปลี่ยนแปลงและนำกลับมาใช้ได้

2.2 สามารถกำหนดวิธีการโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ถึง 10 วิธี ได้แก่ การป้อนข้อความผ่านแป้นพิมพ์ การสร้างปุ่มกดบนจอภาพ การกำหนดพื้นที่บนจอภาพที่ตอบสนองเมื่อกดปุ่มเมาส์ด้วยการเลื่อนภาพไปยังตำแหน่งที่กำหนดเป็นเมนู การกำหนดวัตถุบนจอภาพที่ต้องสนองเมื่อกดปุ่มเมาส์

2.3 คุณสมบัติที่เอื้ออำนวยอื่น ๆ ได้การผสมผสานสื่อต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รวมทั้งคำแนะนำการใช้ที่ประกอบอยู่ในแต่ละคำสั่ง

3. ไฟล์ห้องสมุด ส่วนของไฟล์ข้อมูลห้องสมุด (Library) ที่ใช้สนับสนุนการทำงาน โปรแกรมจะมีระบบไฟล์ห้องสมุด ที่สนับสนุนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบมัลติมีเดีย ดังนี้

3.1 มีไฟล์ห้องสมุด ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก ภาพจากวิดีโอ เสียง และอื่น ๆ

3.2 มีไฟล์โครงสร้างที่ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้ ประกอบด้วยตัวอย่างโปรแกรม เช่น ระบบ Pull-down Menu สมุดโน้ต โปรแกรมบันทึกการทำงานขั้นตอนในการทำงาน

3.3 ผู้ใช้สามารถสร้างโมเดลการทำงานที่นำกลับไปใช้ได้

4. ตัวแปรและฟังก์ชัน โปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware มีตัวแปร และฟังก์ชันสนับสนุนการทำงานมากกว่า 200 ตัว ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการเก็บค่า แก้ไข หรือแสดงข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้ง การควบคุม การทำงานของโปรแกรม จุดเด่นของการใช้ตัวแปร และฟังก์ชันในการทำงาน มีดังต่อไปนี้

4.1 ความสามารถในการใช้ตัวแปร ทำให้สามารถติดตามการใช้โปรแกรมและเรียกฟังก์ชันการทำงานที่เหมาะสมเพื่อตอบสนองการทำงานของผู้ใช้รวมทั้งการเก็บข้อมูลสำหรับการทำงาน

4.2 มีคำสั่งสำหรับคุรรายละเอียดของฟังก์ชัน และตัวแปรรวมทั้งสามารถคัดลอกตัวแปร และฟังก์ชัน ไปยังส่วนของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

4.3 สามารถควบคุม รูปแบบการแสดงผลของตัวแปรได้ ช่วยให้สามารถทดสอบระดับความรู้พื้นฐานของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

5. เครื่องมือทางด้านมัลติมีเดีย โปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware มีเครื่องมือทางด้านระบบมัลติมีเดีย (Multimedia tools) เพื่อใช้สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียได้อย่างสมบูรณ์รวมทั้งความสามารถในการใช้และแก้ไขสื่อที่นำเข้ามาจากโปรแกรมอื่นภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ดังนี้

5.1 ข้อความ

1. สามารถใช้ตัวอักษรหลายแบบผสมผสานกัน ได้รวมทั้งสี และขนาด
2. สามารถกำหนดตัวอักษรเป็นขอบเงา ตัวเอียง และขีดเส้นใต้
3. รูปแบบของข้อความสามารถตัดคำ ตั้งระยะทั้งข้อความ และตัวเลขรวมทั้งกำหนดกรอบ
4. จัดคำให้ชิดซ้าย ขวา หรืออยู่กึ่งกลางได้

5.2 กราฟิก

1. มีคำสั่งในการวาดรูปวงกลม วงรี สี่เหลี่ยม และลากเส้น รวมทั้งแสดงเส้นตาราง
2. คำสั่งลากเส้นสามารถลากเส้นตั้งเส้นนอน เส้นเอียง 45 องศา รวมทั้งใส่ลูกศร และกำหนดความหนาของเส้นได้ 5 ระดับ
3. สามารถกำหนดรูปแบบการเติมสี (Fill Pattern) ได้ทั้งหมด 36 รูปแบบ ซึ่งเพียงพอสำหรับการตกแต่งภาพกราฟิกทั่วไป
4. กำหนดการแสดงผลของภาพได้เป็นชั้น สามารถที่จะรวมภาพเข้าด้วยกัน และแก้ไขภาพเป็นกลุ่มได้
5. สามารถขอลูกภาพก่อน (Preview) ที่จะนำเข้ามาใช้ได้

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

5.4 ภาพเคลื่อนไหว (Animation)

1. กำหนดทิศทางในการเคลื่อนของวัตถุได้หลายแบบ เช่น Scaled Path, Fixed Destination, Fixed Path, Linear Scale และ Scale X/Y
2. กำหนดทิศทาง เวลา และความเร็วในการเคลื่อนที่วัตถุได้
3. ควบคุมจำนวนเฟรม ความเร็ว และจำนวนรอบของการเล่นภาพได้
4. กำหนดชั้นในการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ ในกรณีที่มวัตถุมากกว่าหนึ่งอย่าง ให้เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งที่ซ้อนกันได้
5. ในระบบฮาร์ดแวร์ ที่ใช้กับบทเรียนที่สร้างจากโปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware ตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้งาน ของโปรแกรมเกี่ยวกับคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่จะนำบทเรียนที่พัฒนาแล้วไปใช้งาน ระบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้ควรมีคุณสมบัติไว้ดังนี้
 1. CPU Pentium 4 Processor ขึ้นไป
 2. ระบบปฏิบัติการ Windows XP, Windows ME, Windows 2000
 3. หน่วยความจำอย่างต่ำ 256 MB RAM
 4. CD-ROM drive มีความเร็วในการอ่านอย่างน้อย 52X
 5. การแสดงผล 256 color VGA หรือ Super VGA Monitor
 6. พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ (free hard disk space) อย่างต่ำ 3 GB
 7. ระบบเสียง (sound card) sound Blaster-compatible

2.6.3 สัญลักษณ์ ที่ใช้ในโปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware มีดังนี้

1. Display Icon ใช้แสดง Text หรือ Graphics บนจอภาพจะมีเครื่องมือที่ใช้ในการวาดรูป รวมทั้งการแสดงภาพ ข้อความ สร้างรูปทรง โดยมี Special Effect ต่าง ๆ
2. Motion Icon หรือ Animation Icon ใช้ทำภาพข้อความ (object) ของ Display Interaction หรือ Movie Icons ให้เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในเวลา ความเร็วและรูปแบบที่กำหนดไว้
3. Erase Icon ใช้สำหรับลบภาพ ข้อความ (object) ออกจากจอภาพ โดยสามารถกำหนด Special effect ได้ เช่นเดียวกับ Display Icon
4. Wait Icon ใช้สำหรับหยุดการทำงานของโปรแกรม จนกว่าผู้ใช้จะกดปุ่มหรือคลิกเมาส์ หรือจนกระทั่งครบเวลาที่กำหนดไว้
5. Navigation Icon ใช้ในการนำ Icon ต่าง ๆ มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ใน Framework Icon ภายใน Framework Icon จะมีส่วนประกอบของ Navigation Icon จะใช้สร้าง Condition ของ Hypermedia Interaction ต่าง ๆ และ Exit Conditions ให้การสร้างงานในลักษณะโต้ตอบ (Interaction) ทำได้ง่ายขึ้น
6. Decision Icon ใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมแยกทาง (Branching) การทำงานตามลำดับขั้น การทำงานแบบสุ่ม หรือกำหนดการทำงานโดยใช้ค่าของตัวแปร
7. Interaction Icon เป็น Icon ที่ใช้เพื่อกำหนดวิธีการติดต่อกับผู้ใช้โดยวิธีต่าง ๆ เช่น ปุ่มกด Pull down menu ซึ่งเป็นความสามารถของโปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware มีการพัฒนาโปรแกรมระบบนิพนธ์ Authorware เป็นแบบ Interactive
8. Calculation Icon ใช้กำหนดค่าให้กับตัวแปรใช้ฟังก์ชันพิเศษในการเขียนโปรแกรมระดับสูง เช่น ใช้เรียกโปรแกรมภายนอกหรือเรียก Application อื่น ๆ
9. Map Icon ใช้งานในการควบคุมการทำงานของโปรแกรมใช้ทำ Module ของ File ทำให้สามารถทำงานในลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่าหนึ่งระดับ
10. Start Flag ใช้ในการกำหนดจุดสิ้นสุดในการ Run โปรแกรมเป็นช่วง โดยใช้คำสั่ง 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 Start Flag
12. Movie Icon ใช้ในการเรียก Animation File ต่าง ๆ เช่น .AVI .MOV .FLI .FLC .MPG มาแสดงบนจอภาพได้

13. Sound Icon ใช้ในการเรียกเพิ่มข้อมูลเสียง (Digital Sound File) เช่น เสียงพูดที่บันทึกโดยโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ที่ใช้ร่วมกับ Sound Card เพื่อนำมาใช้งานในโปรแกรม

14. Video Icon ใช้ในการควบคุมการเล่นวีดีโอจากเครื่องเล่นวีดีโอ

15. Icon Color Palette ใช้ในการกำหนดให้ Icon ต่าง ๆ มีสีที่เราต้องการ ทำให้เราสังเกตได้ง่าย เป็นการช่วยเหลืออีกแบบ

2.6.4 เกณฑ์การเลือกใช้โปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware สำหรับการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรมระบบนิพจน์บทเรียนชื่อ Authorware ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนโดยมีเกณฑ์การเลือก ดังนี้

1. ง่ายต่อการใช้งาน เนื่องจากการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์และสร้างสรรค้งานมัลติมีเดีย จะใช้ไอคอนจับวางไว้บนเส้นโฟลว์(Flow line) หลังจากนั้นก็สามารถจัดการในแต่ละไอคอน โดยการเปิด Presentation Windows เพื่อสร้างภาพข้อความ การนำเข้าภาพ กำหนดการโต้ตอบ หรือการกระทำอย่างอื่น ๆ ตามลักษณะของการจัดการบทเรียนที่ออกแบบไว้แล้ว ผู้ที่ไม่มีความรู้เรื่องการโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถสร้างบทเรียนในขั้นพื้นฐานได้

2. การสนับสนุนระบบมัลติมีเดีย ได้แก่ ภาพเสียง ภาพเคลื่อนไหว การโต้ตอบ และการนำเข้าภาพจากไฟล์ภายนอกโปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware สามารถสนับสนุนการสร้างสรรค้งานระบบมัลติมีเดียค่อนข้างสมบูรณ์

3. การสนับสนุนระบบการจัดการฐานข้อมูล มีประโยชน์ ในการที่จะอำนวยความสะดวกต่อการคำนวณ ประเมินผลการเรียนรู้ เก็บบันทึกข้อมูล

4. สะดวกต่อการจัดหาโปรแกรม โปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware เป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่ายในตลาดคอมพิวเตอร์ของประเทศไทยเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่แพร่หลายมาเป็นระยะเวลานาน

โปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware เป็นระบบนิพจน์บทเรียนที่ใช้งานง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น สามารถสร้างบทเรียนสำเร็จรูปช่วยสอนได้ดี โดยเฉพาะบทเรียนระบบมัลติมีเดีย และเป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่าย เหมาะสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน โดยทั่วไปผู้วิจัยมีความเห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะใช้โปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware ในการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปช่วยสอนที่เป็นภาษาไทย จึงได้ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ แม้ว่าโปรแกรมนี้อาจมีข้อจำกัดอยู่บ้างในการใช้งาน

2.6.5 ข้อจำกัดของโปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware

ข้อจำกัดของโปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware ในการใช้งาน มีดังนี้

1. เครื่องมือสำหรับการสร้างภาพ Graphic Tools Box มีจำนวนน้อย เครื่องมือที่มีอยู่ในโปรแกรมเหมาะสำหรับสร้างภาพขั้นพื้นฐานเท่านั้น เช่น รูปทรงเลขาคณิต
2. การแสดงภาพผลพิเศษ (Effect) มีอยู่น้อย และเป็นขั้นพื้นฐานเท่านั้น เช่น การแสดงภาพขยับเข้าข้างขึ้นลงเปิดเข้าออกทำให้การนำเสนอและลบบภาพหรือข้อความเป็นอย่างเรียบง่าย
3. การเขียนโปรแกรมด้วยฟังก์ชันที่มีอยู่ทำได้ยาก โปรแกรมระบบนิพจน์ Authorware มีฟังก์ชันพื้นฐานใช้งานมากกว่า 200 ตัว โดยมีรูปแบบตามมาตรฐานของบริษัท Macromedia ซึ่งยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ดังนั้นการเขียนโปรแกรมจึงเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก
4. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการโต้ตอบบทเรียนขณะที่มีการอ่านไฟล์เสียง ปัญหาที่พบได้แก่ เกิดภาพซ้อน การโต้ตอบบทเรียนจะทำได้ไม่ได้ และหลุดออกจากโปรแกรม

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุเมธ สงวนใจ (2542) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลง สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี (หลังอนุปริญญา) สายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 39 คน

ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลงที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มีประสิทธิภาพ 84.42/83.43 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มีประสิทธิภาพ 82.91/81.71 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มีประสิทธิภาพ 86.56/85.01 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มีประสิทธิภาพ 82.34/91.74 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 มีประสิทธิภาพ 85.35/91.58 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 มีประสิทธิภาพ 86.84/91.79 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 มีประสิทธิภาพ 83.33/93.59 และสรุปทุกหน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 84.71/87.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

สุวิทย์ ฉุยฉาย (2543) การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส หลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏนำไปใช้ทดลองกับนักศึกษาระดับอนุปริญญา ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตกรณณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน

ผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้คือ ลักษณะหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส การต่อหม้อแปลงไฟฟ้า

สามเฟส และกำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพ และการระบายความร้อน ผลการทดลองใช้บทเรียน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.70/81.03 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน และผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับ บทเรียนอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

บุทศศักดิ์ สัตถมาศ (2543 : 62-63) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องโปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ นำไปทดลองกับกลุ่มนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องโปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ สามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการอบรมร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ (2544 : 91-92) การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Window NT Server สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Window NT Server เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพโดยผู้เข้ารับการฝึกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของแต่ละหน่วยการฝึก และสามารถผ่านการทดสอบได้ร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด

ยิ่งศักดิ์ และเลิศผล (2546 : 69) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการมอดูเลชันและดีมอดูเลชันแบบแอมพลิจูด

พบว่า สามารถนำไปสู่กระบวนการปฏิบัติที่กำหนดไว้คือ กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่ผู้รับการประเมินจำนวน 20 คน ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบ อิงเกณฑ์ที่มีสามารถให้ความรู้แก่นักศึกษา สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาการระบบสื่อสารอนาลอก ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

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

อรไท ก้อนมณี (2548 : 71) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540

ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540 เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพโดยผู้เข้ารับการฝึกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของแต่ละหน่วยการฝึก และสามารถผ่านการทดสอบได้ร้อยละ 80 ของจำนวนผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด

ณรงค์ ต้นจินชุย (2548 : 84) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงาน เรื่องเครื่องทดสอบไอซี ADVANTEST TESTER รุ่น T3347A VLSI

ผลการวิจัยปรากฏว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงาน เรื่องเครื่องทดสอบไอซี ADVANTEST TESTER รุ่น T3347A VLSI มีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 100 ของผู้เข้ารับการอบรม เมื่อฝึกปฏิบัติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงานที่สร้างขึ้น สามารถผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติด้วยระดับคะแนนร้อยละ 94.75

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์และหาประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีในการดำเนินงานวิจัยเป็นขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 311 วิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร รายวิชามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2546 ผู้วิจัยทำการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัยดังนี้

1.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546

2.แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546

2.1 แบบทดสอบภาคทฤษฎีร้อยละ 20

2.2 แบบทดสอบรายการความสามารถร้อยละ 80

3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
 - 3.1 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ
 - 3.2 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทางด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3 การดำเนินการวิจัย

3.3.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 มีขั้นตอนดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลที่ได้ในส่วนของเนื้อหาของการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มากำหนดเป็น โครงสร้างของเนื้อหา และในส่วนของแนวทางการพัฒนาบทเรียน ใช้โปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียน ชื่อ Authorware Professional เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียน สามารถใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรแกรม Microsoft Windows ได้
2. เขียนวัตถุประสงค์การดำเนินงานเพื่อเป็นมาตรฐานการวัด โดยเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาของการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมครั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางกำหนดการออกแบบหน้าจอ CBST และกำหนดแบบทดสอบมาตรฐานวัดความสามารถทางการเรียน
3. ออกแบบหน้าจอภาพโดยพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เริ่มตั้งแต่รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ส่วนของการควบคุมบทเรียน ส่วนของพื้นที่การใช้งานบนหน้าจอภาพ และส่วนอื่น ๆ เมื่อออกแบบแล้วนำไปทดลองจริงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมต่าง ๆ ทั้งหมด
4. ออกแบบผังงาน (Flowchart) และเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาออกแบบตามหัวข้อเรื่องที่กำหนด
5. นำเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข
6. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สร้างเนื้อหาโดยนำเนื้อหาของการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
วิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ มาจำแนกเป็นเรื่องดังนี้

- การถอดมอเตอร์และรีอวดลวดมอเตอร์
- การพันขดลวดและเคลือบฉนวนมอเตอร์
- การประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน

ส่วนที่ 2 สร้างแบบฝึกปฏิบัติสำหรับผู้ใช้บทเรียน โดยนำมาทดลองพันมอเตอร์
ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์
ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ให้ผู้
ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์
ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 แก้ไข
ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์
ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ให้
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และด้านเทคนิคการทดสอบ 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสม แล้วนำมา
แก้ไขปรับปรุง

โดยคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ อยู่ในระดับ

4.50 - 5.00	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
3.50 - 4.49	หมายถึง	คุณภาพดี
2.50 - 3.49	หมายถึง	คุณภาพปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
0.00 - 1.49	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง

9.1 ราชานามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ผศ. วรวิทย์ สมหา

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุ
ศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- | | |
|------------------------------|--|
| 2. อาจารย์สรณะ กองกุลศิริ | อาจารย์ 2 ระดับ 7 แผนกช่างไฟฟ้า
วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี |
| 3. อาจารย์เอกศิลป์ ขงทัศนีย์ | อาจารย์ 2 ระดับ 7 แผนกช่างไฟฟ้า
วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี |

การประเมินผลของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่านอยู่ในระดับ 4.50 – 5.00 ค่าเฉลี่ย โดยรวมอยู่ที่ระดับ 4.67 แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ในส่วนของเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เหมาะสมสำหรับใช้กับ ผู้เรียนวิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ สาขาวิชาช่างไฟฟ้าได้ รายละเอียดใน (ภาคผนวก ตาราง ที่ ง.1)

9.2 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล | ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุ
ศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. อาจารย์ชนาทรัพย์ สุวรรณลักษณ์ | หัวหน้าศูนย์มัลติมีเดีย โรงเรียน
เทคโนโลยีภาคตะวันออก (อีเทค) |
| 3. อาจารย์กิตติพงษ์ ช่อทองดี | อาจารย์แผนกช่างไฟฟ้าและ
อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนา
ภิเษก มหานคร |

การประเมินผลของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อทั้ง 3 ท่านอยู่ในระดับ 4.00 – 4.50 ค่าเฉลี่ย โดยรวมอยู่ที่ระดับ 4.48 แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่านเห็นว่าบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขา วิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ในส่วนของการผลิตสื่ออยู่ในเกณฑ์ ดี เหมาะสมสำหรับใช้กับผู้เรียนรายวิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับได้รายละเอียดใน (ภาคผนวก ตารางที่ ง.2)

ผลการประเมินด้านเนื้อหา และด้านการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒียังมีข้อเสนอแนะเพื่อ ปรับปรุง ซึ่งได้นำข้อแนะนำต่างๆ ไปแก้ไข และปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ แบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ต่อไป

1. ควรลดเสียงเพลงประกอบให้เบาลง เพื่อให้สามารถฟังเสียงบรรยายได้ชัดเจน
2. ควรปรับปรุงรูปภาพบางรูปให้ชัดเจน

3. ควรให้ผู้เรียนมีการตอบโต้ในการเรียนเพิ่มขึ้น

4. ตัวอักษรควรให้ดึงดูดความสนใจกว่านี้

5. เสียงในบางเฟรมเบาเกินไป

10. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ไปใช้กับนักศึกษา 3 คน หาข้อบกพร่อง

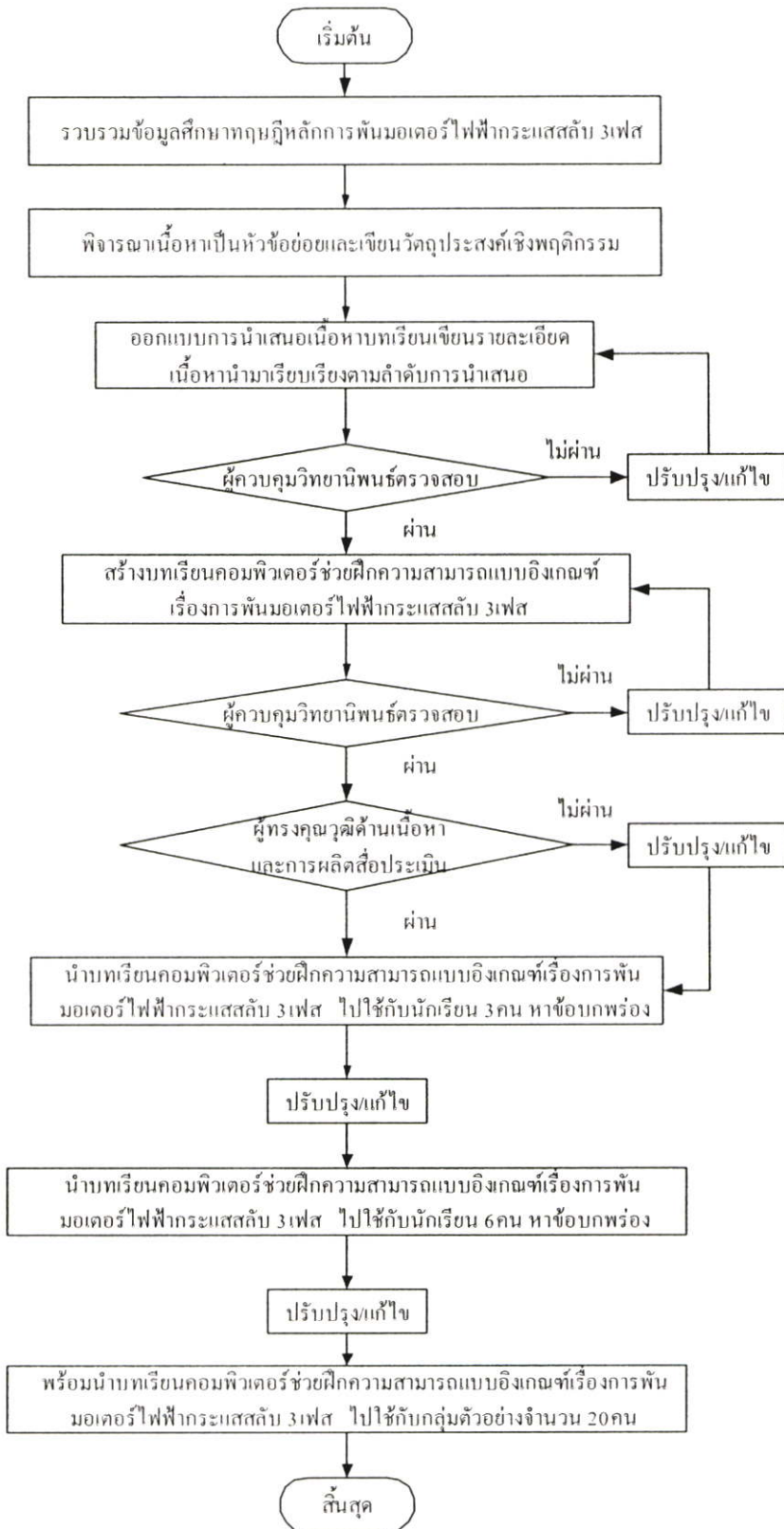
11. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ปรับปรุงแก้ไข

12. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ไปใช้กับนักศึกษา 6 คน หาข้อบกพร่อง

13. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน

14. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนเพื่อหาประสิทธิภาพ

15. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สามารถนำไปใช้งานได้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

3.3.2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย
ฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มีขั้นตอนการสร้าง
ต่อไปนี้

1. ศึกษาเนื้อหาการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสและวิธีการสร้าง
แบบทดสอบ

2. วิเคราะห์เนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้าง
แบบทดสอบ

3. สร้างแบบทดสอบ เป็นแบบ 4 ตัวเลือก หรือวิธีอื่นๆ โดยกำหนดให้
ข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิด หรือตอบมากกว่าหนึ่งในข้อเดียวกันหรือไม่ตอบให้ 0
คะแนนแล้วนำไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปให้
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่านประเมิน เพื่อหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรม (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 177)

โดยการตรวจสอบความสอดคล้องใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้
คะแนน 1 สำหรับข้อทดสอบที่แน่ใจว่า มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อทดสอบที่ไม่แน่ใจว่า มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อทดสอบที่แน่ใจว่า ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรม

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความ
สอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่าง
แบบทดสอบภาคทฤษฎีกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ผลดังนี้

IOC มีค่าเท่ากับ 1.00 จำนวน 13 ข้อ

IOC มีค่าเท่ากับ 0.67 จำนวน 7 ข้อ

IOC มีค่าเท่ากับ 0.33 จำนวน 15 ข้อ

IOC มีค่าเท่ากับ 0.00 จำนวน 5 ข้อ

ผลการสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่ง
สามารถนำมาเป็นแบบทดสอบได้มีทั้งหมด 20 ข้อ และที่ได้คะแนนต่ำกว่า 0.5 และใช้ไม่ได้มี
ทั้งหมด 20 ข้อจากผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิง

พฤติกรรม ข้อสอบข้อที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 หมายถึงผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านเห็นว่าแบบทดสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากนั้นนำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบกับผู้เรียนรายวิชาปฏิบัติมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ดังมีรายละเอียดใน (ภาคผนวก ข.) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎีได้ตามเกณฑ์ (ไพโรจน์ ตรีธรรณกุล.2546 : 158-159)

5. นำแบบทดสอบมาปรับปรุงโดยเลือกข้อที่มีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 แล้ว เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจ และแก้ไขอีกครั้ง

6. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนสาขาช่างไฟฟ้า ที่ผ่านการเรียนแล้วจำนวน 20 คน โดยการวิเคราะห์ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์.2541)

ก) ความยากง่าย (Difficulty) คือ ค่าร้อยละหรือสัดส่วนที่แสดงหัวข้อแบบทดสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้าคนทำถูกมากก็เป็นแบบทดสอบง่าย ถ้ามีคนที่ทำถูกน้อยก็เป็นแบบทดสอบยาก การหาความยากง่ายเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบประเภทความรู้ความเข้าใจ (Cognitive domain) และเป็นแบบทดสอบในระบบอิงกลุ่ม (Norm reference test) มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item analysis)

หลักการเลือกแบบทดสอบมาใช้ ควรเป็นแบบทดสอบที่มีความยากง่ายปานกลางประมาณ 0.50 แต่ในทางปฏิบัติโดยทั่วไป มักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบที่จะนำมาใช้ไว้ในช่วง 0.20-1.0 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกความยากง่ายได้กำหนดไว้ดังนี้

ขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

0.80-1.0 เป็นแบบทดสอบที่ง่ายมาก

0.60-0.79 เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40-0.59 เป็นแบบทดสอบที่ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้)

0.20-0.39 เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00-0.19 เป็นแบบทดสอบที่ยากมาก

ดังนั้นการเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ควรอยู่ที่ระดับ 0.20-1.0

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของข้อสอบพบว่า ค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.45-0.75 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7 แสดงว่าแบบทดสอบค่อนข้างง่าย รายละเอียดใน (ภาคผนวก ตารางที่ ก.1)

ข) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือค่าที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน เช่น กลุ่มเก่ง-กลุ่มอ่อน ในเรื่องที่เป็นความรู้ความเข้าใจ หลักการเลือกแบบทดสอบมาใช้ ควรเป็นแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง โดยทั่วไปมักกำหนดเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก (r) ไว้ที่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะใช้ได้

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

0.40 ขึ้นไป อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของแบบทดสอบดีมาก

0.30-0.39 อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของแบบทดสอบดีพอสมควร

0.20-0.29 อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของแบบทดสอบพอใช้ได้

0.00-0.19 อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของแบบทดสอบใช้ไม่ได้

ดังนั้นค่าอำนาจจำแนก (r) ที่ยอมรับได้คือ ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบพบว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.3-0.5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 แสดงว่าแบบทดสอบมีอำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพของแบบทดสอบดีพอสมควร จำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ รายละเอียดใน (ภาคผนวก ตารางที่ ค.1)

ก) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คือ สามารถวัดได้สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา ไม่เปลี่ยนแปลงไปเปลี่ยนมา ไม่ว่าจะกี่หน เมื่อไร ที่ไหน (ในกรณีสิ่งที่วัดคงที่) โดยวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Kuder Richardson (KR 20)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00

แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเป็น +1.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้

แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.00 หรือ ใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้

แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น -1.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

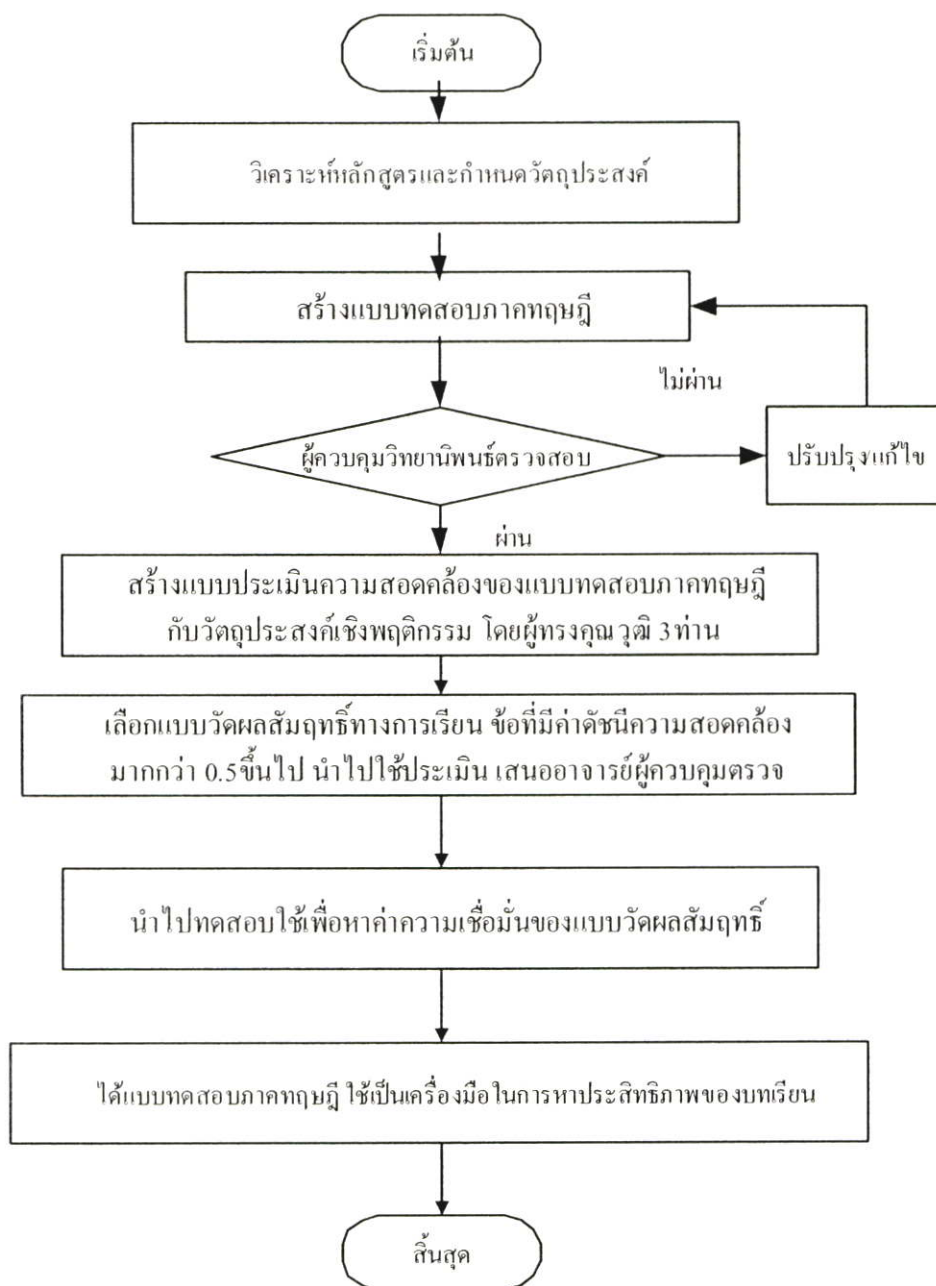
ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคทฤษฎีทั้ง 20 ข้อ มีค่าเท่ากับ 0.726 จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบภาคทฤษฎีฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์เชื่อถือได้ รายละเอียดใน (ภาคผนวก ตารางที่ ค.2)

7. เลือกแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว

8. บรรจุแบบทดสอบที่สมบูรณ์ไว้ในซีดีรอม

9. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือ

ในการทดลอง



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ใช้บทเรียน

1. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กำหนดเป็นแนวทางสร้างแบบประเมินคุณภาพ
2. สร้างแบบประเมินคุณภาพขึ้นมา จำนวน 2 ชุด

ชุดที่ 1 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อประเมินความเหมาะสม ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น

ชุดที่ 2 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเพื่อประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น

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

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

ได้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิตามแบบของ John W Best ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้ไปประเมินสื่อมากำหนดค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

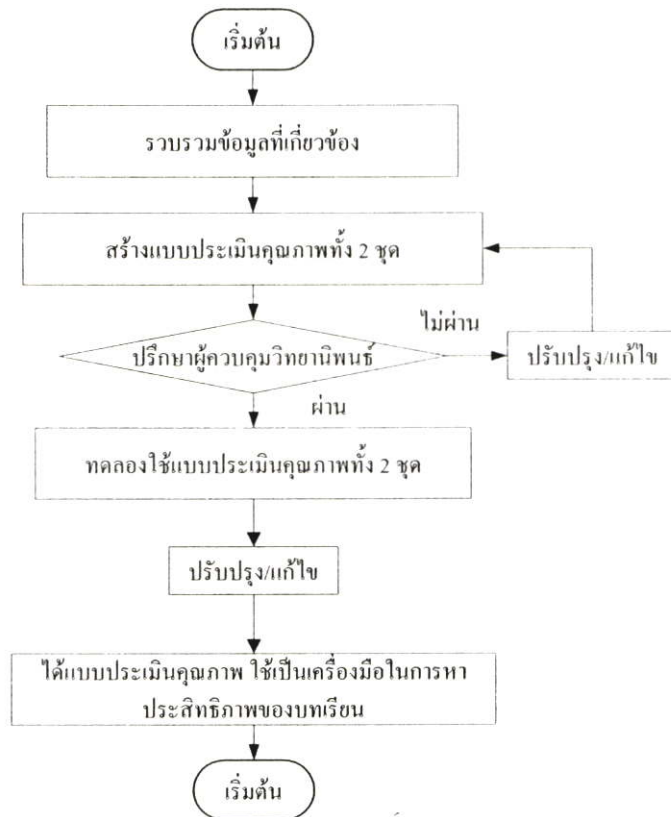
เกณฑ์	ระดับคุณภาพ
4.50-5.00	ดีมาก
3.50-4.49	ดี
2.50-3.49	ปานกลาง
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

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

3. ปรีกษาผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ โดยนำแบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นทั้ง 3 ชุดให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสม จากนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อมูลที่ได้รับ

4. ทดลองใช้แบบประเมิน โดยใช้ทดลองกับนักเรียนสาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมชัดเจนของคำถาม

5. ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน โดยนำข้อมูลจากที่ได้ทดลองใช้มาทำการแก้ไขปรับปรุง โดยผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์อีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจัดเตรียมพิมพ์แบบประเมินฉบับสมบูรณ์เพื่อเตรียมเก็บข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลอง และเพื่อการวิจัยครั้งนี้ได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงาน เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ที่สร้างขึ้นทำการทดลองกับนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาช่างไฟฟ้าสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร
2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากงานบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปติดต่อผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลการวิจัย
3. จัดเตรียมห้องปฏิบัติการทดลองรวมทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
4. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน และทำการเก็บข้อมูลโดย
5. แนะนำการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
6. ให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จนครบ ถ้าไม่เข้าใจสามารถย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาเพิ่มเติมได้ ใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง ผู้เรียนขอเข้ารับการประเมินผล โดยใช้แบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ เมื่อทำการทดสอบแล้วผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงจะสามารถที่จะเข้ารับการฝึกในภาคปฏิบัติต่อไป
7. เมื่อผ่านการทดสอบภาคทฤษฎีแล้ว นำแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยทำการประเมินจากแบบวัดรายการความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติโดยนำอุปกรณ์มาให้ผู้เรียนปฏิบัติงาน ตามที่ได้ศึกษาจากบทเรียน เมื่อผู้เรียนพร้อมที่จะทดสอบและขอเข้ารับการประเมินจากครูฝึก ครูฝึกสังเกตการณ์ปฏิบัติงานของผู้เรียนและประเมินผลตามแบบทดสอบรายการความสามารถ ตามเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา
8. นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคะแนนสอบภาคทฤษฎีร้อยละ 20 และคะแนนจากแบบประเมินรายการความสามารถคิดเป็นร้อยละ 80 โดยผู้ที่ได้คะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 80 นับเป็นจำนวนผู้ที่สอบผ่าน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ และหาค่าความเชื่อมั่น

3. การประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้บทเรียน และความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. การหาประสิทธิภาพตามสมมติฐาน คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สามารถนำมาใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยร้อยละ 80 ของผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) (กานดา พูนลาภทวี 2530 : 44)

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

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

X = ค่าของคะแนนทดสอบที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนทำได้

N = จำนวนคะแนนทดสอบที่เก็บข้อมูลมาทั้งหมด

3.6.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (กานดา พูนลาภทวี 2530 :

76)

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

S.D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ข้อมูลแต่ละจำนวน

f = ความถี่

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

\sum = ผลรวม

3.6.3 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ไพโรจน์ ตรีธนากุล.2546 : 158-159)

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

IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
 N = จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.6.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.6.4.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538 :

210-211)

สูตร

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

P = ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.6.4.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538 :

210-211)

สูตร

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

r = ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ

R_u = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

R_l = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.6.4.3 ค่าความแปรปรวน

สูตร

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

s^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

X = ข้อมูลแต่ละจำนวน

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.6.4.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ เนื่องจากข้อมูลมีค่า 0,1 และข้อสอบมีความยากง่ายใกล้เคียงกัน จึงใช้สูตร KR 20 ของ Kuder-Richardson

สูตร

$$r_{ii} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right\}$$

r_{ii} = ค่าความเชื่อมั่น

K = จำนวนข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด

p = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q = สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = 1-p

s^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับเท่ากับการยกกำลังสองของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 การดำเนินการวิจัยผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร ประมาณ เดือน มกราคม 2550 จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยร้อยละ 80 ของนักเรียนที่จะเข้ารับการ การใช้โปรแกรมจะต้องทำแบบทดสอบได้ คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์

4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบรายความสามารถภาคปฏิบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์

4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์

4.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์

คนที่	คะแนนแบบทดสอบภาคทฤษฎี (รวม 20 คะแนน)	ร้อยละ	ผลคะแนน
1	17	85	ผ่าน
2	20	100	ผ่าน
3	19	95	ผ่าน

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบภาคทฤษฎี (รวม 20 คะแนน)	ร้อยละ	ผลคะแนน
4	18	90	ผ่าน
5	19	95	ผ่าน
6	18	90	ผ่าน
7	17	85	ผ่าน
8	20	100	ผ่าน
9	19	95	ผ่าน
10	17	85	ผ่าน
11	18	90	ผ่าน
12	19	95	ผ่าน
13	20	100	ผ่าน
14	19	95	ผ่าน
15	19	95	ผ่าน
16	18	90	ผ่าน
17	17	85	ผ่าน
18	18	90	ผ่าน
19	19	95	ผ่าน
20	18	90	ผ่าน
คะแนนเฉลี่ย	18.45	92.25	

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความสามารถในภาคทฤษฎีของบทรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ของนักเรียนชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 20 คน มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน 18.45 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 92.25 ผ่านเกณฑ์ที่ร้อยละ 80 คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมดสามารถเข้าสอบภาคปฏิบัติในแต่ละบทตามแบบรายการความสามารถได้

4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ที่สอบผ่านภาคทฤษฎี ศึกษาด้วยตนเองจนมีความมั่นใจแล้ว ผู้เรียนขอเข้ารับการทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ โดยครูฝึกเป็นผู้ประเมิน

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบรายการความสามารถ
ภาคปฏิบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์

คนที่	ขั้นตอนการถอด มอเตอร์และรีจลดวด (51 คะแนน)	ขั้นตอนการพัน ขดลวดและเคลื่อน จำนวนมอเตอร์ (72 คะแนน)	ขั้นตอนการประกอบ มอเตอร์และทดสอบ การทำงาน (30 คะแนน)	รวม (153 คะแนน)	ร้อยละ
1	49	69	30	148	96.73
2	51	68	30	149	97.39
3	49	67	29	145	94.77
4	48	70	29	147	96.08
5	49	69	30	148	96.73
6	49	66	30	145	94.77
7	48	65	30	143	93.46
8	49	66	28	143	93.46
9	47	66	30	143	93.46
10	50	70	30	150	98.04
11	47	66	30	143	93.44
12	50	72	30	152	99.35
13	49	70	30	149	97.39
14	50	71	30	151	98.69
15	48	69	30	147	96.08
16	50	71	30	151	98.69
17	47	68	30	145	94.77

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

คนที่	ขั้นตอนการถอด มอเตอร์และรีจควด (51 คะแนน)	ขั้นตอนการพัน ขดลวดและเคลือบ ฉนวนมอเตอร์ (72 คะแนน)	ขั้นตอนการประกอบ มอเตอร์และทดลอง การทำงาน (30 คะแนน)	รวม (153 คะแนน)	ร้อยละ
18	51	71	30	152	99.35
19	47	64	30	141	92.16
20	51	72	30	153	100
คะแนนเฉลี่ย				147.25	96.24

จากตารางที่ 4.2 ผลคะแนนของการทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติของ บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ของนักเรียนระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร พบว่ามี ผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน 147.25 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 96.24

4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาภาคทฤษฎี แล้วทำการทดสอบโดยทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 20 ข้อ โดยถ้าผู้เรียนทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ประเมินมากกว่าร้อยละ 80 ก็จะสามารถเข้ารับการฝึกภาคปฏิบัติได้ เมื่อผู้เรียนพร้อมที่จะเข้ารับการประเมินจากครูฝึก ผู้เรียนขอเข้ารับการทดสอบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ โดยครูฝึกเป็นผู้ประเมินโดยใช้แบบทดสอบรายการความสามารถ

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์
แบบทดสอบในภาคทฤษฎีและแบบรายการความสามารถภาคปฏิบัติ

คนที่	คะแนนภาคทฤษฎี	คะแนนภาคปฏิบัติ	คะแนนรวม
	(20 %)	(80 %)	ร้อยละ
1	17	77.39	94.39
2	20	77.91	97.91
3	19	77.39	94.82
4	18	75.82	94.86
5	19	77.39	96.39
6	18	75.82	93.82
7	17	74.77	91.77
8	20	74.77	94.77
9	19	74.77	93.77
10	17	78.43	95.43
11	18	74.77	92.77
12	19	79.48	98.48
13	20	77.91	97.91
14	19	78.95	97.95
15	19	76.86	95.86
16	18	78.95	96.95
17	17	75.82	92.82
18	18	79.48	97.48
19	19	73.73	92.73
20	18	80.00	98.00
รวม	369	1,539.87	1,908.87
คะแนนเฉลี่ย	18.45	76.99	95.44

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก
ความสามารถแบบอิงค์เกณฑ์สรุปผลคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถทั้งภาคทฤษฎี และ
ภาคปฏิบัติ

ผลการหาประสิทธิภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร จำนวน 20 คน ทั้งในส่วนของภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติได้คะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 95.44

สรุปผลจากการประเมินหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 20 คน ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติอยู่ในระดับ 95.44 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2546 มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ได้ผลสรุปการวิจัยดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546
2. เพื่อหาประสิทธิภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 สำหรับฝึกทักษะของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้า ที่ใช้โปรแกรมมีคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 95.44 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้โปรแกรม ทำแบบทดสอบได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ไม่เคยเรียนรู้เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มาก่อน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร จำนวน 20 คน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546
2. แบบประเมินรายการความสามารถ เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลอง และเพื่อการวิจัยครั้งนี้ได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ที่สร้างขึ้น ทดลองกับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษารายละเอียด คำแนะนำ และข้อควรปฏิบัติในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546
2. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการให้เรียนรู้จำนวน 3 บท ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง โดยให้แต่ละคนได้ศึกษาบทเรียนเองตามความพอใจ
3. เมื่อดำเนินการศึกษาบทเรียนครบทุกบทแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ

4. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของตัวบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546

การประเมินผลจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

1. เตรียมคอมพิวเตอร์พร้อมระบบมัลติมีเดีย ติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546

2. แนะนำการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 และวิธีการประเมินผล

3. ให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 จนจบทุกบทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนขอเข้ารับการประเมินผล โดยทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีจำนวน 20 ข้อ นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ เมื่อทำการทดสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงจะสามารถเข้ารับการฝึกในภาคปฏิบัติต่อไป

