

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
เรื่องการใช้งานดิจิตอลสโตเรจออสซิลโลสโคป

DEVELOPMENT OF COMPETENCY BASED SKILL TRAINING  
ON USING DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE

วิรัช วิริยาลัย  
WIRACH WIRIYALAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2674-1

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
เรื่องการใช้งานดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป

DEVELOPMENT OF COMPETENCY BASED SKILL TRAINING  
ON USING DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE

วิรัช วิริyalai

WIRACH WIRIYALAI

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 63620  
วัน,เดือน,ปี..... 30 ส.ค. 2549

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2549

ISBN 974 - 15 - 2674 - 1

**DEVELOPMENT OF COMPETENCY BASED SKILL TRAINING  
ON USING DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE**

**WIRACH WIRIYALAI**

**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**

**2006**

**ISBN 974 – 15 – 2674 - 1**

**COPYRIGHT 2006**

**SCHOOL OF GRADUTE STUDIES**

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

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป
นักศึกษา	นายวิรัช วิทยาลัย
รหัสประจำตัว	44064625
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ

### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ หน่วยที่ 2 การวัดสัญญาณแบบต่างๆ หน่วยที่ 3 การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ หน่วยที่ 4 การบันทึกสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นผู้เรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ที่กำลังศึกษาในเรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป จำนวน 20 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เมื่อศึกษาจบบทเรียนแล้วทำการทดสอบจากแบบทดสอบทฤษฎีจำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปหลังจากนั้นนำคะแนนทดสอบทั้งสองภาคมารวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และมีผลคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 89 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอเอสซีแอลโคป สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

<b>Thesis Title</b>	Development of Competency Based Skill Training On Using Digital Storage Oscilloscope
<b>Student</b>	Mr. Wirach Wiriyalai
<b>Student ID</b>	44064625
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Programme</b>	Electrical Communications Engineering
<b>Year</b>	2006
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Surasit Ratee
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Dr. Somchai Maunsaiyat

## **ABSTRACT**

This thesis presented a development of competency based skill training on using digital storage oscilloscope. The objectives of research were to construct and evaluate the efficiency of the developed training lesson. The hypothesis of this research was that competency based skill training program could be effectively used with 80 percentage of the sample group passed the test with score of more than 80 percent.

The competency based skill training on using digital storage oscilloscope was divided into four learning modules: 1) preparation before signal measurement, 2) signal measurement, 3) phase of signal measurement, and 4) recall signal.

The sample group was 20 students from diploma program in vocational education majoring in electronics from Pathumthani technical college. They were studying using digital storage oscilloscope letting the sample group studying the training lesson. After the group finished the theory test of 30 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. 18 students (90%) had scores more than 80 percentage. The average score of sample group was 89.00 . There fore the competency based skill training on using digital storage oscilloscope program could be effectively used in vocational education.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราษฎร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.สมชาย หมื่นสายญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้แก่ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา รศ.ณรงค์ อัจฉฤทธิ์ ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ รวมทั้งข้อเสนอแนะทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษาวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ที่อำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง ภรรยาและทุกคนในครอบครัวที่ได้มอบความรัก ให้กำลังใจ และช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคน และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สำหรับคุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดามารดา และครู-อาจารย์ ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง

วิรัช วิริยาลัย

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ .....	IV
สารบัญ .....	V
สารบัญตาราง .....	VIII
สารบัญภาพ .....	X
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย .....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย .....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย .....	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น .....	5
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ .....	5
<b>บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	7
2.1 แผนการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ .....	7
2.2 ดิจิตอลสตอเรจออกสวิตช์โลสโคป .....	10
2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	20
2.4 การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา .....	36
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	44
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	46
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	46
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	46
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	57
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	58