4. นำอุปกรณ์มาให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติงาน ตามที่ได้ศึกษาจากบทเรียนในภาคทฤษฎีเมื่อผู้เรียนพร้อมที่จะทดสอบและขอเข้ารับการประเมินผลจากครูฝึก โดยครูฝึกจะคอยสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียนและประเมินผลตามแบบประเมินรายการความสามารถ ตามเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 80

5. นำคะแนนที่ได้ทั้งส่วนของภาคทฤษฎี คิดเป็นร้อยละ 20 และภาคปฏิบัติคิดเป็นร้อยละ 80 มารวมกัน จากนั้นวิเคราะห์หาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ จากคะแนนทั้งสองส่วน

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถจากการให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดรายการความสามารถทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้าจำนวน 20 คน ผลการทดสอบมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เข้ารับการอบรมทั้งหมด โดยทำแบบทดสอบในภาคทฤษฎีได้ระดับคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 92.25 และในภาคปฏิบัติได้ระดับคะแนน

ร้อยละ 96.24 ดังนั้นนักเรียนที่เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติรวมกัน คิดเป็นร้อยละ 95.44

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 มีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 100 ของผู้เข้ารับการอบรม เมื่อฝึกปฏิบัติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ที่สร้างขึ้น สามารถผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติด้วยระดับคะแนนร้อยละ 95.44

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน หลังจากที่ได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แล้วพบว่า สามารถทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีผู้สอบได้คะแนนมากกว่า ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมดและแบบประเมินรายการความสามารถ(ภาคปฏิบัติ) โดยมีผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมด และเมื่อนำผลคะแนนทั้งสองภาคมารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละผลการประเมินพบว่า มีผู้ผ่านเกณฑ์ประเมินสูงกว่าที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยได้ระดับคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 95.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 80 การที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและเกิดการเรียนรู้จนทำให้สามารถทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ได้ทุกคน เนื่องจากผู้เรียนได้ศึกษาจากบทเรียน CBST ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบบทเรียนที่สร้างขึ้นด้วยการนำภาพถ่ายวิดีโอการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสที่เหมือนของจริงทุกขั้นตอนมาแสดงประกอบการบรรยายด้วยเสียงบรรยาย และข้อความประกอบ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนในภาคปฏิบัติ ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับกับงานวิจัยของ ณรงค์ ดันจินชุย เรื่องโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงานเรื่องเครื่องทดสอบไอซี ADVANTEST TESTER รุ่น T3347A VLSI ผลการวิจัยปรากฏว่าพนักงานช่างเทคนิค ผ่านเกณฑ์การประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ของชุดอบรมพนักงาน จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของ

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 94.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546

สามารถให้ความรู้ในเรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2546 ของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากบทเรียนมีเนื้อหาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหามีความถูกต้อง มีความสอดคล้องกับเนื้อหาทุกขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ไม่ผิดวัตถุประสงค์

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2546 ของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากมีการลำดับขั้นตอนการนำเสนอที่เหมาะสม มีภาพเคลื่อนไหววิดีโอ มีตัวหนังสือประกอบ และมีเสียงบรรยายประกอบ

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนหรือผู้ที่มีความสนใจในเนื้อหาเรื่องนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงาน ที่สร้างขึ้นมีดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 สามารถใช้เป็นสื่อช่วยฝึกอบรมให้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้าได้

2. จากความรู้ด้านการผลิตสื่อการสอนของงานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาใช้จัดทำสื่อเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเรียนอื่นๆ ได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ในรูปแบบโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ เช่น 3D studio, Director, Macromedia Flash และอื่นๆ

2. ควรนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ที่สร้างขึ้น ไปเปรียบเทียบกับการสอนโดยวิธีสอนปกติ
3. การฝึกปฏิบัติหลังจากที่ได้ศึกษาจากบทเรียนแล้วควรคำนึงถึงความพร้อมของสถานศึกษาในเรื่องของเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง
4. ควรนำโปรแกรมสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Flash เข้ามาช่วยในการเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจในการเรียนรู้
5. ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกให้สามารถนำไปใช้บนอินเทอร์เน็ตเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางขึ้น

บรรณานุกรม

- กานดา พูนลาภทวี. 2539. **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ : ฟิสสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์.
- กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543 **คู่มือการพัฒนาชุดการสอน CBST**. กรุงเทพฯ กระทรวงแรงงาน และสวัสดิการสังคม
- คาร์ล วิลกินสัน. 2536. **เทคนิคการพันมอเตอร์ขนาดเล็ก**. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- จรินทร์ ธานีรัตน์. 2543. **การทดสอบและวัดผลทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียน สโตร์.
- ชวาล แพรรค์กุล. 2518. **เทคนิคการวัดผล**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. 2541. **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์.
- ณรงค์ ดันจินชุย (2548 : 84) **โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรมพนักงาน เรื่องเครื่องทดสอบ ไอซี ADVANTEST TESTER รุ่น T3347A VLSI** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- นงนุช วรรณวณะ. 2535. **คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : วารสารรามคำแหง บุญเรียง ขจรศิลป์. 2542. **สถิติวิจัย 1** . กรุงเทพฯ : หจก. พี.เอ็น. การพิมพ์
- บุรณะ สมชัย. 2538. **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด มหาชน.
- พรณี สীগิจวัฒน์. 2541. **เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พิชัย สดพิบาล. 2543. **คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST** . กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. กระทรวงแรงงาน และสวัสดิการสังคม. ประเทศไทย.
- ไพโรจน์ ติรณชนากุล. 2546. **การออกแบบและการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน สำหรับ e-Learning**. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ยุทธศักดิ์ สันตมาศ. 2543. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ**. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- รวีวรรณ ชินะตะกุล. 2535. **วิธีวิจัยการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดการพิมพ์.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ส่งเสริมวิชาการ

- ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ. 2544. การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิง
เกณฑ์ เรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Window NT Server. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เอกคอมพิวเตอร์) สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- วิญญา วิศาลาภรณ์. 2530. การสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรจน์ ประสานมิตร.
- วันชัย นราเดช. 2546. หลักและวิธีการพันมอเตอร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สุชาติ สิริสุขไพบูรณ์. 2530. การสอนทักษะปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ
- สุวิทย์ ฉุยฉาย. 2543. การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ
มัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- สุเมธ สงวนใจ. 2542. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลง.
กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 2546. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546
กรุงเทพฯ. : สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- อรไท กอนมณี. 2548. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด
ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
เบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง .

ภาคผนวก ก

หนังสือพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิจัย



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายประจักษ์ชัย มาลัย รหัสประจำตัว 45063322 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2547 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (COMPETENCY BASE SKILL TRAINING ON 3 PHASES AC MOTOR FOR B.E. 2547 VOCATION CERTIFICATE CURRICULUM ELECTRICAL DIVISION VOCATIONAL EDUCATION COMMISSION)” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2547

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้ เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2547

(รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มชัด)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส รายวิชามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2547 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. ผศ. วรวิทย์ สมหา | ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. อาจารย์สรณะ กองกุลศิริ | ครู คศ.2 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี |
| 3. อาจารย์เอกศิลป์ ยงทัสนีย์ | ครู คศ.2 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี |

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล | ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. อาจารย์ชนาทรัพย์ สุวรรณลักษณ์ | หัวหน้าศูนย์มัลติมีเดีย โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อีเทค) |
| 3. อาจารย์กิตติพงษ์ ช่อทองดี | อาจารย์แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร |



ที่ ศธ 0524.04/ 0068

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ธนาทรัพย์ สุวรรณลักษณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายประจักษ์ชัย มาลัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้า
กระแสสลับ 3 เฟส หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2547 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการ
การอาชีวศึกษา” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ
ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณา แล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกนี้ว่ามี
ความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นายประจักษ์ชัย มาลัย 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/ 0103

คณะกรรมการอำนวยการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๐ มกราคม 2550

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยกาญจนภิเษกมหานคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายประจักษ์ชัย มาลัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2547 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2547 คณะกรรมการอำนวยการ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายประจักษ์ชัย มาลัย ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนระดับชั้นปวช.และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ภาคผนวก ข

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผลการหาดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบองค์เกณฑ์ เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

คำชี้แจง

โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริงสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับความคิดเห็นดังนี้

คะแนน 1 สำหรับข้อทดสอบที่แน่ใจว่า มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อทดสอบที่ไม่แน่ใจว่า มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อทดสอบที่แน่ใจว่า ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ผลการประเมิน			หมายเหตุ
			-1	0	1	
1. การถอดมอเตอร์และรีอชคลวดมอเตอร์						
1.1 การถอดมอเตอร์	1.1 สามารถอธิบายความหมายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสและขั้นตอนการถอดได้ (สำหรับข้อ 1-9)	1				
1.2 การรีอชคลวดมอเตอร์และจดบันทึกข้อมูล	1.2 สามารถอธิบายขั้นตอนการรีอชคลวดและจดบันทึกข้อมูลได้ (สำหรับข้อ 10-18)	2				
		3				
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				
		11				
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				
		17				
		18				

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ผลการประเมิน			หมายเหตุ
			-1	0	1	
2. การพันขดลวดและเคลือบ ลวดมอเตอร์ 2.1 การพันขดลวดมอเตอร์ 2.2 การเคลือบลวดมอเตอร์	2.1 สามารถอธิบายขั้นตอนการพันขดลวด มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้ (สำหรับข้อ 19 - 32) 2.2 สามารถอธิบายขั้นตอนการเคลือบลวด มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้ (สำหรับข้อ 33 - 34)	19				
		20				
		21				
		22				
		23				
		24				
		25				
		26				
		27				
		28				
		29				
		30				
		31				
		32				
		33				
34						
3.การประกอบมอเตอร์และทดลอง การทำงาน	3.1 สามารถอธิบายขั้นตอนการประกอบมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้ (สำหรับข้อ 35 - 37) 3.2 สามารถอธิบายการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟสได้ (สำหรับข้อ 38 - 40)	35				
		36				
		37				
		38				
		39				
		40				
		40				

ตารางที่ ข. ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎี กับวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
1	ข้อใดคือความหมายของมอเตอร์ไฟฟ้า ก.เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนจากพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ข.เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ค.อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนที่โดยการหมุน ง.อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นต้นกำลัง	2	0.667
2	ส่วนใดของมอเตอร์ทำหน้าที่รองรับขดลวด ก.สเตเตอร์ ข. โรเตอร์ ค.คอมมิวเตเตอร์ ง. ร่องสลีต	2	0.667
3	ใบพัดลมมีหน้าที่อะไร ก.ระบายความร้อน ข.เป่าลมไม่ให้มีฝุ่นเกาะโรเตอร์ ค.ถูกทั้ง 2 ข้อ ง. ไม่มีข้อใดถูก	1	0.333
4	แกนโรเตอร์ด้านเพลงานหมายถึงด้านใด ก.ด้านที่ใส่ใบพัดลม ข.ด้านที่อยู่ด้านฝาท้ายของมอเตอร์ ค.ด้านที่มีไว้สำหรับใส่ขั้วล่อหรือเฟืองขับ ง.ถูกทุกข้อ	1	0.333
5	ข้อใดไม่ใช่เครื่องมือในการถอดมอเตอร์ ก.ประแจปากดาบ ข.ไขควงแฉก ค.ค้อนยาง ง.สั้ว	0	0.000
6	เราใช้เครื่องมือใดถอดฝาครอบใบพัดลม ก.คีม ข.ไขควงแฉก ค.ค้อนยาง ง.สั้ว	1	0.333

ตารางที่ ข (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
20	การรอกนวนร่องสล็อตเพื่ออะไร ก.ป้องกันการเกิด Short Turn ข.ป้องกันการเกิดการลัดวงจรระหว่างเฟส ค.ป้องกันการเกิดไฟฟ้ารั่วลงโครง ง. ข้อ ข. และ ค. ถูก	2	0.667
21	การรอกนวนระหว่างขดลวดทั้ง 2 ชั้นในร่องสล็อตเดียวกัน เพื่ออะไร ก.ป้องกันการเกิด Short Turn ข.ป้องกันการเกิดการลัดวงจรระหว่างเฟส ค.ป้องกันการเกิดไฟฟ้ารั่วลงโครง ง. ถูกทุกข้อ	3	1
22	เมื่อลงขดลวดจนถึงร่องสล็อตแรกที่ลงขดลวดชั้นแรกไว้ควร ทำอะไร ก.ลงขดลวดชั้นที่สองทับชุดแรกทันที ข.ยกขดลวดชั้นแรกออกแล้วจึงลงขดลวดชุดใหม่ลงไป ค.ยกขดลวดในร่องที่มีขดลวดชั้นเดียวทั้งหมดออกก่อนแล้ว มัดแยกขดลวดแต่ละสล็อตไว้แล้วจึงลงขดลวดชุดใหม่ ง.ยกขดลวดที่ลงไว้ ออกแล้วจึงลงขดลวดชุดใหม่	3	1
23	การกั้นฉนวนระหว่างเฟสทำเพื่ออะไร ก.ป้องกันการเกิด Short Turn ข.ป้องกันการเกิดการลัดวงจรระหว่างเฟส ค.ป้องกันการเกิดไฟฟ้ารั่วลงโครง ง.ถูกทุกข้อ	3	1
24	เราใช้มิเตอร์ชนิดใดวัดหาต้นสายกับปลายสาย ก.วัตต์มิเตอร์ ข.โอห์มมิเตอร์ ค.โวลต์มิเตอร์ ง.แอมป์มิเตอร์	1	0.33
25	เวลาบัดกรีสายต่อวงจรเราใช้อะไรเป็นฉนวนตรงรอยต่อ ก.ผ้าเทปพันสายไฟ ข.หางปลาต่อสาย ค.ปลอกสาย ง.กระดาษกาว	3	1

ตารางที่ ข (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
32	การมัดเชือกกับขดลวดทำเพื่ออะไร ก. เพื่อป้องกันขดลวดลัดวงจรกับสเตเตอร์ ข. เพื่อป้องกันขดลวดมาพันกับโรเตอร์เวลาหมุน ค. เพื่อป้องกันขดลวดเกิดการ Short turn ง. เพื่อป้องกันขดลวดการเกิดลัดวงจร	3	1
33	การอาบน้ำยานิชทำเพื่ออะไร ก. เพื่อให้มอเตอร์กินกระแสต่ำลง ข. เพื่อให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานนาน ค. เพื่อป้องกันสันของขดลวด ง. ถูกทุกข้อ	1	0.33
34	การอาบน้ำวานิชมีกี่วิธี ก. 2 วิธี ข. 3 วิธี ค. 4 วิธี ง. 5 วิธี	1	0.333
35	ในการประกอบมอเตอร์ควรประกอบส่วนใดก่อน ก. โรเตอร์ ข. ฝาครอบท้าย ค. ฝาครอบหัว ง. ฝาครอบขั้วต่อสาย	3	1
36	ก่อนใส่ฝาน้ำของมอเตอร์ควรใส่อะไรก่อน ก. สเตเตอร์ ข. แหวนสปริง ค. โรเตอร์ ง. ฝาหลัง	3	1
37	เราใช้เครื่องมือใดไขขันน็อตปิดฝาน้ำท้ายมอเตอร์ ก. ไขควงปากแฉก ข. ประแจปากคายน ค. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข. ง. ไม่มีข้อใดถูก	1	0.333

ตารางที่ ข (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
38	เราใช้มิเตอร์ชนิดใดวัดกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ ก. โวลท์มิเตอร์ ข. แคลมป์ป้อนมิเตอร์ ค. แอมป์มิเตอร์ ง. โอห์มมิเตอร์	2	0.667
39	เราใช้มิเตอร์ชนิดใดวัดความเร็วรอบมอเตอร์ ก. เทคโคมิเตอร์ ข. คลิปแอมป์มิเตอร์ ค. กัลวานอร์มิเตอร์ ง. มัลติมิเตอร์	3	1
40	การใช้เทคโคมิเตอร์วัดความเร็วรอบจะต้องทำอะไร ก. ติดแผ่นสะท้อนแสงที่แกนโรเตอร์ ข. ติดกระดาษขาวที่แกน โรเตอร์ ค. นำเชือกไปผูกที่แกน โรเตอร์ ง. ไม่มีข้อใดถูก	2	0.667

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบภาคทฤษฎี

เฉลยแบบทดสอบ

การหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

แบบประเมินรายการความสามารถ

ผลการประเมินรายการความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ

ข้อสอบภาคทฤษฎีการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดคือความหมายของมอเตอร์ไฟฟ้า

- ก. เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนจากพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
- ข. เครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
- ค. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เคลื่อนที่โดยการหมุน
- ง. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นต้นกำลัง

2. ส่วนใดของมอเตอร์ทำหน้าที่รองรับขดลวด

- ก. สเตเตอร์
- ข. โรเตอร์
- ค. คอมมิวเตเตอร์
- ง. ร่องสลีต

3. ก่อนทำการรี้อขดลวดต้องนำขดลวดไปทำอะไรก่อนเพื่อให้รี้อขดลวดง่ายขึ้น

- ก. เผาหรืออบให้ความร้อน
- ข. นำไปอบวานิช
- ค. นำไปชุบฉนวนออก
- ง. นำไปมัดรวมให้เป็นชุด

4. ระยะพิชหมายถึงข้อใด

- ก. ระยะที่ขดลวดแต่ละเฟสทำมุมกัน
- ข. ระยะห่างของร่องสลีตที่ลงขดลวด 1 คอลล์
- ค. ระยะห่างของขดลวดใน 1 คอลล์กรุป
- ง. ระยะห่างของขดลวดใน 1 เฟส

5. ฟรอมคอลล์มีไว้เพื่อทำอะไร

- ก. วัดขนาดขดลวด
- ข. ป้องกันขดลวดเสียด
- ค. เป็นแบบสำหรับพันขดลวด
- ง. ป้องกันขดลวดสัมผัสกับสเตเตอร์

6. การรองฉนวนร่องสลีตเพื่ออะไร

- ก. ป้องกันการเกิด Short Turn
- ข. ป้องกันการเกิดการลัดวงจรระหว่างเฟส
- ค. ป้องกันการเกิดไฟฟ้ารั่วลงโครง
- ง. ข้อ ข. และ ค. ถูก

7. การรองฉนวนระหว่างขดลวดทั้ง 2 ชั้นในร่องสลีทเดียวกันเพื่ออะไร

- ก. ป้องกันการเกิด Short Turn ข. ป้องกันการเกิดการลัดวงจรระหว่างเฟส
ค. ป้องกันการเกิดไฟฟ้ารั่วลงโครง ง. ถูกทุกข้อ

8. เมื่อลงขดลวดจนถึงร่องสลีทแรกที่ลงขดลวดชั้นแรกไว้ควรทำอย่างไร

- ก. ลงขดลวดชั้นที่สองทับชุดแรกทันที
ข. ยกขดลวดชั้นแรกออกแล้วจึงลงขดลวดชุดใหม่ลงไป
ค. ยกขดลวดในร่องที่มีขดลวดชั้นเดียวทั้งหมดออกก่อนแล้วมัดแยกขดลวดแต่ละสลีทไว้แล้วจึงลงขดลวดชุดใหม่
ง. ยกขดลวดที่ลงไว้ก่อนแล้วจึงลงขดลวดชุดใหม่

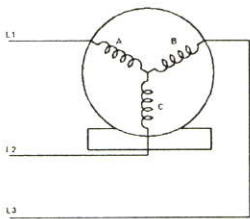
9. การกั้นฉนวนระหว่างเฟสทำเพื่ออะไร

- ก. ป้องกันการเกิด Short Turn
ข. ป้องกันการเกิดการลัดวงจรระหว่างเฟส
ค. ป้องกันการเกิดไฟฟ้ารั่วลงโครง
ง. ถูกทุกข้อ

10. เวลาบัดกรีสายต่อวงจรเราใช้อะไรเป็นฉนวนตรงรอยต่อ

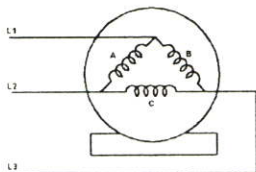
- ก. ผ้าเทปพันสายไฟ ข. หางปลาต่อสาย
ค. ปรอลอกสาย ง. กระดาษกาว

11. จากรูปเป็นการต่อวงจรชนิดใด



- ก. สตาร์
ข. เดลต้า
ค. อัลฟา
ง. สตาร์เทอร์

12. จากรูปเป็นการต่อวงจรชนิดใด



- ก. สตาร์
ข. เดลต้า
ค. อัลฟา
ง. สตาร์เทอร์

13.เราใช้อะไรเป็นตัวทดสอบการต่อวงจรของมอเตอร์

- ก. ลูกปืนกลม ข. เจ็มทิส ค. แผ่นเหล็ก ง. เม็ดพลาสติกกลม

14.ในการทดสอบการต่อวงจรมอเตอร์ถ้าต่อถูกลูกปืนจะเป็นเช่นไร

- ก. วังวนอยู่บนสเตเตอร์โดยไม่หยุด ข. หยุดนิ่ง
ค. วังไปประมาณ 90 องศาแล้วหยุด และวังต่อ ง. ไม่มีข้อใดถูก

15.การมัดเชือกกับขดลวดทำเพื่ออะไร

- ก. เพื่อป้องกันขดลวดลัดวงจรกับสเตเตอร์
ข. เพื่อป้องกันขดลวดมาพันกับโรเตอร์เวลาหมุน
ค. เพื่อป้องกันขดลวดเกิดการ Short turn
ง. เพื่อป้องกันขดลวดการเกิดลัดวงจร

16.ในการประกอบมอเตอร์ควรประกอบส่วนใดก่อน

- ก. โรเตอร์ ข. ฟาครอบท้าย ค. ฟาครอบหัว ง. ฟาครอบขั้วต่อสาย

17.ก่อนใส่ฟาหน้าของมอเตอร์ควรใส่อะไรก่อน

- ก. สเตเตอร์ ข. แหวนสปริง ค. โรเตอร์ ง. ฟาหลัง

18.เราใช้มิเตอร์ชนิดใดวัดกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์

- ก. โวลท์มิเตอร์ ข. แคลมป์ออมมิเตอร์ ค. แอมป์มิเตอร์ ง. โอห์มมิเตอร์

19.เราใช้มิเตอร์ชนิดใดวัดความเร็วรอบมอเตอร์

- ก. เทลโคมิเตอร์ ข. คลิปแอมป์มิเตอร์ ค. กัลวานอ์มิเตอร์ ง. มัลติมิเตอร์

20.การใช้เทลโคมิเตอร์วัดความเร็วรอบจะต้องทำอะไร

- ก. ติดแผ่นสะท้อนแสงที่แกนโรเตอร์ ข. ติดกระดาษกาวที่แกนโรเตอร์
ค. นำเชือกไปผูกที่แกนโรเตอร์ ง. ไม่มีข้อใดถูก

เฉลยแบบทดสอบภาคทฤษฎี

1. ข.
2. ง.
3. ก.
4. ข.
5. ค.
6. ง.
7. ข.
8. ค.
9. ข.
10. ค.
11. ก.
12. ข.
13. ก.
14. ก.
15. ข.
16. ก.
17. ข.
18. ข.
19. ก.
20. ก.

ตารางที่ ค. 1 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ โดยมี ผู้เรียน (N) จำนวน 20 คน

ข้อที่	R_U	R_L	$R = (R_U) + (R_L)$	$p = \frac{R}{N}$	$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$	$q = 1 - p$	$p.q$
1	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
2	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
3	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
4	9	4	13	0.65	0.5	0.35	0.228
5	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
6	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
7	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188,
8	8	4	12	0.6	0.4	0.4	0.24
9	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
10	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
11	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
12	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
13	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
14	8	5	13	0.65	0.3	0.35	0.228
15	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
16	9	5	14	0.7	0.4	0.3	0.21
17	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
18	9	6	15	0.75	0.3	0.25	0.188
19	7	3	10	0.5	0.4	0.5	0.25
20	6	3	9	0.45	0.3	0.55	0.248
			เฉลี่ย	0.7	0.33	$\sum p.q$	4.028

เมื่อ ;

p	หมายถึงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
r	หมายถึงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
R_{I_i}	หมายถึงคะแนนกลุ่มเก่งตอบถูก
R_{L_i}	หมายถึงคะแนนกลุ่มอ่อนตอบถูก
R	หมายถึงจำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
N	หมายถึงจำนวนพนักงานช่างที่ทำแบบทดสอบ
r_{ii}	หมายถึงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
q	หมายถึงสัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ $= 1 - p$
k	หมายถึงจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
S^2	หมายถึงความแปรปรวน
$\sum X$	หมายถึงผลรวมของคะแนนแต่ละตัว
N	หมายถึงจำนวนข้อมูลทั้งหมด

ตารางที่ ค. 2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR20)

คนที่	คะแนน (X)	(X ²)	คนที่	คะแนน (X)	(X ²)
1	17	289	11	15	225
2	17	289	12	11	121
3	17	289	13	14	196
4	16	256	14	10	100
5	15	225	15	9	81
6	18	324	16	9	81
7	15	225	17	9	81
8	19	361	18	11	121
9	20	400	19	9	81
10	19	361	20	11	121
				$\sum X = 281$	$\sum X^2 = 4227$

ค่าความแปรปรวน

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

$$S^2 = \frac{20(4227) - (281)^2}{20(20-1)}$$

$$S^2 = 14.68$$

ค่าความเชื่อมั่น

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

$$r_{tt} = \frac{20}{20-1} \left(1 - \frac{4.028}{14.68} \right)$$

$$r_{tt} = 0.726$$

แบบประเมินรายการความสามารถ เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ชื่อผู้เรียน.....วันที่.....

แบบประเมินรายการความสามารถที่ 1	การถอดมอเตอร์และการร้อยขดลวดมอเตอร์
แบบประเมินรายการความสามารถที่ 2	การพันขดลวดและเคลือบฉนวนมอเตอร์
แบบประเมินรายการความสามารถที่ 3	การประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน

คำชี้แจง

- 1.แบบประเมินรายการความสามารถมีทั้งหมด 3 ชุด ครูฝึกต้องทำการประเมินผลการฝึกปฏิบัติของผู้เรียนตามที่กำหนด โดยอาศัยการสังเกต
- 2.ครูฝึกสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนตามรายการความสามารถที่อยู่ในแบบประเมินรายการความสามารถ
- 3.ครูฝึกทำเครื่องหมายบนรายการความสามารถ เพื่อวัดพฤติกรรมของผู้เรียนให้ตามรายการความสามารถ

รายละเอียดของระดับความสามารถ

ระดับ 3	สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ต้องขอคำแนะนำจากครูฝึก
ระดับ 2	สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง โดยต้องขอคำแนะนำจากครูฝึก
ระดับ 1	สามารถปฏิบัติงานได้ แต่ต้องการคำแนะนำจากครูฝึกอย่างใกล้ชิด
ระดับ 0	ไม่สามารถปฏิบัติงานได้

เกณฑ์ประเมิน

ผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น เข้ารับการประเมินจากครูฝึก ผู้เรียนต้องผ่านการประเมินด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

ตารางที่ ค. 3 แบบประเมินรายการความสามารถที่ 1 เรื่องการถอดมอเตอร์และการรีอืดขวด
มอเตอร์

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
1	รู้จักเครื่องมือที่ใช้ในการถอดมอเตอร์และรีอืดขวดมอเตอร์				
2	รู้จักส่วนประกอบต่าง ๆ ของมอเตอร์				
3	การถอดฝาครอบใบพัด				
4	การถอดใบพัดลมระบายความร้อน				
5	การทำเครื่องหมายหัวท้าย				
6	การถอดน็อตยึดฝาครอบ				
7	การถอดฝาครอบด้านหลัง				
8	การแกนโรเตอร์				
9	การถอดฝาครอบด้านหน้า				
10	การถอดแหวนสปริง				
11	การถอดฝาครอบขั้วต่อสาย				
12	การถอดสายไฟออกจากขั้วต่อสาย				
13	การเผาขวด				
14	การฉนวนอัดปากร่องสลีตออก				
15	การตัดขวด				
16	การดึงขวดออก				
17	การจดบันทึกข้อมูล				
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งหมด					

ตารางที่ ค. 4 แบบประเมินรายการความสามารถที่ 2 เรื่องการพันขดลวดและเคลือบฉนวนมอเตอร์

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
1	รู้จักเครื่องมือที่ใช้ในการพันขดลวดมอเตอร์				
2	การตั้งค่าเครื่องพันคอยล์				
3	การพันคอยล์				
4	การรองฉนวนร่องสลีต				
5	การใส่ขอลวดขดที่ 1 ด้านที่ 1				
6	การรองฉนวนชั้นที่ 1				
7	การใส่ขอลวดขดที่ 1 ด้านที่ 2				
8	การใส่ขลวดขดที่ 2 และ 3				
9	การลงขดลวดซ้อนกัน ใน 1 ร่องสลีต				
10	การรองฉนวนค้ำบนขดลวด				
11	การยกขดลวด 7 สลีสแรกเมื่อลงขดลวดครบรอบ				
12	การมัดแยกขดลวด 7 สลีสแรก				
13	การลงขดลวดหลังจากยกขดลวด 7 สลีสแรก				
14	การลงขดลวด 7 สลีสแรกที่ยกไว้				
15	การแบ่งคั่นสายและปลายสาย				
16	การบัดกรี				
17	การใส่ปลอกสาย				
18	การต่อวงจรภายใน				
19	การทดสอบมอเตอร์				
20	การกั้นฉนวนระหว่างเฟส				
21	การมัดเชือก				
22	การอบไล่ความชื้น				
23	การอบน้ำยวานิช				
24	การอบแห้ง				
รวมคะแนน					
รวมคะแนนทั้งหมด					

ตารางที่ ค. 5 แบบประเมินรายการความสามารถที่ 3 เรื่องการประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
1	การใส่แกนโรเตอร์				
2	การใส่แหวนสปริง				
3	การประกอบฝาครอบด้านหน้า				
4	การประกอบฝาครอบด้านหลัง				
5	การใส่น็อตยึดฝาครอบด้านหลัง				
6	การใส่ใบพัดลม				
7	การใส่ฝาครอบใบพัด				
8	การวัดความเร็วรอบมอเตอร์				
9	การวัดกระแสมอเตอร์แต่ละเฟส				
10	การประกอบฝาครอบขั้วต่อสาย				
	รวมคะแนน				
	รวมคะแนนทั้งหมด				

ตารางที่ ค. 6 แสดงผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เรื่องการถอดมอดเตอร์และการรีอซดลวดมอดเตอร์

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียนคนที่ 1 ถึงคนที่ 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	รู้จักเครื่องมือที่ใช้ในการถอดมอดเตอร์และรีอซดลวดมอดเตอร์	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	รู้จักส่วนประกอบต่าง ๆ ของมอดเตอร์	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
3	การถอดฝาครอบใบพัด	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
4	การถอดใบพัดลมระบายความร้อน	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	การทำเครื่องหมายหัวท้าย	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3
6	การถอดนอตยึดฝาครอบ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	การถอดฝาครอบด้านหลัง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	การแกะน็อตโรเตอร์	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	การถอดฝาครอบด้านบน	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	การถอดแหวนสปริง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	การถอดฝาครอบขั้วต่อสาย	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
12	การถอดสายไฟออกจากขั้วต่อสาย	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
13	การเผาขดลวด	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	การนำฉนวนอัดปากรองสลัดดอก	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3
15	การตัดขดลวด	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
16	การดึงขดลวดออก	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	การจัดบันทึกข้อมูล	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	รวมคะแนนทั้งหมด	49	51	49	48	49	48	49	48	49	47	50	49	50	48	50	48	50	47	51	47

ตารางที่ ค. 7 แสดงผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เรื่องการพันขดลวดและเคลือบฉนวนมอเตอร์

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียนคนที่ 1 ถึงคนที่ 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	รู้จักเครื่องมือที่ใช้ในการพันขดลวดมอเตอร์	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3
2	การตั้งค่าเครื่องพันคอยล์	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	การพันคอยล์	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
4	การรองฉนวนร่องสลอต	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
5	การใส่ขดลวดชุดที่ 1 ด้านที่ 1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	การรองฉนวนชั้นที่ 1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
7	การใส่ขดลวดชุดที่ 1 ด้านที่ 2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
8	การใส่ขดลวดชุดที่ 2 และ 3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
9	การลงขดลวดซ้อนกันภายใน 1 ร่องสลอต	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
10	การรองฉนวนด้านบนขดลวด	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	การยกขดลวด 7 สลอตแรกเมื่อลงขดลวดครบรอบ	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
12	การมัดแยกขดลวด 7 สลอตแรก	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
13	การลงขดลวดหลังจกยกขดลวด 7 สลอตแรก	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
14	การลงขดลวด 7 สลอตแรกที่ยกไว้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	การแบ่งต้นสายและปลายสาย	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	การบัดกรี	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	การใส่ปลอกสาย	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

ตารางที่ ค. 7 (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจาก ผู้เรียนคนที่ 1 ถึงคนที่ 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18	การต่อวงจรภายใน	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	3
19	การทดสอบมอเตอร์	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
20	การคำนวณระหว่างเฟส	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	การมัดเชือก	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
22	การอปไหล่ควมชิ้น	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
23	การอ่านนำยานิช	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	การอบแห้ง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
69	รวมคะแนนทั้งหมด	69	68	67	70	69	66	65	66	66	70	66	72	70	71	69	71	68	71	64	72

ตารางที่ ค.8 แสดงผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติ เรื่องการประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียนคนที่ 1 ถึงคนที่ 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	การใช้แกนโรเตอร์	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	การใช้แหวนสปริง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	การประกอบฝาครอบด้านหน้า	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	การประกอบฝาครอบด้านหลัง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	การใช้สวิตช์ฝาครอบหน้าหลัง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	การใช้ใบพัดลม	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	การใช้ฝาครอบใบพัด	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
8	การวัดความเร็วรอบมอเตอร์	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	การวัดกระแสมอเตอร์แต่ละเฟส	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	การประกอบฝาครอบขั้วต่อสาย	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	รวมคะแนนทั้งหมด	30	30	29	29	30	30	30	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพบทเรียน (ด้านเนื้อหา)

แบบประเมินคุณภาพบทเรียน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียน (ด้านเนื้อหา)

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพบทเรียน บทเรียน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกเรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 (ด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง

1. โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้
 - 5 หมายถึง ดีมาก
 - 4 หมายถึง ดี
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง พอใช้
 - 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
2. ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
เนื้อหาและการนำเสนอ					
1. การถอดมอเตอร์และรีอวดลวดมอเตอร์					
1.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์					
1.2 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
1.3 ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา					
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา					
1.6 ความสอดคล้องของเนื้อหา					
1.7 ความชัดเจนของเนื้อหา					
1.8 ความน่าสนใจของเนื้อหา					
1.9 ความเหมาะสมของเนื้อหา					
2. การพันขดลวดและเคลือบฉนวนมอเตอร์					
2.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์					
2.2 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
2.3 ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา					
2.4 ความถูกต้องของเนื้อหา					
2.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา					
2.6 ความสอดคล้องของเนื้อหา					

27 ความชัดเจนของเนื้อหา					
2.8 ความน่าสนใจของเนื้อหา					
2.9 ความเหมาะสมของเนื้อหา					
3. การประกอบมอเตอร์และทดลองมอเตอร์					
3.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์					
3.2 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
3.3 ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา					
3.4 ความถูกต้องของเนื้อหา					
3.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา					
3.6 ความสอดคล้องของเนื้อหา					
3.7 ความชัดเจนของเนื้อหา					
3.8 ความน่าสนใจของเนื้อหา					
3.9 ความเหมาะสมของเนื้อหา					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
 (.....)
/...../.....

แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกเรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546 (ด้านการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง

- โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้
 - หมายถึง ดีมาก
 - หมายถึง ดี
 - หมายถึง ปานกลาง
 - หมายถึง พอใช้
 - หมายถึง ควรปรับปรุง
- ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา					
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ					
1.3 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
2. ภาพและตัวอักษร					
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านสื่อความหมาย					
2.2 ความคมชัดของภาพ					
2.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
2.4 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย					
3. เสียง					
3.1 ความชัดเจนของเสียง					
3.2 ความถูกต้องของเสียง (การอ่านออกเสียงควบกล้ำต่างๆ)					
4. เวลา					
4.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา					
4.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย					
4.3 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

ตารางที่ ง.1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านเนื้อหา)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	ค่าเฉลี่ย	SD	ความหมาย
เนื้อหาและการนำเสนอ						
1. การถอดมอเตอร์และรีอชดลวดมอเตอร์						
1.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
1.3 ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
1.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
1.6 ความสอดคล้องของเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
1.7 ความชัดเจนของเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
1.8 ความน่าสนใจของเนื้อหา	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
1.9 ความเหมาะสมของเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
รวม	43	44	39	4.66	0.45	ดีมาก
2. การพันขดลวดและเกลือบฉนวนมอเตอร์						
2.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
2.3 ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
2.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
2.6 ความสอดคล้องของเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
2.7 ความชัดเจนของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
2.8 ความน่าสนใจของเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.9 ความเหมาะสมของเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
รวม	42	45	39	4.66	0.38	ดีมาก
3. การประกอบมอเตอร์และทดสอบมอเตอร์						
3.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
3.3 ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
3.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี

ตารางที่ ง.1 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านเนื้อหา)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					
	คนที่1	คนที่ 2	คนที่3	ค่าเฉลี่ย	SD	ความหมาย
3.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.6 ความสอดคล้องของเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
3.7 ความชัดเจนของเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
3.8 ความน่าสนใจของเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.9 ความเหมาะสมของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
รวม	43	45	39	4.70	0.38	ดีมาก
รวมทั้งฉบับ	128	134	117	4.67	0.41	ดีมาก

ตารางที่ ๒. ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านการผลิตสื่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	ค่าเฉลี่ย	SD	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ						
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	3	4	4	3.66	0.58	ดี
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.3 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	3	4	5	4.00	1.00	ดี
2. ภาพและตัวอักษร						
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านสื่อความหมาย	3	5	4	4.00	1.00	ดี
2.2 ความคมชัดของภาพ	2	4	5	3.66	1.53	ดี
2.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	2	4	5	3.66	1.53	ดี
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	4	4	3	3.66	0.58	ดี
3. เสียง						
3.1 ความชัดเจนของเสียง	2	5	5	4.00	1.73	ดี
3.2 ความถูกต้องของเสียง (การอ่านออกเสียง ควบกล้ำต่างๆ)	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
4. เวลา						
4.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
4.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4	5	4	4.33	0.58	ดี
4.3 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด	4	5	4	4.33	0.58	ดี
รวมทั้งฉบับ	46	59	58	4.48	0.79	ดี

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การพัน
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พ.ศ.2546

sound

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 บัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

โดย

นายประจักษ์ชัย มาลัย
 รหัสนักศึกษา 45063322

sound l.l.l

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 เรื่อง
 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
 ผศ.ดร.จิระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา
 อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม
 ดร.สมชาย หมั่นสายเบาดิ

ออกแบบโดย นายประจักษ์ชัย มาลัย

sound l.l.l

sound

คำแนะนํ้า

เมื่อเข้าโปรแกรมผู้เรียนจะต้องพิมพ์ ชื่อ-สกุล ก่อนเข้าสู่บทเรียน
ภายในบทเรียนจะประกอบด้วยส่วนสำคัญที่ผู้เรียนควรเรียงความลำดับดังนี้

1. การปรับตั้งมอเตอร์และรีอชดลวดมอเตอร์
2. การปรับชดลวดและเคลื่อนขบวนบนมอเตอร์
3. การประกอบมอเตอร์และทดสอบการทำงาน

Introduction Next Exit


SCED CF 3P
© 2010 SCED CF 3P
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of SCED CF 3P.

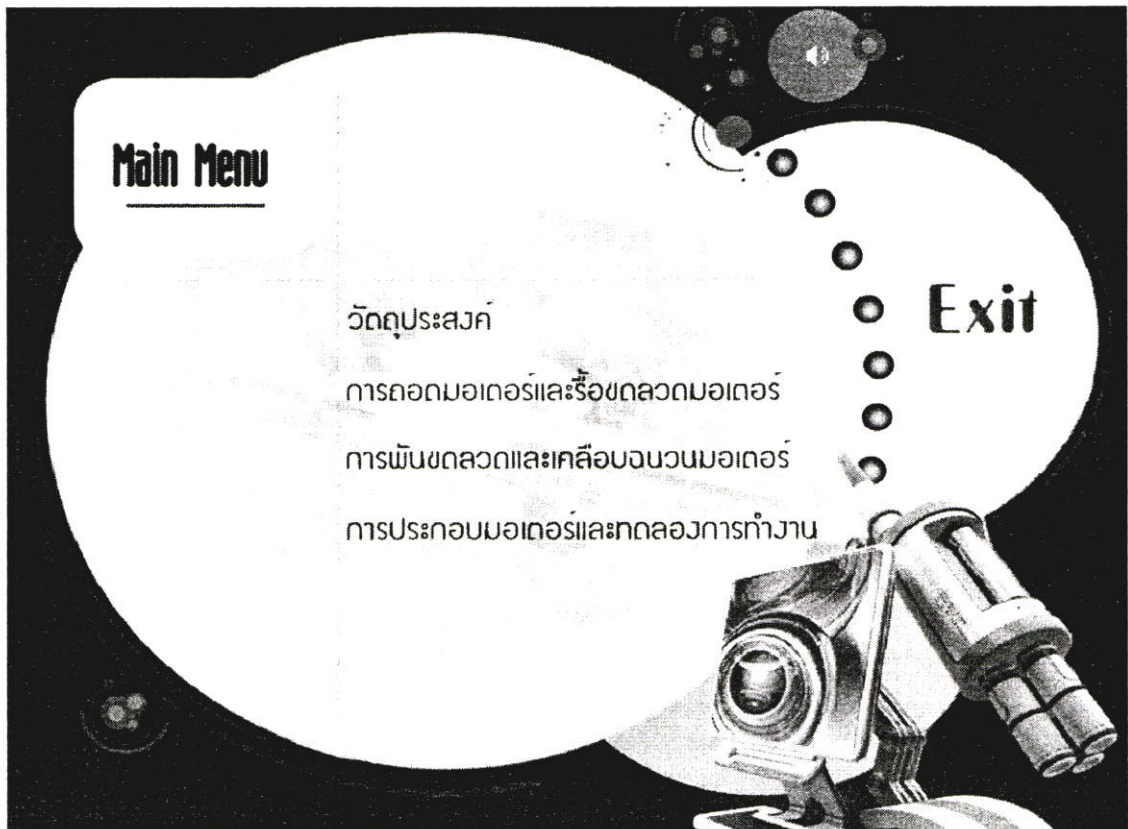
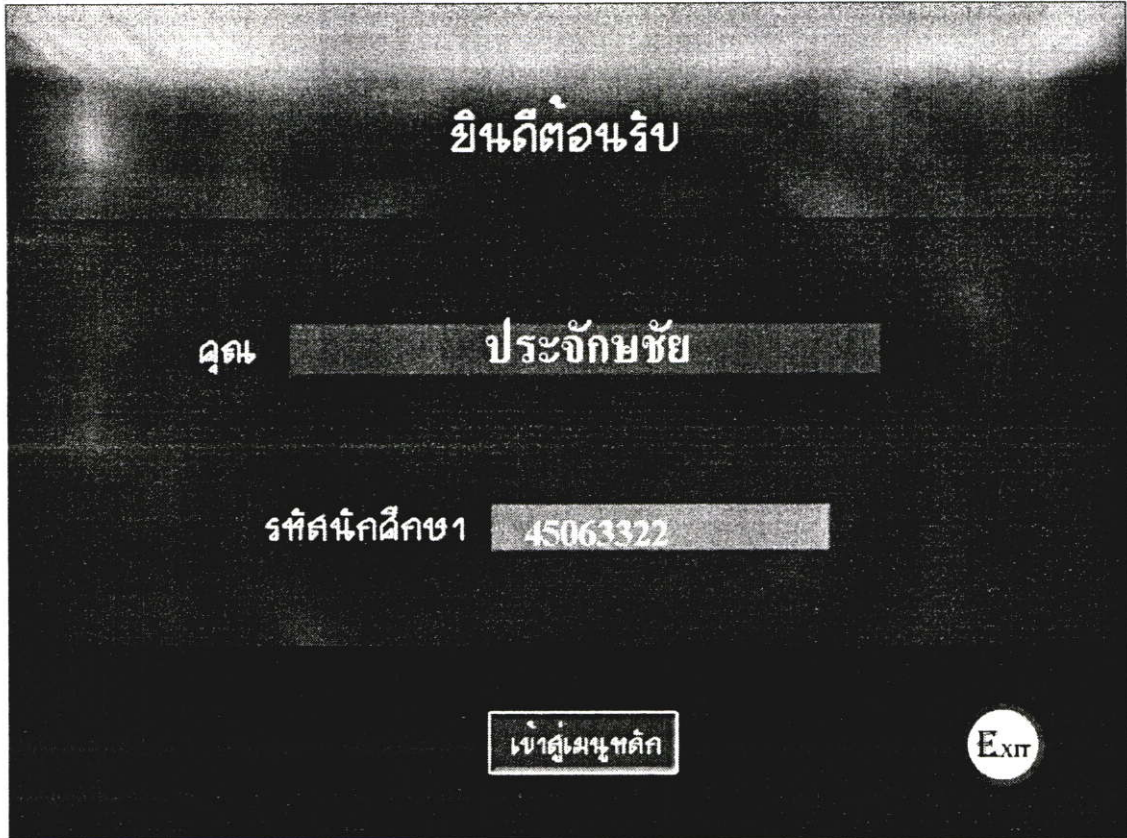
กรอกรหัสพิมพ์

ชื่อ-นามสกุล

รหัสศึกษาศาสตร์

เมื่อพิมพ์เสร็จให้กดปุ่ม Enter





SUB MENU

วัตถุประสงค์

- สามารถบอกส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
- สามารถถอดและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
- สามารถรีชดลวดเกา ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
- สามารถรองฉนวนร่องสลิตของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
- สามารถพันขดลวดใหม่มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
- สามารถประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้
- สามารถทดลองการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้