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b> .....	61
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก ความสามารถแบบอิงเกณฑ์ .....	61
4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของแบบทดสอบภาคทฤษฎี .....	64
4.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ .....	65
4.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ .....	66
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ</b> .....	69
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	69
5.2 อภิปรายผล .....	73
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	74
<b>บรรณานุกรม</b> .....	75
<b>ภาคผนวก ก</b> .....	77
หนังสือผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ .....	78
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย .....	79
หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย .....	80
หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย .....	81
<b>ภาคผนวก ข</b> .....	82
แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม .....	83
แบบประเมินความสอดคล้องของแบบบันทึกการความสามารถการฝึก ปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม .....	95

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก .....	101
ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม .....	102
ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกรายการความสามารถ การฝึกปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม .....	113
 ภาคผนวก ง .....	 119
แบบทดสอบภาคทฤษฎี .....	120
ผลการประเมินแบบแบบทดสอบภาคทฤษฎี .....	128
แบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ .....	129
ผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ .....	138
การหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น .....	147
 ภาคผนวก จ .....	 149
แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเนื้อหา ) .....	150
แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ) .....	152
ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเนื้อหา ) .....	154
ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ) .....	156
 ภาคผนวก ฉ .....	 158
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ .....	159
 ภาคผนวก ง .....	 164
ตัวอย่างคู่มือการฝึกปฏิบัติ .....	165
 ประวัติผู้เขียน .....	 175

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการสอนรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ .....	8
2.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยการฝึก .....	9
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา .....	61
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ .....	63
4.3 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี .....	64
4.4 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบความสามารถ การฝึกปฏิบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ .....	65
4.5 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์จาก แบบทดสอบภาคทฤษฎีและแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ .....	67
ค (1) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎี กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม .....	102
ค (2) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ .....	105
ค (3) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกรายการความสามารถการฝึก ปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการวัดสัญญาณแบบต่างๆ .....	107
ค (4) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ .....	109
ค (5) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการบันทึกและการเรียกสัญญาณกลับคืน .....	110
ง (1) ผลการประเมินแบบทดสอบภาคทฤษฎี .....	120
ง (2) แสดงผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ .....	138
ง (3) แสดงผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 2 การวัดสัญญาณแบบต่างๆ .....	140
ง (4) แสดงผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 3 การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ .....	143
ง (5) แสดงผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 4 การบันทึกและการเรียกสัญญาณกลับคืน .....	145

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง (6) การหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก .....	147
จ (1) ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเนื้อหา ) .....	154
จ (2) ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) .....	156

# สารบัญญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างดิจิทัลออสซิลโลสโคป .....	10
2.2 ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป .....	11
2.3 แผงหน้าของดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป .....	11
2.4 แผงหน้าจอแสดงผล ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป .....	12
2.5 แสดงปุ่มปรับและสวิตช์ควบคุมดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป .....	14
2.6 แสดงการสุ่มรูปคลื่นเปลี่ยนค่าเป็นรหัสสัญญาณ ดิจิตอล อยู่ในรูปของตัวเลขดิจิทัล..	17
2.7 พื้นฐานของระบบการแซมปลิงและการเก็บรูปคลื่น .....	17
2.8 พื้นฐานของระบบ DSO สำหรับแสดงรูปคลื่นที่เก็บไว้ .....	18
2.9 หน้าจอแสดงผลของ DSO แสดงรูปคลื่น 4 แชนแนล .....	19
2.10 DSO ประมวลผลรูปคลื่นสำหรับหาค่า แรงดัน , ความถี่, ช่วงเวลาได้ขึ้น .....	19
2.11 แสดงรูปแบบโครงสร้างการออกแบบระบบการสอนวิชาชีพ .....	29
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ .....	49
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี .....	52
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ .....	54
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ .....	56