Menu

Exit

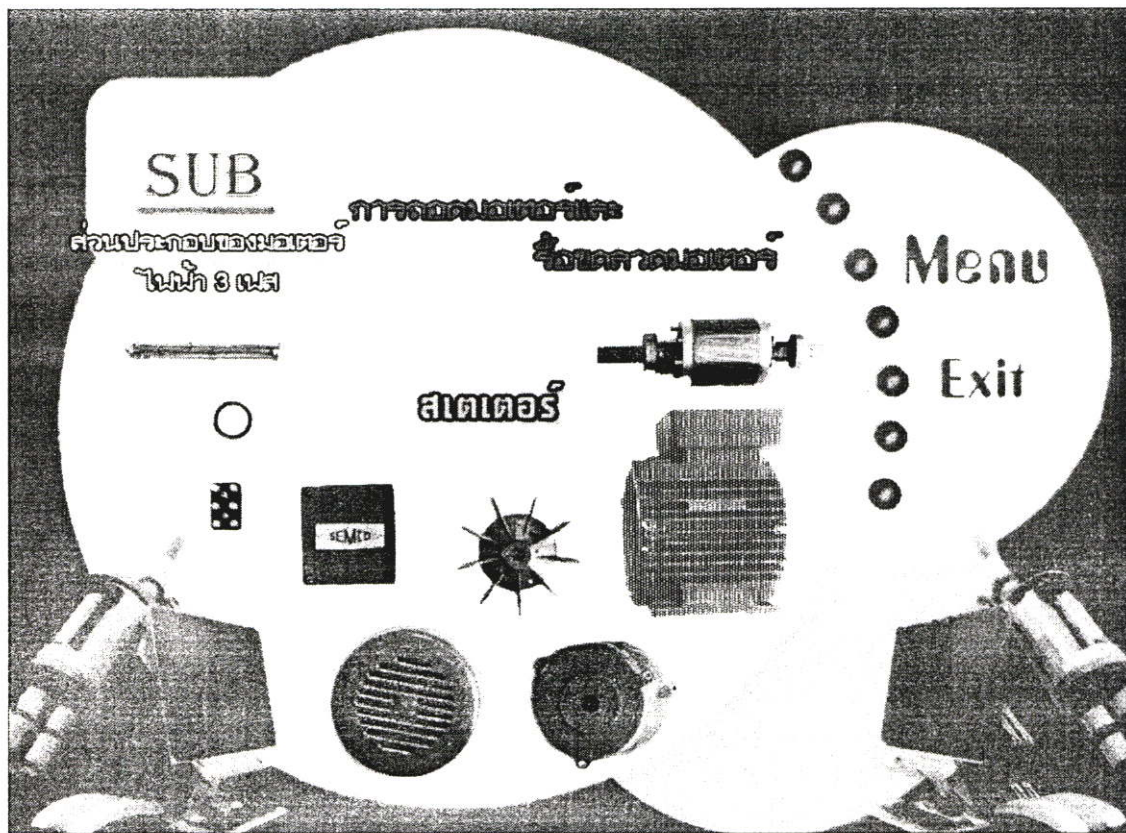
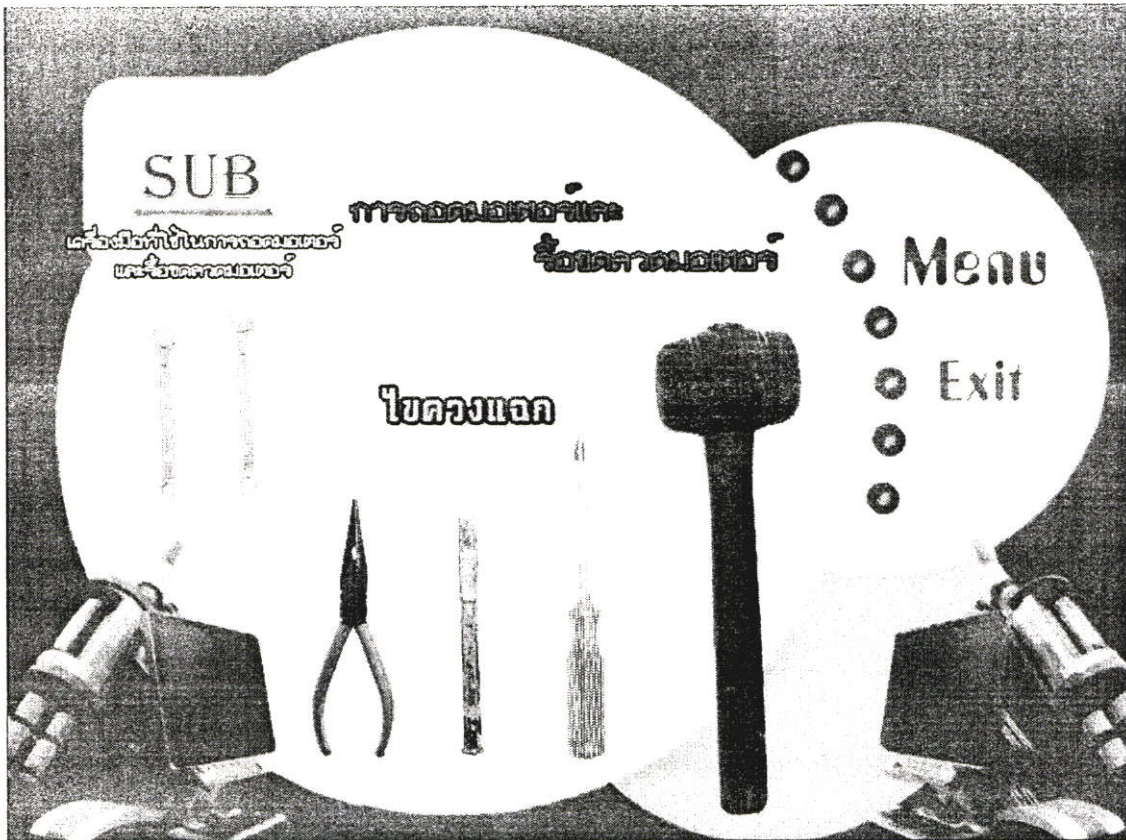
SUB MENU

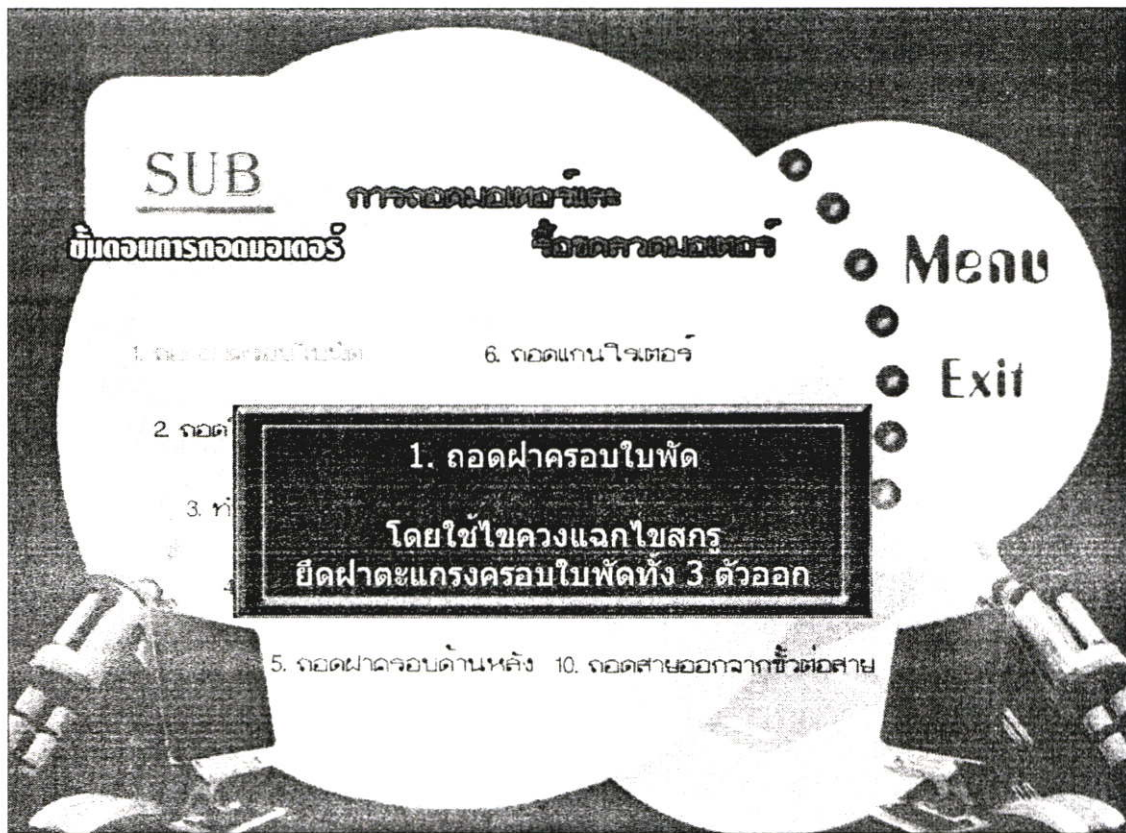
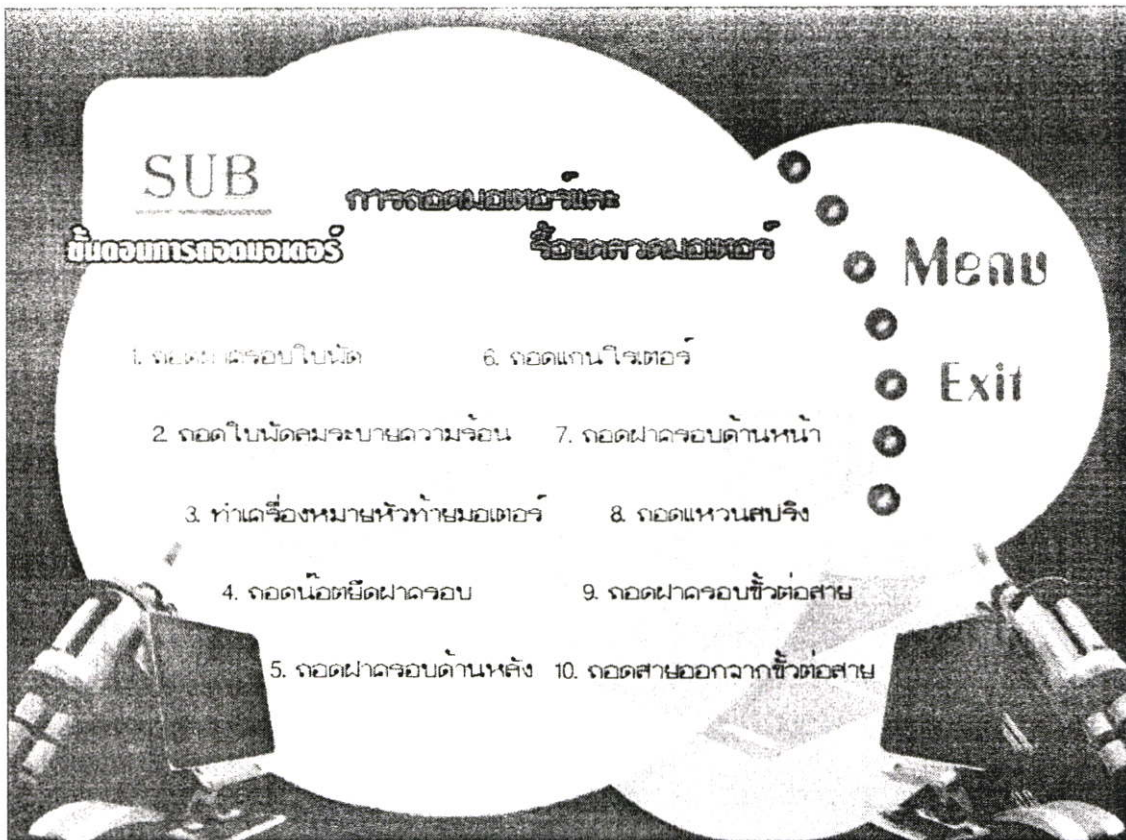
**การถอดมอเตอร์และ
รีชดลวดมอเตอร์**

- เครื่องมือที่ใช้ในการถอดมอเตอร์และรีชดลวดมอเตอร์
- ส่วนประกอบของมอเตอร์ในหน้า 3 เฟส
- ขั้นตอนการถอดมอเตอร์
- ขั้นตอนการรีชดลวดมอเตอร์
- การฉนวนพันทีก

Menu

Exit

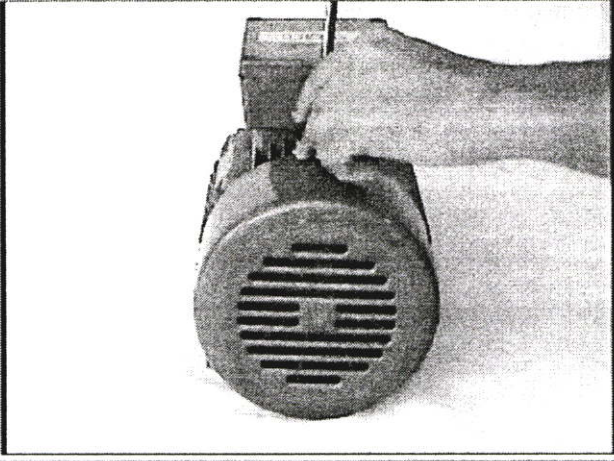




SUB การถอดหม้อหุงข้าว
ขั้นตอนการถอดหม้อหุงข้าว

Menu
Exit

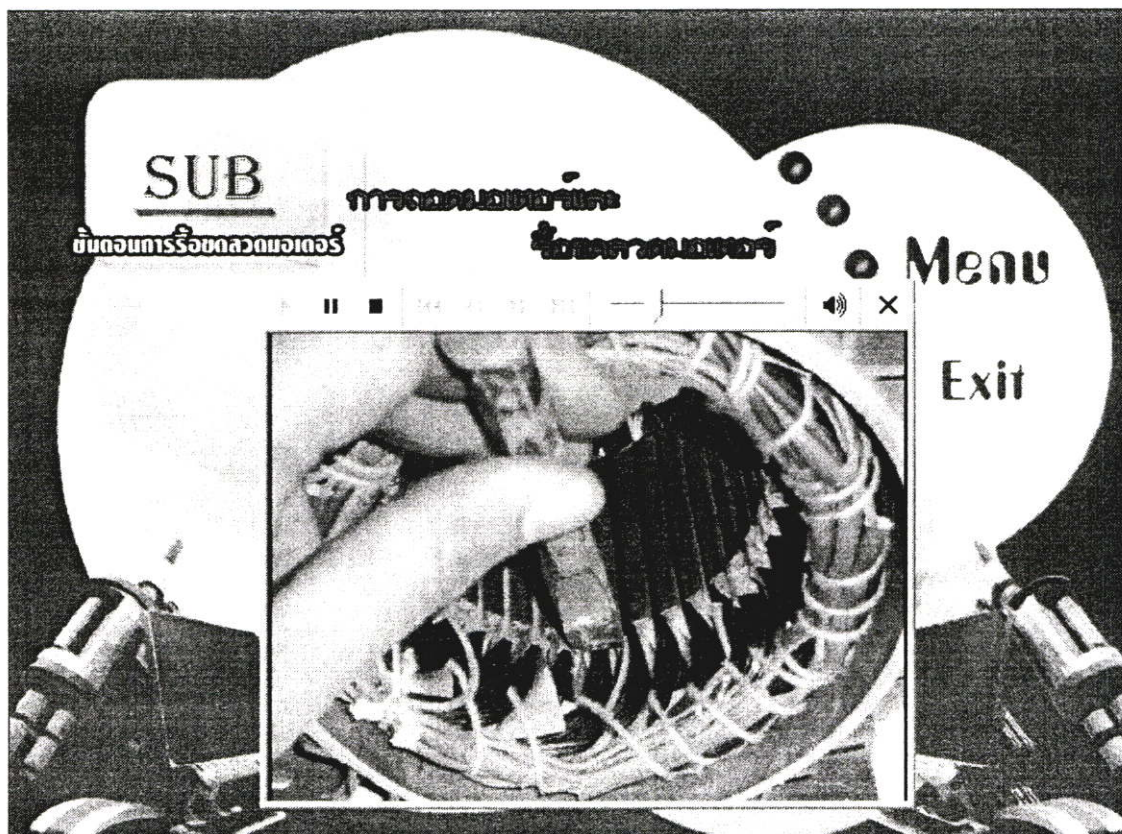
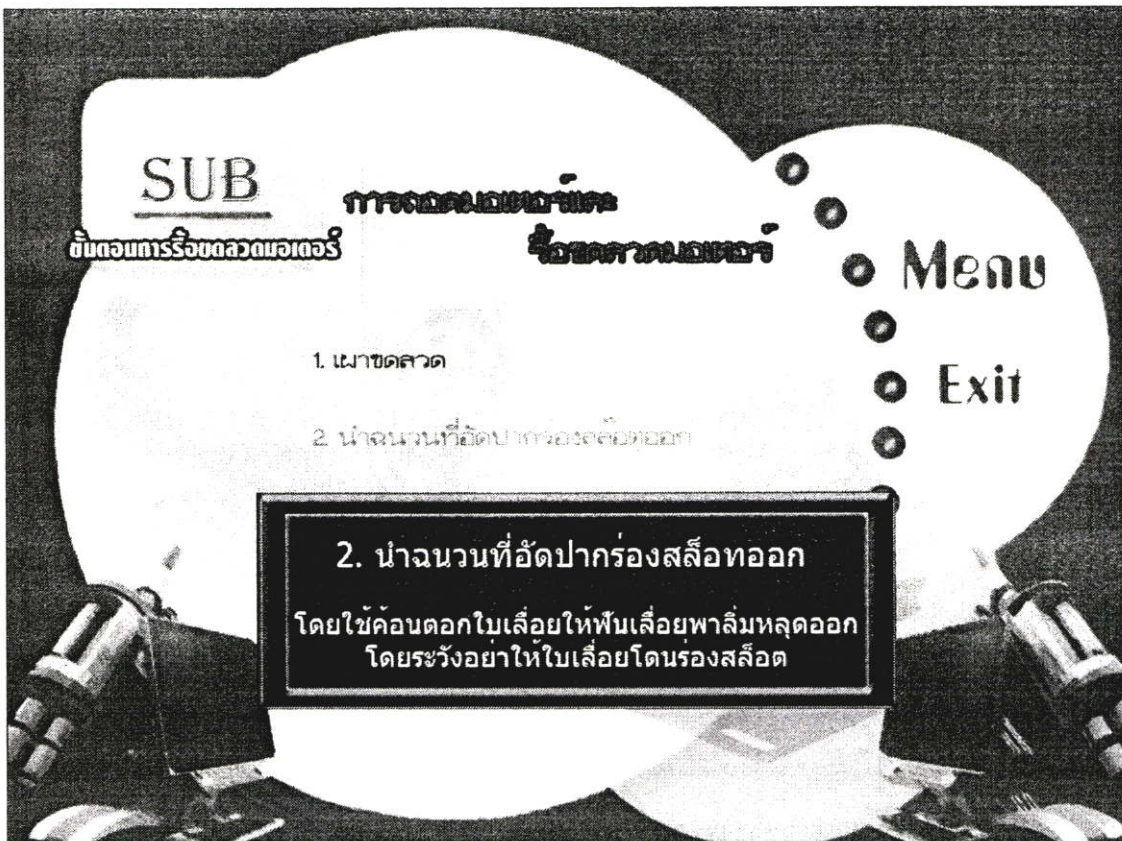
1. ถอดฝาครอบ
2. ถอดใบมีด
3. ทำแค้
4. ถ

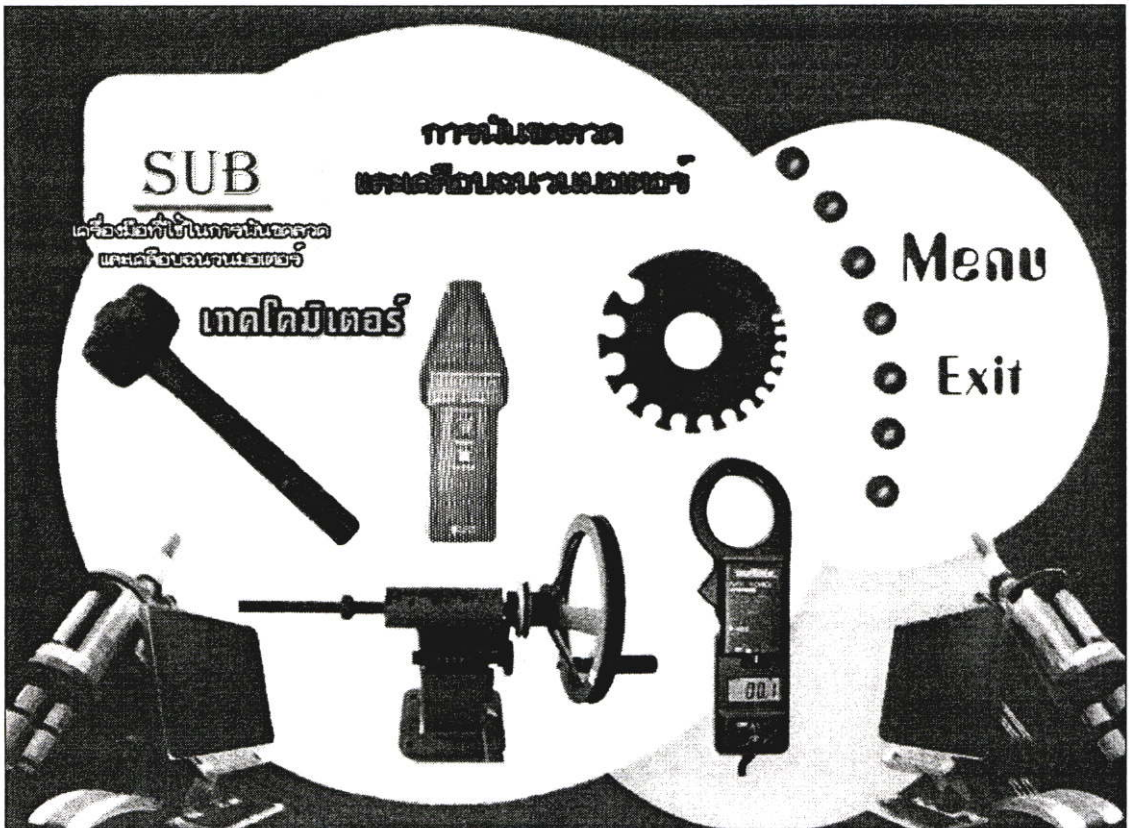
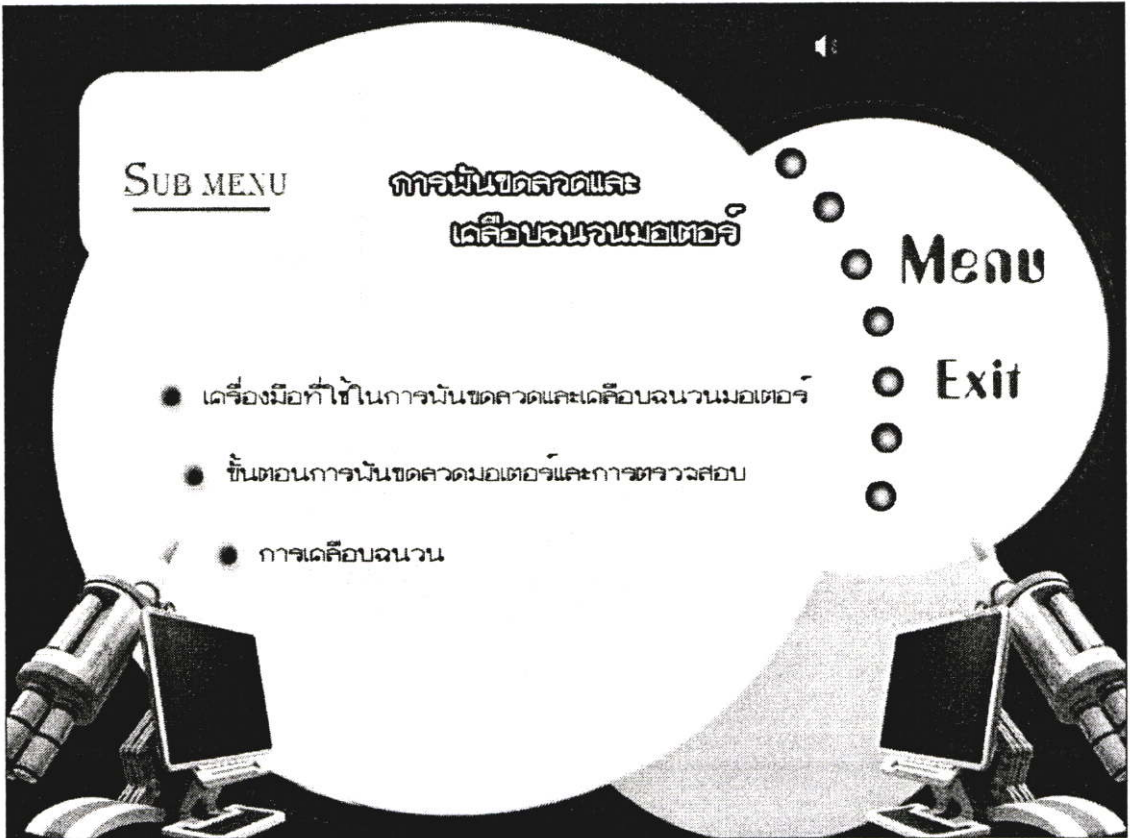


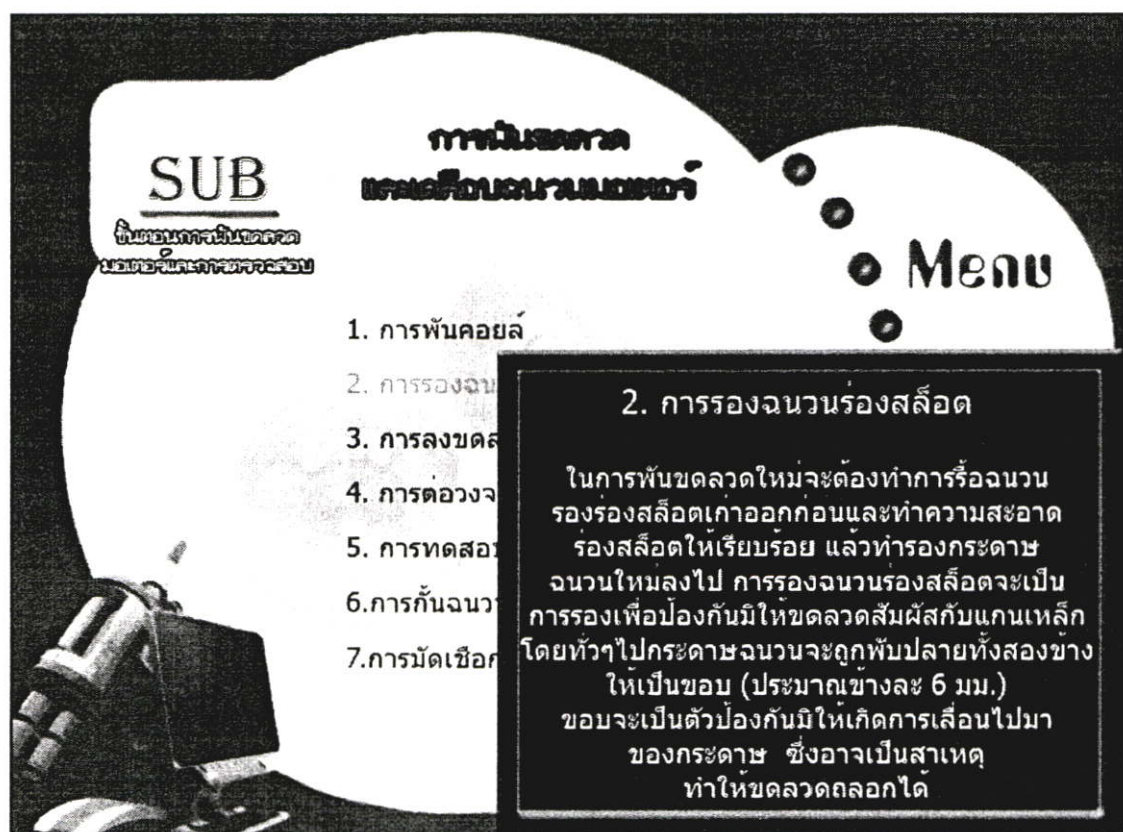
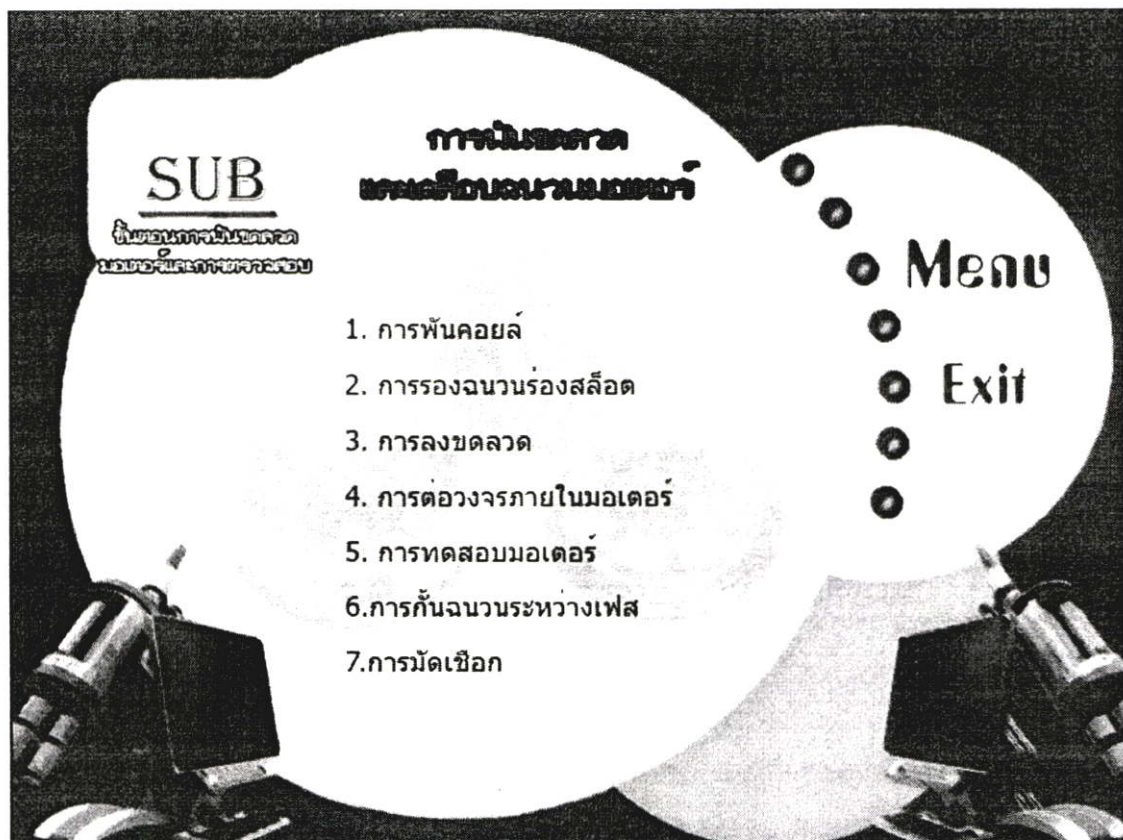
SUB การถอดหม้อหุงข้าว
ขั้นตอนการถอดหม้อหุงข้าว

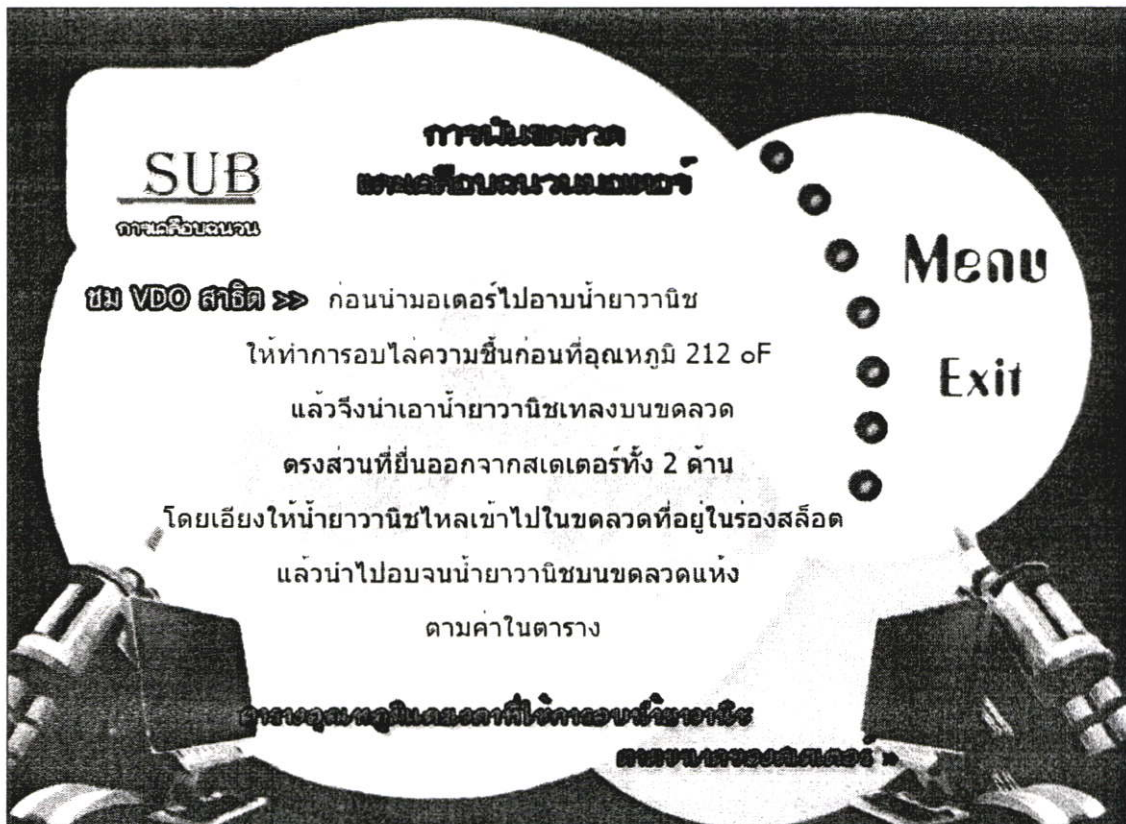
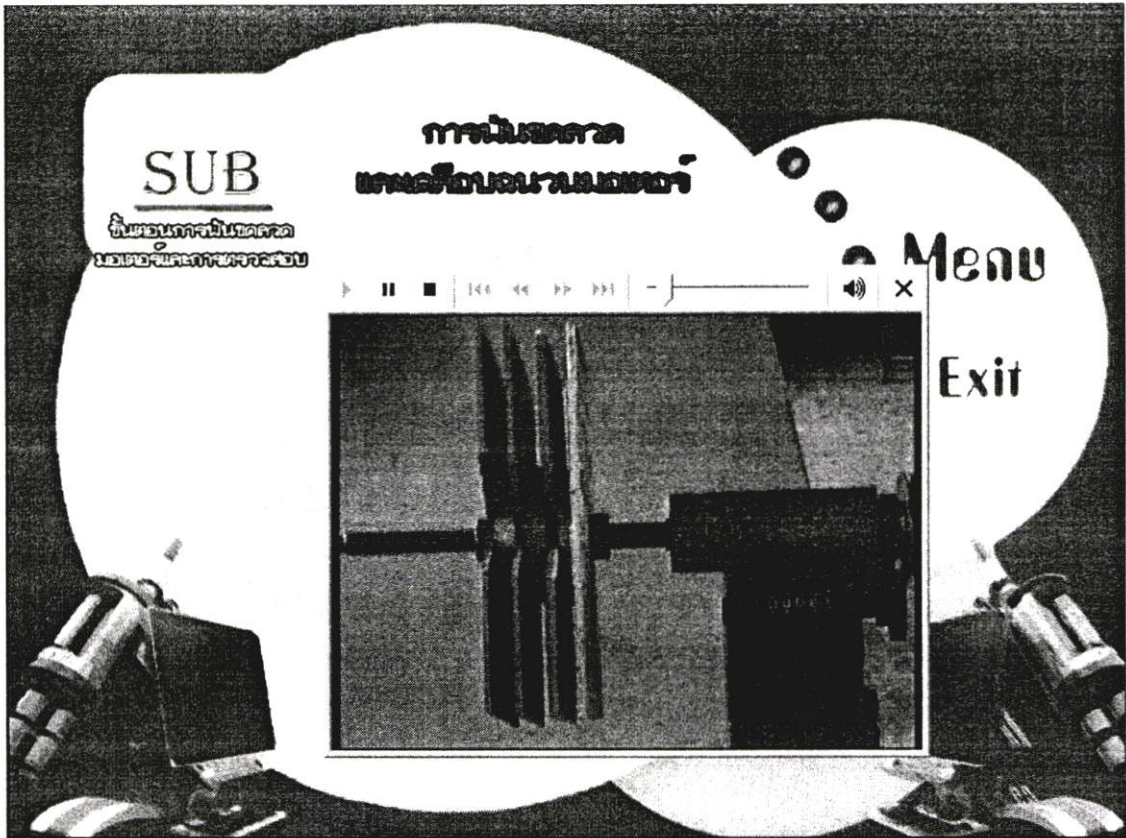
Menu
Exit

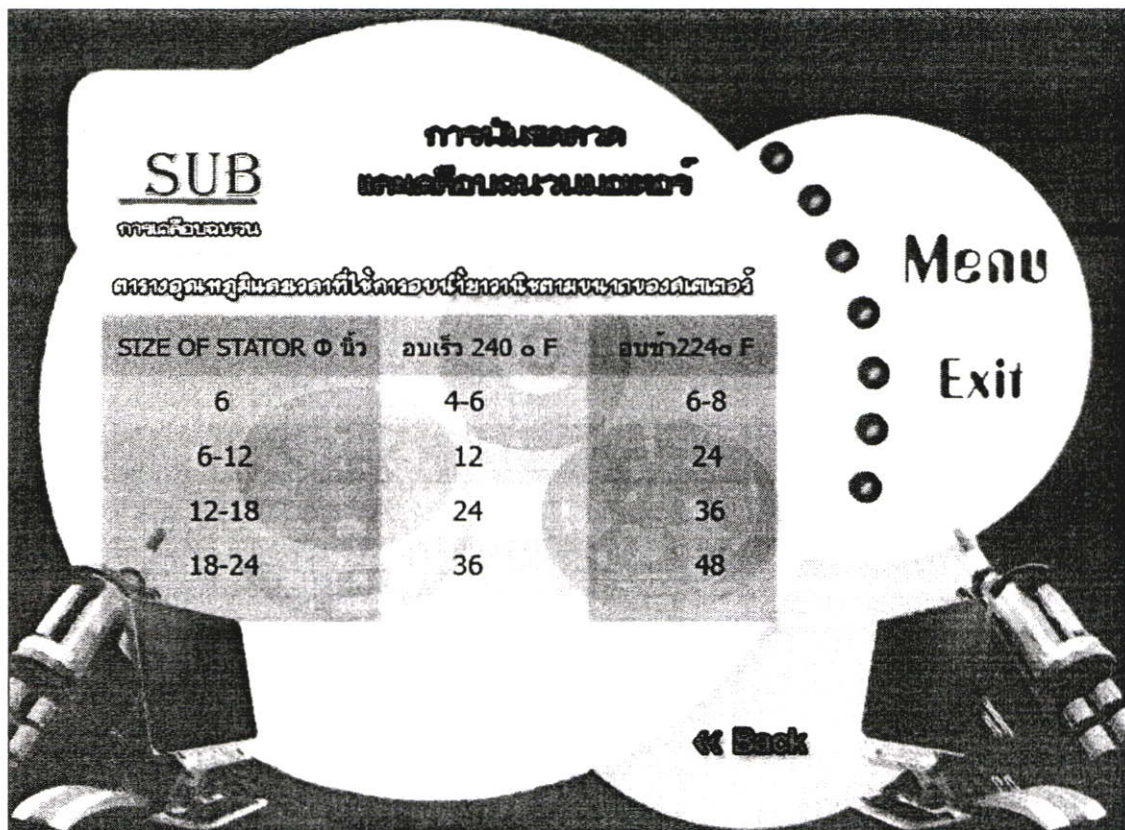
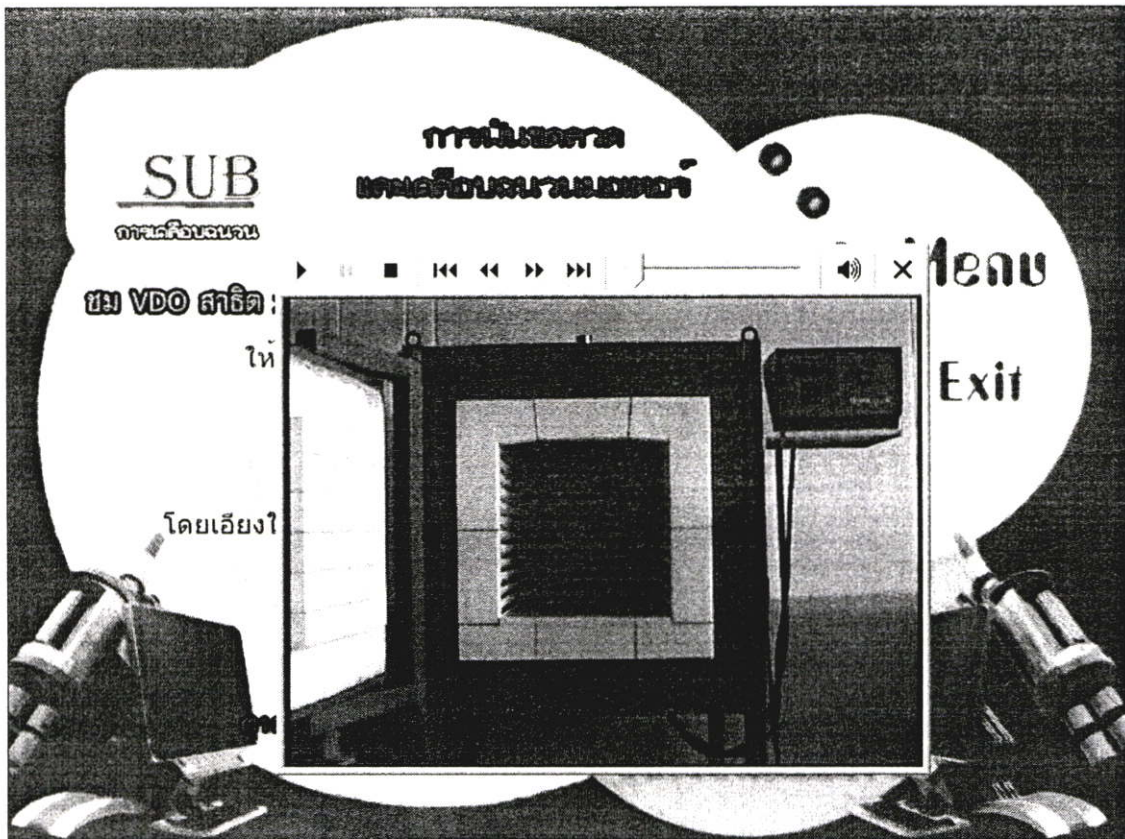
1. เฝาชวด
2. นำฉนวนที่อัดปากทรงสี่คอดออก
3. ตัดชวดออก
4. ดึงชวดออก

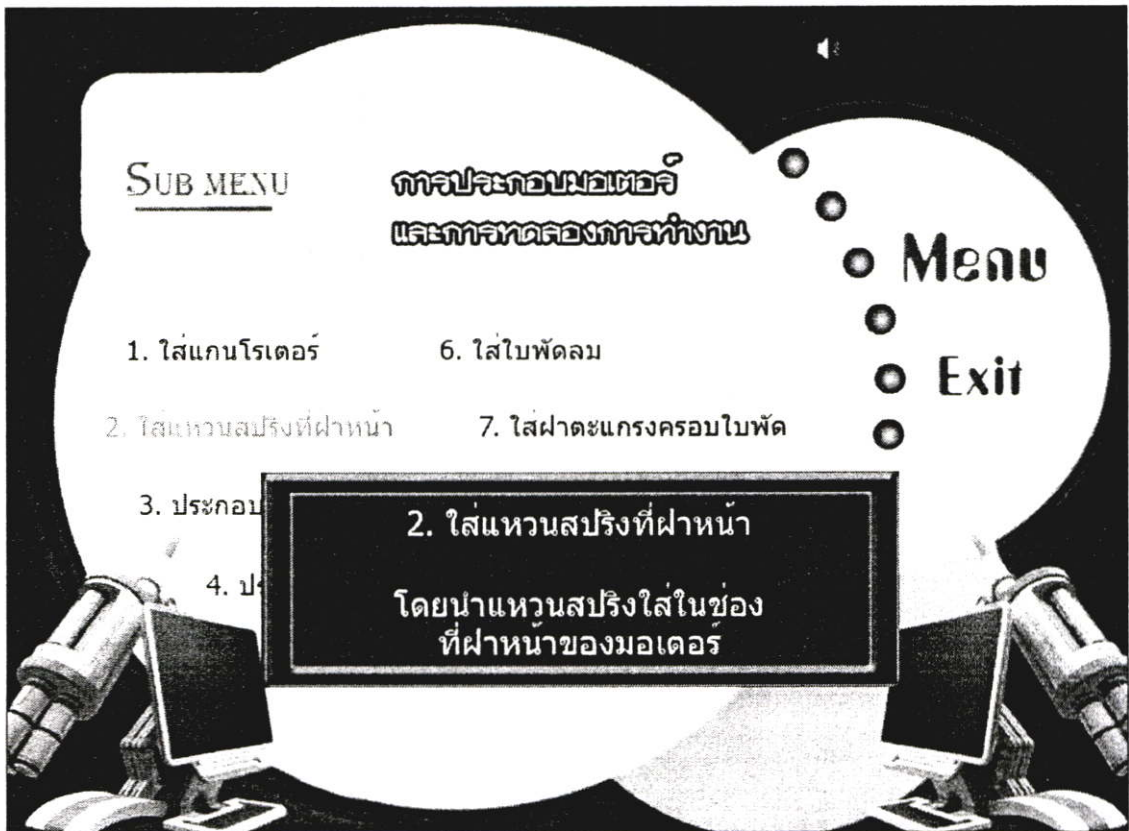
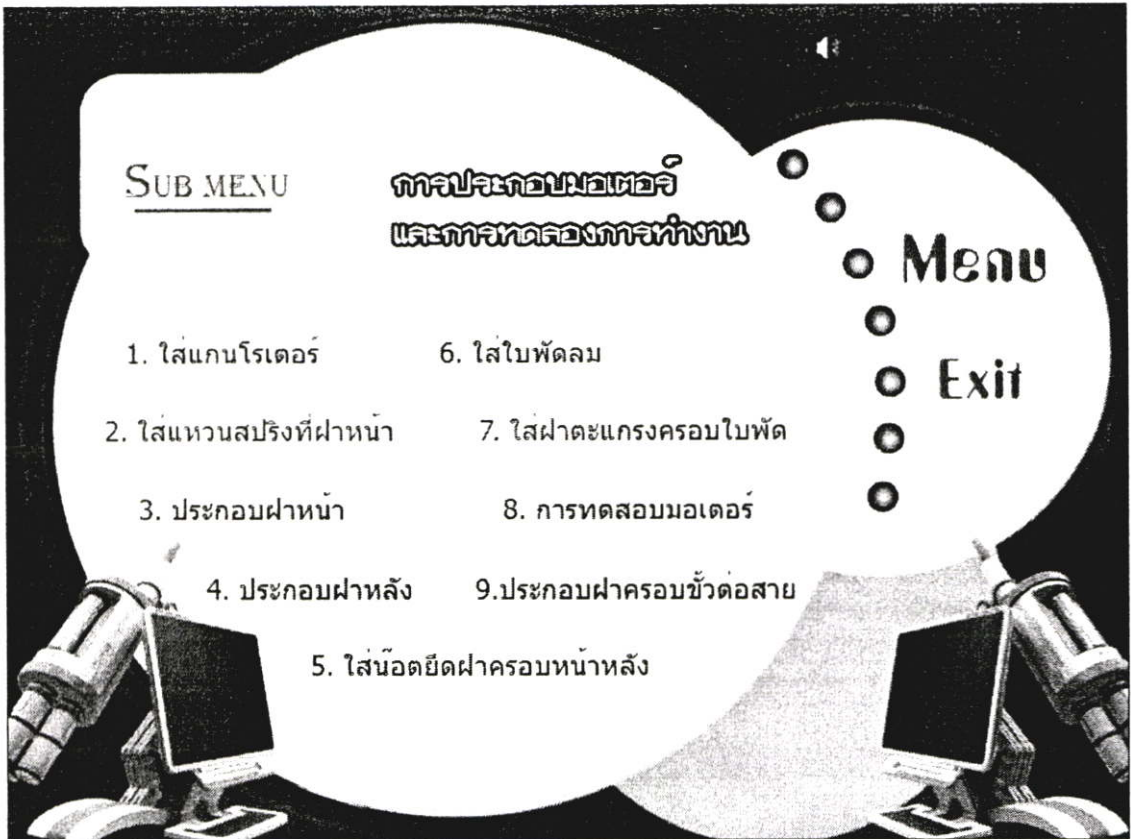


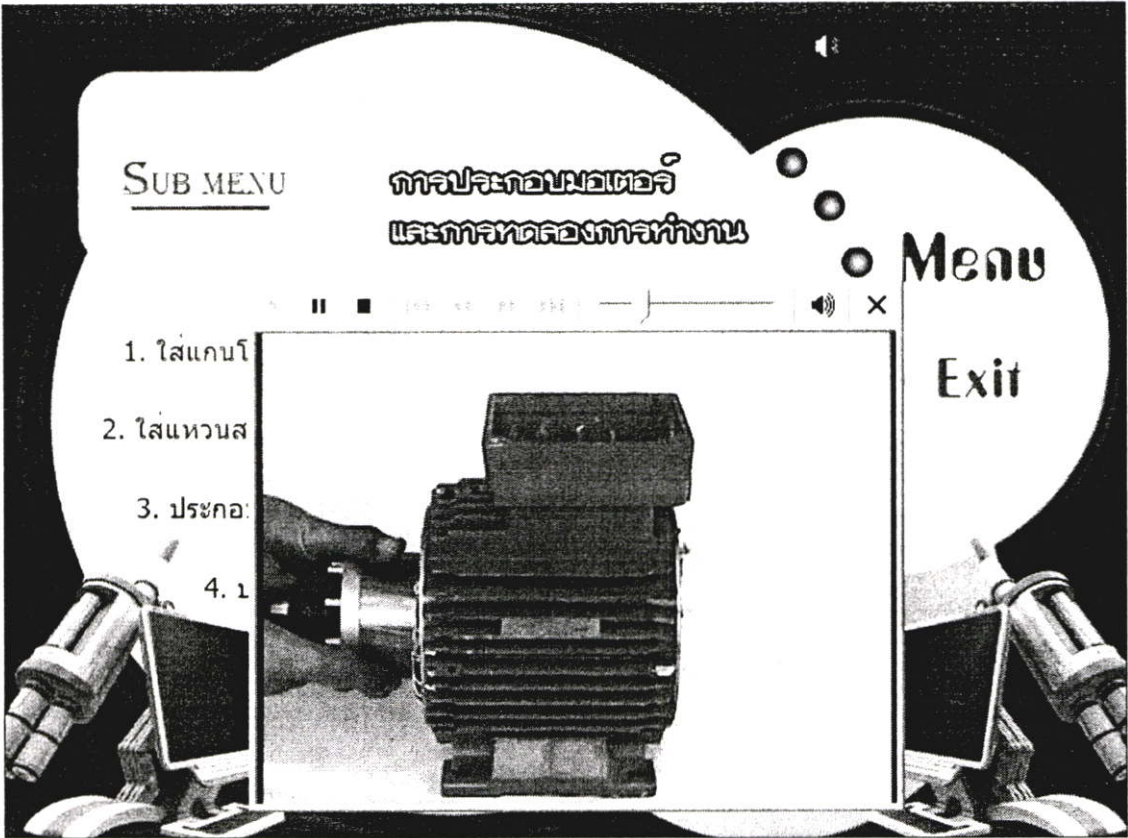












ภาคผนวก จ

คู่มือการฝึกปฏิบัติ การพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

คู่มือการฝึกปฏิบัติ

การพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

บทนำ

การฝึกปฏิบัติในหน่วยการฝึกเรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสเป็นชุดฝึก โดย ออกแบบให้ผู้เรียนฝึกได้ศึกษาโดยการอ่านและศึกษาวิธีปฏิบัติด้วยตนเองเป็นหลัก สามารถ ทดสอบ และประเมินความสามารถของตนเองได้ตลอดระยะเวลา เมื่อฝึกจนแน่ใจว่ามีความสามารถ ตามที่ต้องการแล้ว จึงให้ครูฝึกประเมินฝึกทดสอบวัดความสามารถการทดสอบจะเน้นปฏิบัติจริง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยการฝึกที่ 1 การถอดมอเตอร์และรีอชดลวดมอเตอร์

1. การถอดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

- จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการถอดมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- รู้จักส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้อย่างถูกต้อง
- เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการถอดมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- สามารถถอดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้อย่างถูกต้อง

2. การรีอชดลวดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

- จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการรีอชดลวดมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- สามารถรีอชดลวดออกจากร่องสล๊อทได้อย่างถูกต้อง
- จดบันทึกข้อมูลมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

หน่วยการฝึกที่ 2 การพันขดลวดและเคลือบฉนวนมอเตอร์

1. การพันขดลวดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

- จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการพันขดลวดมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการพันขดลวดมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- ทำฉนวนร่องสล๊อทได้อย่างถูกต้อง
- พันขดลวดบนแบบพันคอล์ยได้อย่างถูกต้อง
- บรรจุขดลวดลงในร่องสล๊อทได้อย่างถูกต้อง

- ต่อย่างจรและทดสอบวงจรมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- มัดขดลวดได้อย่างถูกต้อง

2. การเคลือบฉนวนมอเตอร์

- อบไล่ความชื้นได้อย่างถูกต้อง
- อาน้ำยวานิชได้อย่างถูกต้อง
- อบแห้งได้อย่างถูกต้อง

หน่วยการฝึกที่ 3 การประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน

1. การประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

- เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบมอเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
- สามารถประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสได้อย่างถูกต้อง

2. ทดลองการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

- วัดความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
- วัดกระแสไฟฟ้าแต่ละเฟสได้อย่างถูกต้อง

กิจกรรมหน่วยฝึก

ก่อนเข้ารับการประเมินผู้เรียนจะได้เห็นตัวอย่างจากการนำเสนอจากสื่อโดยผู้เรียน ทำการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ ทำความเข้าใจและดูตัวอย่างสาธิตการปฏิบัติจริง เมื่อทำการเรียนตามหน่วยการฝึกที่กำหนด และมีความพร้อมในการเข้ารับการประเมิน สามารถขอเข้ารับการประเมิน โดยกิจกรรมการฝึกของกลุ่มนี้ได้แบ่งหน่วยการฝึกเป็น 3 หน่วยคือ

- หน่วยที่ 1. การถอดมอเตอร์และรีอขดลวดมอเตอร์
- หน่วยที่ 2. การพันขดลวดและเคลือบฉนวนมอเตอร์
- หน่วยที่ 3. การประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน

กิจกรรมหน่วยฝึก

เรื่อง การพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

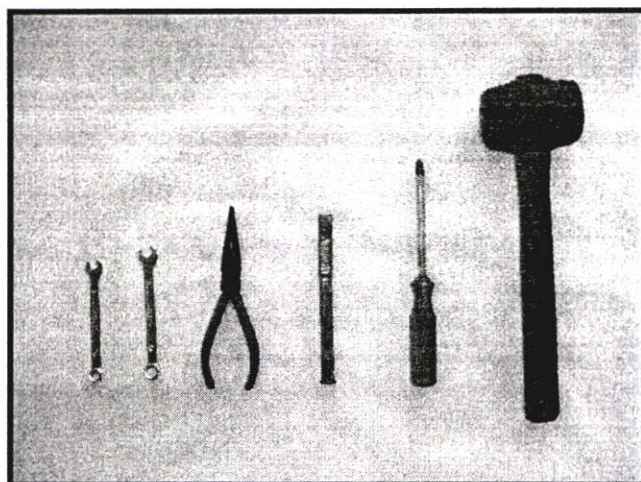
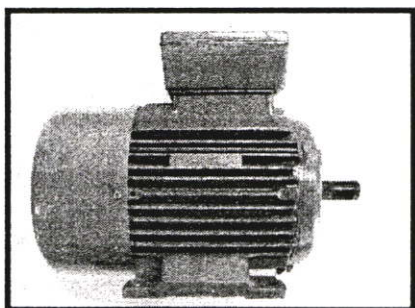
อุปกรณ์ที่ใช้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการพันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ.2546
3. คู่มือการฝึก

หน่วยที่ 1. การถอดมอเตอร์และรีอชดลวดมอเตอร์

1. ก่อนเริ่มลงมือทำต้องมีการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการถอดและรีอชดลวดมอเตอร์ นำมาจัดวางให้เรียบร้อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

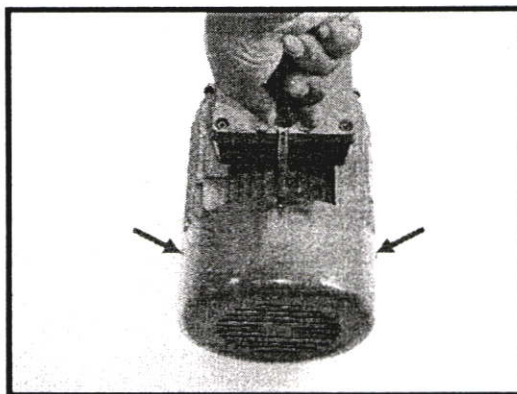
1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส
2. ประแจเบอร์ 7
3. ประแจเบอร์ 8
4. คีมปากจิ้งจก
5. สิว
6. ไขควงแฉก
7. ค้อนยาง



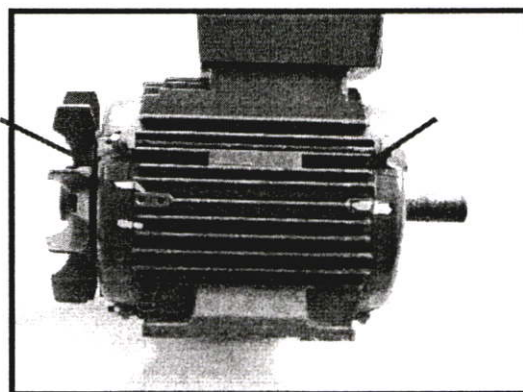
2. การถอดมอเตอร์

2.1 ถอดฝาครอบใบพัดโดยใช้ไขควงแฉกไขสกรูยึดฝาตะแกรงครอบใบพัดทั้ง 3

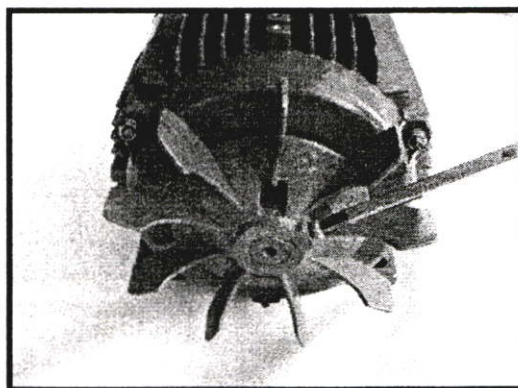
ตัวออก



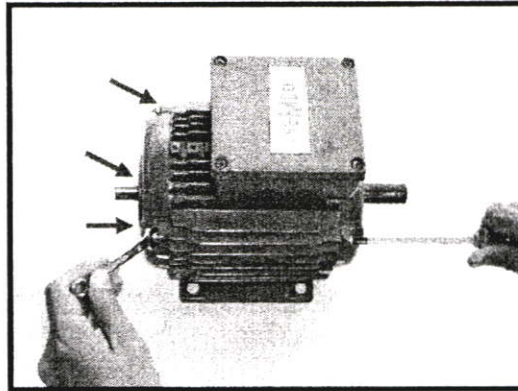
2.2 ทำเครื่องหมายหัวท้ายมอเตอร์ โดยใช้ปากกาทำเครื่องหมาย 1 เส้นทางด้านเพลางาน และอีกด้านทำเครื่องหมาย 2 เส้น ให้ตรงกัน เพื่อให้ง่ายในการประกอบและมีประสิทธิภาพดีทางการเสียดทาน



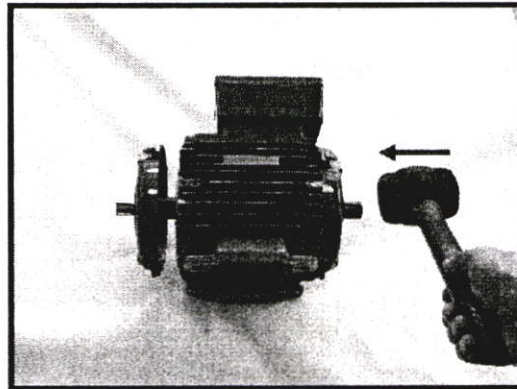
2.3 ถอดใบพัดลมระบายความร้อน โดยใช้ไขควงปากแฉกไขสกรูบังคับใบพัดออก



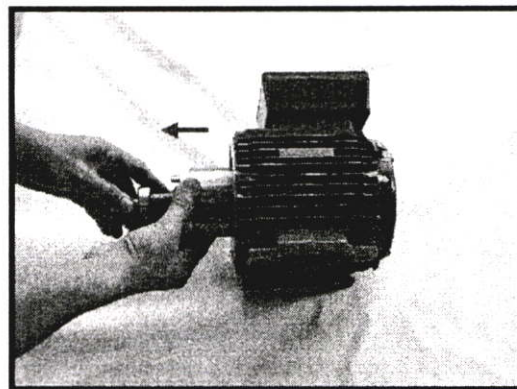
2.4 ถอดน็อตยึดฝาครอบโดยใช้ไขควงปากแฉกและประแจเบอร์ 8 ไขน็อตยึดฝาครอบทั้ง 3 ชุดออก



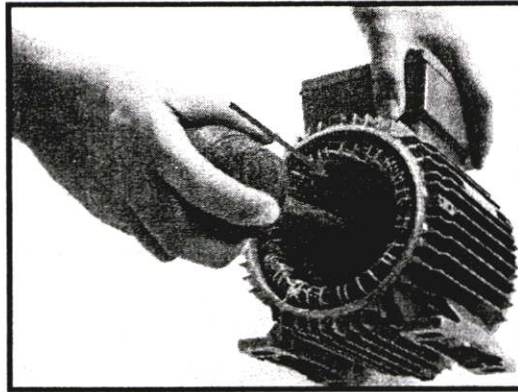
2.5 ถอดฝาครอบด้านหลังโดยใช้ก้อนยางคอกที่แกนโรเตอร์ด้านหน้าออกแล้วนำฝาครอบด้านหลังออก



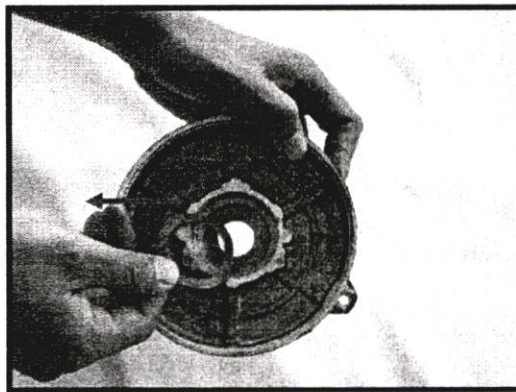
2.6 ถอดแกนโรเตอร์ นำแกนโรเตอร์โดยระวังไม่ให้ผิวของแกนโรเตอร์ชูดกับสเตเตอร์



2.7 ถอดฝาครอบด้านหน้าโดยใช้ค้อนค้อนตอกฝาครอบด้านหน้าจากด้านใน
มอเตอร์ออกโดยระวังอย่าให้โดนแหวนสปริง

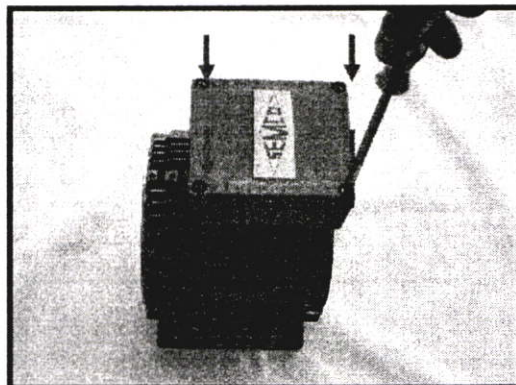


2.8 ถอดแหวนสปริง ออกจากฝาครอบด้านหน้า

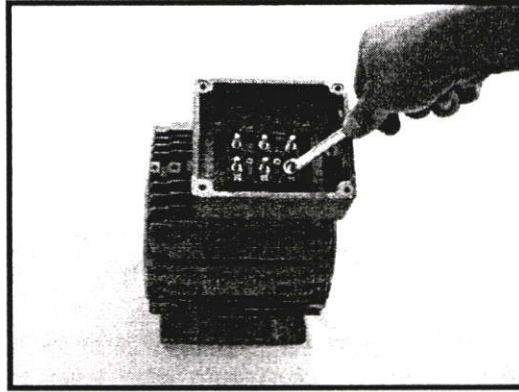


2.9 ถอดฝาครอบขั้วต่อสาย โดยใช้ไขควงปากแฉกไขสกรูที่ยึดฝาครอบขั้วสายทั้ง

4 ตัวออก



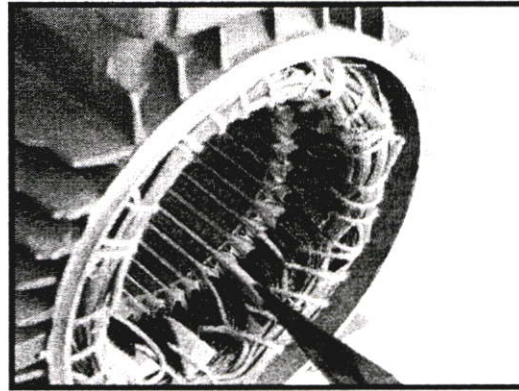
2.10 ถอดสายออกจากขั้วต่อสาย โดยใช้ประแจเบอร์ 7 ไขน็อตที่ยึดหางปลากับ
ขั้วต่อสายทั้ง 6 สายออก



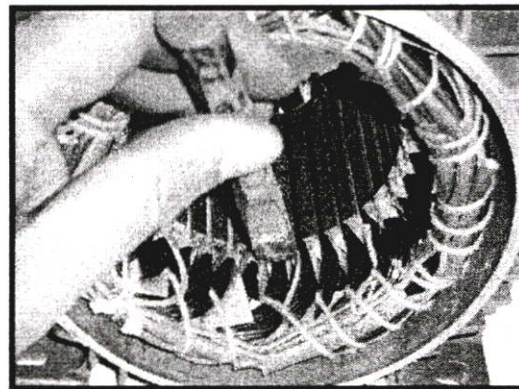
3. การรื้อขดลวด

3.1 เคาหรืออบขดลวดเพื่อให้ขดลวดอ่อนตัว

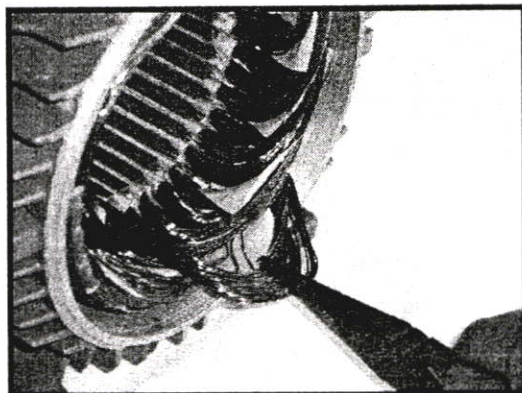
3.2 นำกระดาษฉนวนที่อัดปากร่องสลีตออก โดยใช้คีมปากจิ้งจกดึงออกแล้วแกะ
เชือกที่มัดออกทั้ง 2 ด้าน



3.3 ตัดขดลวด โดยใช้สิ่วตัดขดลวดข้างที่ต่อสายออกโดยระวังอย่าให้โดนกับร่อง
สลีต



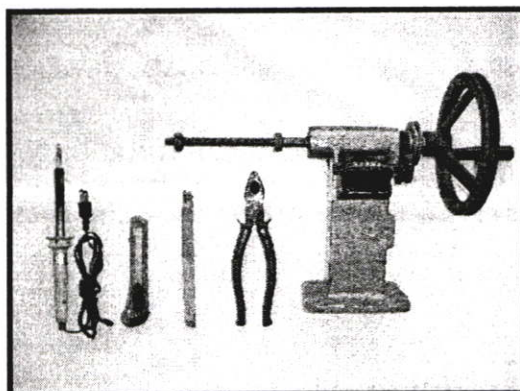
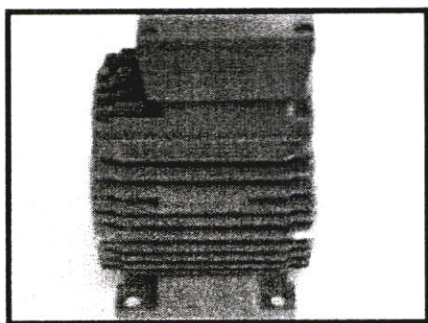
3.4 ดึงขดลวดออก โดยใช้กีมดึงขดลวดออกอีกด้าน



หน่วยที่ 2. การพันขดลวดและเคลื่อนขดลวดมอเตอร์

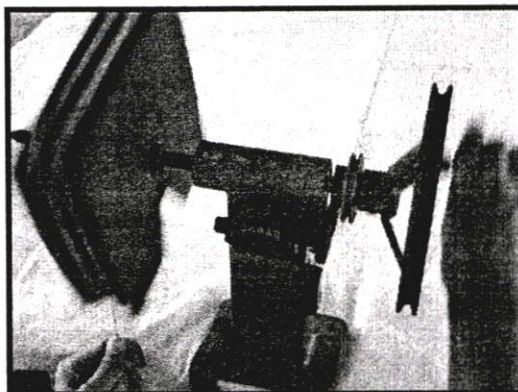
1. ก่อนเริ่มลงมือทำต้องมีการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการพันขดลวดและเคลื่อนขดลวดมอเตอร์ นำมาจัดวางให้เรียบร้อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
2. หัวแร้ง
3. คัทเตอร์
4. ไม้ยัดขดลวด
5. กีมรวม
6. เครื่องพันขดลวด

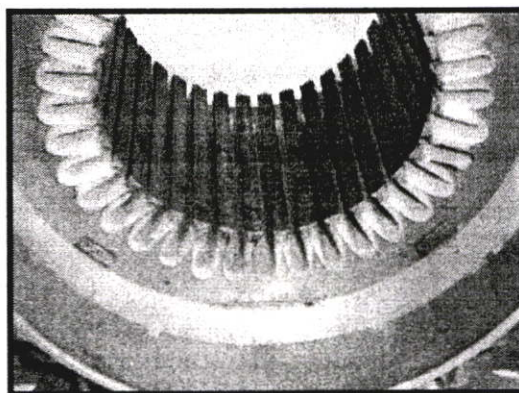


2. การพันขดลวด

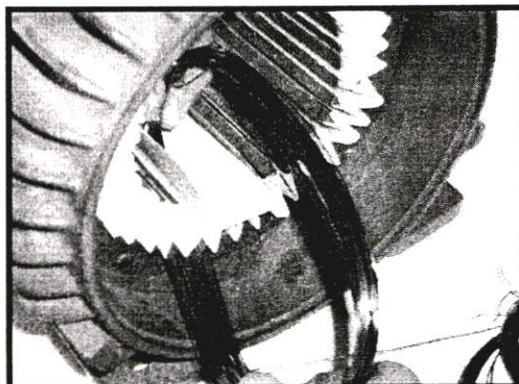
2.1 การพันคอยล์ ขดลวดจะถูกพันบนแบบพันคอยล์ ซึ่งเรียกว่า coil winding heads หลังจากนั้นจึงนำขดลวดที่พันแล้วนี้ไปใส่ลงในสลีต



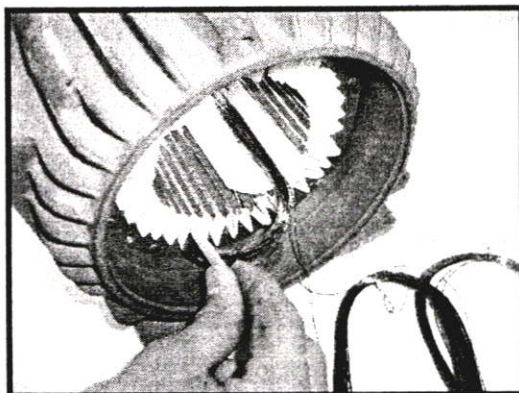
2.2 การรองฉนวนร่องสลีต ในการพันขดลวดใหม่จะต้องทำการรองฉนวนร่องสลีตเก่าออกก่อนและทำความสะอาดร่องสลีตให้เรียบร้อย แล้วทำรองกระดาษฉนวนใหม่ลง



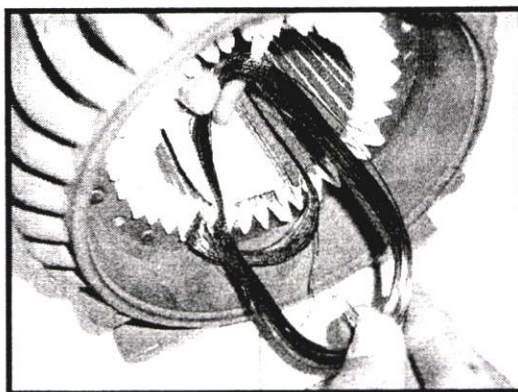
2.3 การลงขดลวดมอเตอร์ การใส่คอยล์ลงในสลีตแบบกึ่งเปิดจะต้องใช้ฉนวนพันรองด้านในทั้งสองข้างแล้วใช้มือทั้งสองข้างคลี่เส้นลวดของคอยล์ด้านหนึ่งให้แผ่ออกในลักษณะเรียงเส้นทางด้านตั้ง จับคอยล์ในลักษณะทำมุมกับสลีต ค่อยๆ ใส่เส้นลวดที่เรียงเส้นอยู่ในสลีตจนหมด



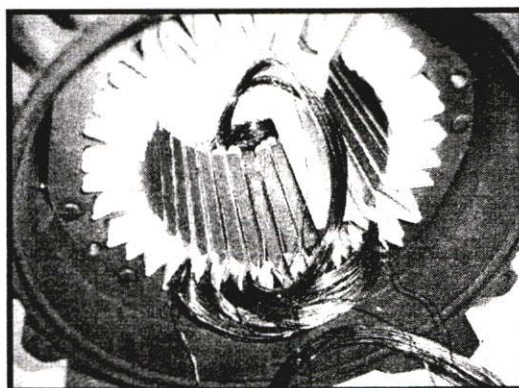
2.4 เมื่อนำขดลวดลงในร่องสลีตแล้วให้ร่องจนวนแบบบางใส่เข้าด้านบนเพื่อกัน
การลัดวงจรระหว่างขดลวดทั้ง 2 ชั้น



2.5 การลงขดลวดชุดที่ 2 และ 3 ต้องให้ทิศทางการไหลของกระแสไฟไหลไปใน
ทิศทางเดียวกัน



2.6 ลงขดลวดชุดต่อไปตามขั้นตอนการลงของขดลวดชุดที่ 1 จนถึงร่องสลีตที่ 8

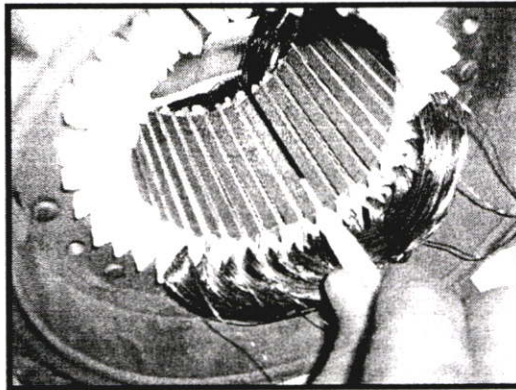


2.7 ให้ลงขดลวดทับชั้นแรกในร่องสลีตที่ 8 โดยค่อยๆ แบ่งขดลวดลงในร่อง

สลีต

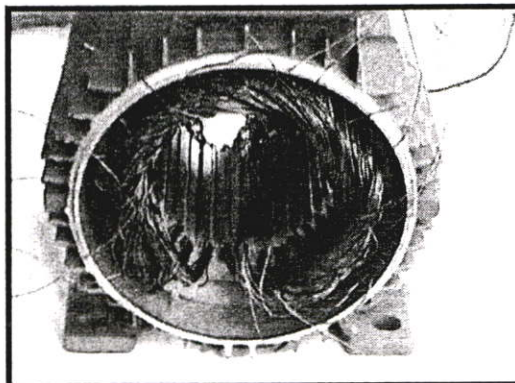


2.8 จากนั้นนำฉนวนแบบหนาสามรอบด้านบนของขดลวดเพื่อป้องกันการรั่วลง
โครงและทำให้ขดลวดอยู่ในร่องสลีต

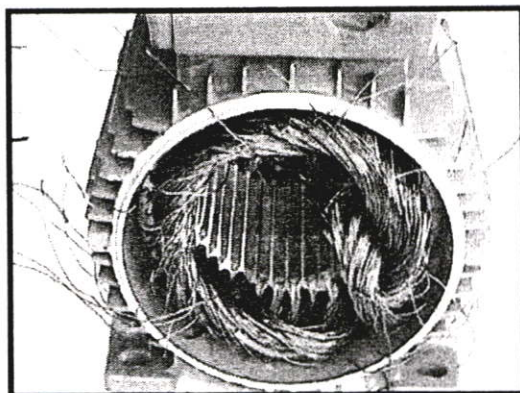


2.9 ลงขดลวดจนครบถึงร่องสลีตที่ 1 ให้ยกขดลวดที่ลงไว้แล้วค่อยนำขดลวด

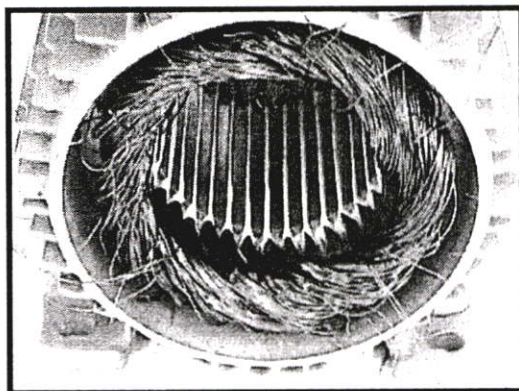
ลง



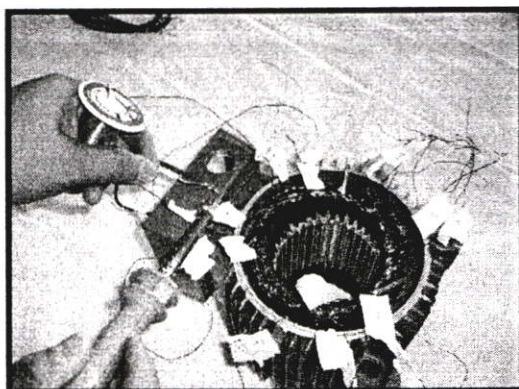
2.10 จากนั้นยกขดลวดที่ลงไว้ในร่องสลีตที่ 2-7 ออก แล้วใช้เศษลวดมัดแยกขดลวดแต่ละร่องสลีตไว้



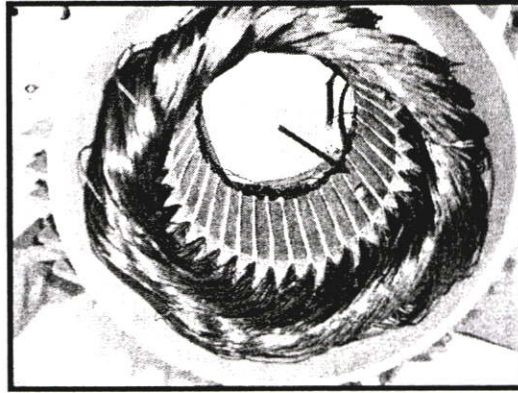
2.11 นำขดลวดที่ยกไว้จากร่องสลีตที่ 1-7 ลงทับขดลวดที่มีอยู่ในร่องสลีตเดิม



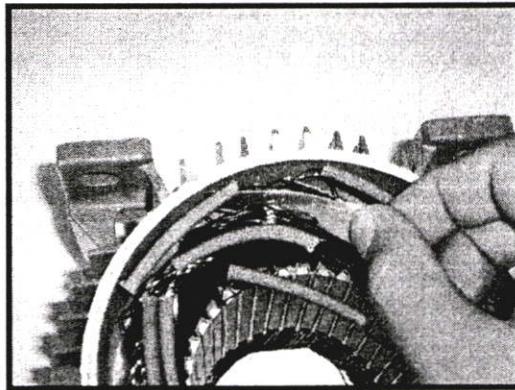
2.12 บัดกรีต่อวงจรภายใน โดยให้สวมปลอกสายบริเวณรอยต่อ



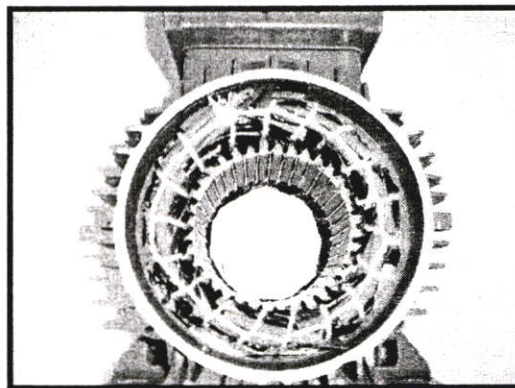
2.13 ทดสอบมอเตอร์โดยนำลูกปืนวางบนร่องสลีตแล้วค่อยๆ ปรับแรงดันจะเห็นว่าลูกปืนจะวิ่งอยู่บนร่องสลีตโดยไม่หยุด



2.14 จากนั้นให้ตัดฉนวนมากันระหว่างขดลวดแต่ละชุดเพื่อป้องกันการลัดวงจรระหว่างเฟส ทั้ง 2 ด้าน

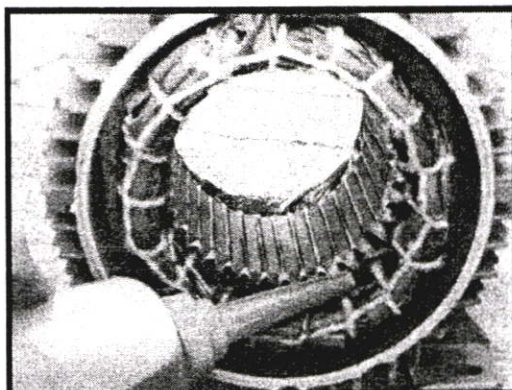


2.15 จากนั้นทำการมัดเชือกเพื่อป้องกันขดลวดพันกับแกนโรเตอร์เวลาหมุน ทั้ง 2 ด้าน



3. การเคลือบฉนวน

3.1 นำมอเตอร์ไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 212 °F แล้วนำน้ำยาวานิชเทลงบนขดลวดบริเวณที่ยื่นออกจากร่องสลีตแล้วเอียงให้น้ำยาวานิชไหลเข้าไปในร่องสลีต

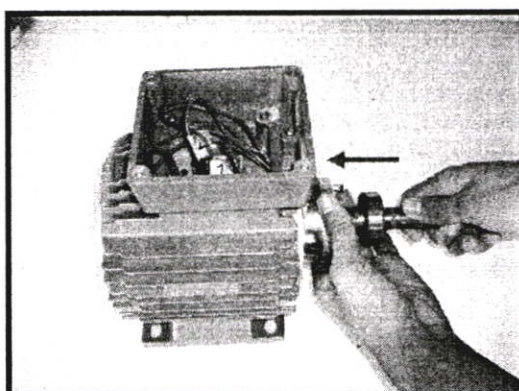


3.2 จากนั้นนำมอเตอร์ที่อาบน้ำยาวานิชแล้วไปอบแห้ง

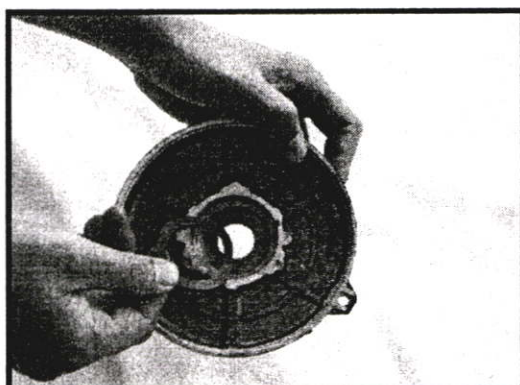
หน่วยที่ 3. การประกอบมอเตอร์และทดลองการทำงาน

1. การประกอบมอเตอร์

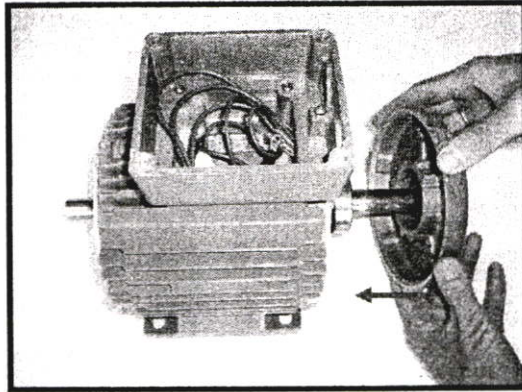
1.1 ใส่แกนโรเตอร์ โดยระวังไม่ให้ผิวของแกนโรเตอร์ชูดกับสเตเตอร์และขดลวด



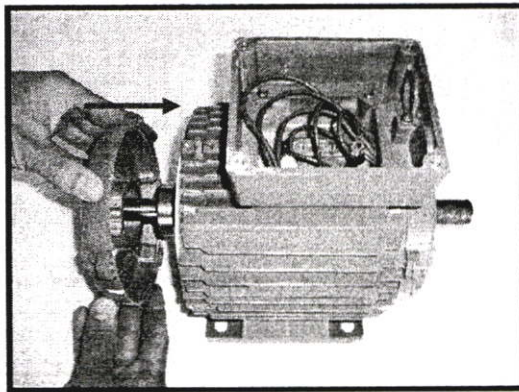
1.2 ใส่แหวนสปริงที่ฝาหน้าโดยนำแหวนสปริงใส่ในช่องที่ฝาหน้าของมอเตอร์



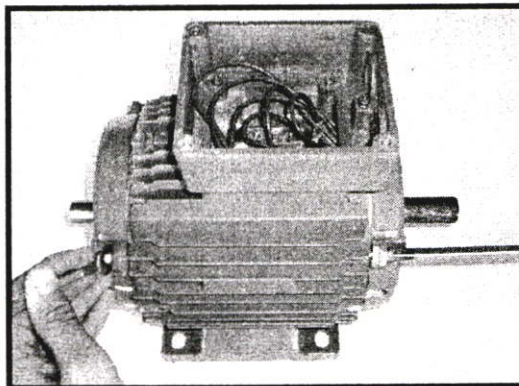
1.3 ประกอบฝาหน้าโดยใช้ค้อนยางตอกที่ฝาหน้าให้เครื่องหมายที่ทำไว้ตรงกัน



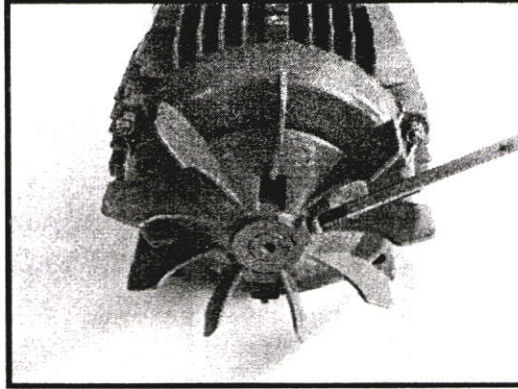
1.4 ประกอบฝาหลังโดยใช้ค้อนยางตอกที่ฝาหลังให้เครื่องหมายที่ทำไว้ตรงกัน



1.5 ใส่ชนิดยึดฝาครอบหน้าหลังโดยใช้ไขควงแฉกและประแจเบอร์ 8 ไขน็อตปิดฝาครอบหน้าหลังทั้ง 3 ชุด

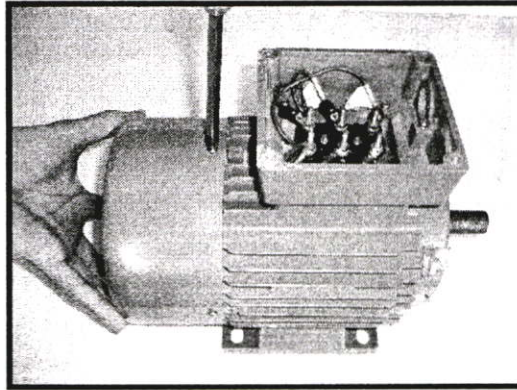


1.6 ใส่ใบพัดลมโดยใช้ไขควงแฉกไขสกรูบังคับให้แน่น

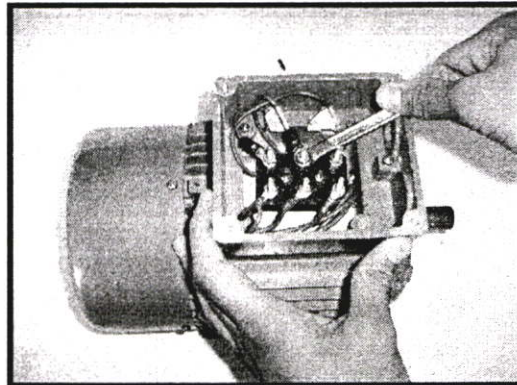


1.7 ใส่ฝาตะแกรงครอบใบพัดโดยใช้ไขควงปากแฉกไขน็อตยึดฝาตะแกรงใบพัดทั้ง

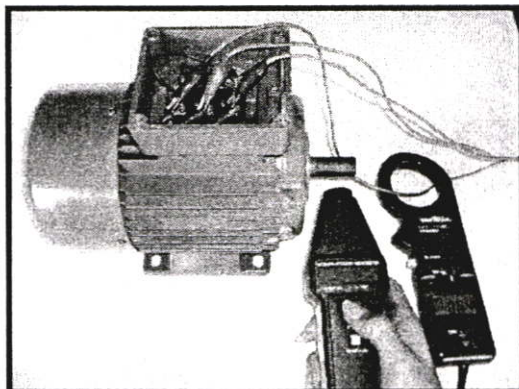
3 ตัว



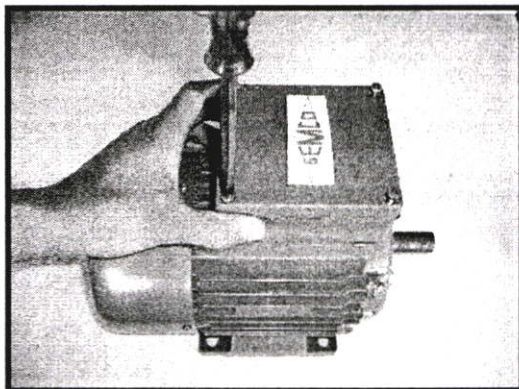
1.8 ประกอบขั้วต่อสายโดยใช้ไขควงปากแฉกไขยึดสกรูยึดขั้วต่อสายและไขประแจเบอร์ 7 ขันยึดสกรูกับขั้วต่อสาย



1.9 การทดสอบมอเตอร์โดยนำสติกเกอร์สะท้อนแสงติดที่แกนโรเตอร์แล้วจ่ายไฟ 380 V ให้กับมอเตอร์แล้วนำเทคโคมิเตอร์วัดความเร็วรอบและใช้ คลิปแอมป์วัดกระแสแต่ละเฟสของมอเตอร์ จะต้องเท่ากันทั้ง 3 เฟส



1.10. ประกอบฝาครอบขั้วต่อสายโดยใช้ไขควงแฉกไขน็อตปิดฝาครอบทั้ง 4 ตัว



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายประจักษ์ชัย มาลัย
วัน เดือน ปีเกิด	16 กรกฎาคม 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 42/229 ซ.นิมิตรใหม่ 6/1 ถ.นิมิตรใหม่ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒน์ (องครักษ์) ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถานที่ทำงาน	บริษัทรีเทลลิงค์ (ไทยแลนด์) จำกัด 159/30 หมู่ 3 ถนน วิชาวุฒิสถิต แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210
ตำแหน่ง	ผู้ช่วยผู้จัดการแผนกวางแผนและพัฒนาฝึกอบรม