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นหน่วยงานที่จัดการศึกษาเพื่อผลิตกำลังคนให้มี ความรู้ ความสามารถ ทักษะวิชาชีพพื้นฐาน วิชาชีพเฉพาะทาง เพื่อการประกอบอาชีพ สามารถนำ ความรู้และเทคโนโลยีอันทันสมัยมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตและพัฒนาทักษะวิชาชีพให้ได้มาตรฐานสากล สำหรับการผลิตช่างอุตสาหกรรมสาขาวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์นั้นปัจจัยสำคัญของการเรียนการสอนก็คือเครื่องมือครุภัณฑ์ภายในห้องปฏิบัติการเพราะการเรียนการสอนทางด้านวิชา ชีพนั้นนอกจากเรียนทางทฤษฎีแล้วยังจะต้องเรียนทางด้านปฏิบัติด้วย เพื่อฝึกทักษะให้เกิดความ ชำนาญด้านต่างๆ

เครื่องมือพื้นฐานที่สำคัญภายในห้องปฏิบัติการทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของการเรียน การสอนภาคปฏิบัติก็คือ ออสซิลโลสโคป ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่แสดงผลด้วย รูปร่างของสัญญาณเปรียบเทียบกับเวลา โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แอนะล็อกออสซิลโลสโคป (Analog Oscilloscope) และดิจิตอลออสซิลโลสโคป (Digital Oscilloscope) วีระพงษ์ เศรษฐสมบัติ ( 2544 : 3) กล่าวว่า ออสซิลโลสโคปเป็นอุปกรณ์เครื่องมือราคาแพงและนักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จะต้องใช้เรียนทุกคนการที่ให้นักเรียนใช้โดยการลองผิดลองถูกอาจทำ ให้เครื่องมือเสียหายได้ง่าย

ปัจจุบันออสซิลโลสโคปแบบดิจิตอลหรือที่เรียกว่าดิจิตอลสโตเรจออสซิลโลสโคป (Digital Storage Oscilloscope) มีการพัฒนา จนมีขีดความสามารถในการใช้งานสูงมาก และมีประสิทธิภาพ ที่ดีกว่าออสซิลโลสโคปแบบเก่า ยกตัวอย่างเช่น ย่านวัดความถี่ที่สูงกว่า แสดงผลการวัดเป็นตัวเลข บนที่กภาพสัญญาณต่างๆ ที่วัดได้ สามารถต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น คอมพิวเตอร์หรือ ปริ้นเตอร์ เพื่อพิมพ์สัญญาณของการวัด ตลอดจนการกระทำทางคณิตศาสตร์ระหว่างสัญญาณ 2 สัญญาณได้ ไม่ว่าจะเป็นการรวมสัญญาณเข้าด้วยกัน การลบสัญญาณออกจากกัน เป็นต้น ซึ่งมีประโยชน์อย่าง มาก ของการวิเคราะห์สัญญาณทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยประสิทธิภาพที่มากขึ้นทำให้การ ใช้งานมีความซับซ้อน เนื่องจากมีปุ่มควบคุม และสวิตช์ต่างๆ (Button and Control Switch) เพิ่มขึ้น มาอย่างมากมาย การปรับเปลี่ยนปุ่ม หรือสวิตช์ต่างๆ ดิจิตอลสโตเรจออสซิลโลสโคปจะแสดง สถานะการทำงานที่จอแสดงผล (Display) เพราะฉะนั้นการใช้งานจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจ ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของจอแสดงผล ซึ่งแตกต่างจากแอนะล็อกออสซิลโลสโคปแบบเก่า เป็นอย่างมาก

เนื้อหาของการเรียนการสอนเรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปอยู่ในหน่วยการ  
สอนที่ 8 เรื่อง ออสซิลโลสโคป ของวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 3105-1002  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) เป็นวิชาบังคับที่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชา  
อิเล็กทรอนิกส์ โดยการเรียนรู้วิธีการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปเป็นพื้นฐานที่สำคัญ  
ของการปฏิบัติการทดลองในวิชาอื่นๆ เช่น การวัดและทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า วงจรเครื่องรับ  
วิทยุ เครื่องขยายเสียง เครื่องรับโทรทัศน์และวิดีโอเทป ใช้ทดสอบวงจรใช้งานของอุปกรณ์ในย่าน  
ความถี่สูง ใช้วัดทดสอบปรับแต่งระบบสื่อสารไมโครเวฟ สายส่งและสายอากาศ เป็นต้น จาก  
ปัญหาระยะเวลาของการเรียนการสอนมีจำกัด และปัญหาการขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์ในการฝึกภาค  
ปฏิบัติ ตลอดจนเนื้อหาวิธีการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปที่เป็นเนื้อหาเชิงปฏิบัติยากแก่  
การทำความเข้าใจในการเรียนรู้และการนำไปปฏิบัติจริง ซึ่งการเรียนรู้จากหนังสือหรือทฤษฎีที่ถ่าย  
ทอดจากครูผู้สอนในลักษณะการบรรยาย และการส่งงานเป็นกลุ่ม โดยครูสอนที่หน้าชั้นเรียนโดย  
ใช้รูปแบบวิธีการสอนเป็นแบบการอธิบายเนื้อหา ในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้ฟังพร้อมกันทั้งชั้นเรียน  
ด้วยผู้เรียนมีความแตกต่างในด้านความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคลที่ไม่เท่ากันในการเรียนรู้ อัน  
เป็นอุปสรรคจะนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ให้เกิดทักษะและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปฏิบัติ  
ด้วยตัวเอง หากมีสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยฝึกปฏิบัติในการใช้งานเครื่องมือชนิดนี้ที่เหมาะสมแล้ว  
ก็จะเป็นการช่วยให้นักศึกษาประสบผลสำเร็จในการเรียนที่ดีขึ้น

สื่อการเรียนรู้ในระบบ CBST (Competency Based Skill Training) เป็นสื่อชนิดหนึ่งที่เข้ามามี  
บทบาทในการฝึกทักษะปฏิบัติตามความสามารถของแต่ละบุคคล การเรียนรู้ในระบบ CBST จะมี  
สื่อในการเรียนหลายลักษณะ เช่น ชุดการฝึกที่เป็นเอกสาร (Paper Training) และชุดการฝึกที่เป็น  
คอมพิวเตอร์ (Computer Based Training) ซึ่งเป็นสื่อที่มีศักยภาพสูงในการนำเสนอแบบสื่อประสม  
(Multimedia) การเรียนรู้ในระบบ CBST นั้น ผู้เข้ารับการฝึกรับผิดชอบการฝึกของตัวเอง ทักษะการ  
ฝึกจะถูกแบ่งออกเป็นทักษะย่อย และเรียบเรียงเป็นชุดฝึก ผู้เข้ารับการฝึกจะฝึกตามวัตถุประสงค์  
หรือทักษะความสามารถที่กำหนด เน้นทักษะการปฏิบัติงานเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึก  
สามารถฝึกปฏิบัติในเนื้อหาจนเกิดความเชี่ยวชาญ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้  
(กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน 2543 : 4-10)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยซึ่งทำงานด้านการอาชีวศึกษาจึงมีแนวความคิดที่จะสร้างบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป  
โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะความชำนาญ มีการฝึกทักษะโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดย CBST  
เป็นบทเรียนที่แสดงเนื้อหาและมีภาพเคลื่อนไหวแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน ซึ่งผู้เข้ารับการฝึก  
สามารถเรียนรู้ได้จากคอมพิวเตอร์ โดยมีการทดลองฝึกปฏิบัติจากดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป  
ของจริง เมื่อจบบทเรียนแล้วมีการทดสอบวัดความสามารถของนักศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เมื่อนักศึกษาผ่านการเรียนระบบ CBST แล้วก็จะมียุทธศาสตร์ในการปฏิบัติงาน จนเกิดความเชี่ยวชาญและสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ ไม่ว่าจะใช้ในการเรียนในวิชาอื่นๆที่เกี่ยวข้อง หรือเมื่อนักศึกษาจบการศึกษาออกไปปฏิบัติงานจริงทางด้านโทรคมนาคมสื่อสาร ก็จะไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ซึ่ง CBST ที่สร้างขึ้นนั้นนอกจากเนื้อหาการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปแล้ว ยังมีวิธีการดูแลรักษาเพื่อป้องกันการใช้เครื่องมือครุภัณฑ์ชนิดนี้ไม่ให้เกิดความเสียหายและช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือตลอดจนช่วยประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุงแต่ละครั้ง และซึ่งยังผลให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนมากขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป

## 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพโดยที่ร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 80 ขึ้นไปได้

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน โดยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป มาจากเทคนิคการออกแบบการเรียนการสอนเป็นขั้นตอนต่างๆ ไว้ 9 ขั้น ของ Gagne'(สุกรี รอดโพธิ์ทอง 2535 : 4 - 7) มาพัฒนาเป็นกรอบแนวคิด คือ

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention)
2. บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน (Define Objectives)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
5. ชี้แนะทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
6. กระตุ้นให้มีการตอบสนอง (Elicit Responses)
7. การใช้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance)
9. การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

และขั้นตอนการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึกในการจำลองรูปแบบการเรียนรู้กับการพัฒนาชุดการฝึก CBST จากคู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน และสวัสดิการสังคม ปี 2543 ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ให้ความรู้ (Know)
2. แสดงนำเสนอ (Show)
3. กระทำปฏิบัติ (Do)
4. ทบทวนทำซ้ำ (Review)
5. ผ่านการฝึก (Pass Through)

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 40 คน

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling )

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป

1.5.3 เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ คือ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 3105-1002 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ดังนี้

หน่วยการฝึกที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ

หน่วยการฝึกที่ 2 การวัดสัญญาณแบบต่างๆ

หน่วยการฝึกที่ 3 การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ

หน่วยการฝึกที่ 4 การบันทึกสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

งานวิจัยนี้ได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1.6.1 ผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิตอลสต่อเรจออกสซิล โลส โคปนี้ เป็นผู้ที่มีความสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ และถือผู้เรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการเรียนรู้

1.6.2 เครื่องดิจิตอลสต่อเรจออกสซิล โลส โคปที่ใช้ในการวิจัยเป็นยี่ห้อ METRIX รุ่น OX 8022 เป็นเครื่องมือวัดไฟฟ้าที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในวิทยาลัยเทคนิค สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **นักศึกษา** หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

2. **การฝึกทักษะ** หมายถึง กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน การใช้งานดิจิตอลสต่อเรจออกสซิล โลส โคป

3. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์** หมายถึง คอมพิวเตอร์ เสนอข้อมูลข้อเสนอแนะ คำสั่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และสีสรรต่างๆ พร้อมตัวอย่าง การสาธิต และคำแนะนำให้ลงมือปฏิบัติจริงในเนื้อหา เรื่องการใช้งานดิจิตอลสต่อเรจออกสซิล โลส โคป

4. **ดิจิตอลสต่อเรจออกสซิล โลส โคป** หมายถึง ออสซิล โลส โคปแบบดิจิตอล ยี่ห้อ METRIX รุ่น OX8022 เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าที่แสดงผลด้วยรูปร่างของสัญญาณเปรียบเทียบกับเวลาสามารถแสดงผลเป็นตัวเลข บันทึกภาพ มีหน่วยความจำ ซึ่งมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าออสซิล โลส โคปแบบแอนะล็อก

5. **แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน** หมายถึง ข้อสอบที่ใช้ทดสอบความสามารถของผู้เข้ารับการศึกษาเป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ ภายหลังจากเรียนบทเรียนและฝึกปฏิบัติ การใช้งานดิจิตอลสต่อเรจออกสซิล โลส โคปแล้ว โดยครูฝึกเป็นผู้ทำการวัด

6. ความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง การปฏิบัติงานของนักศึกษาในการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

7. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง ผลคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนของผู้เข้ารับการฝึก โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกสามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 80 ขึ้นไป

9. เกณฑ์ที่กำหนด หมายถึง ผลคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถทางการเรียน โดยเป็นแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติรวมกัน โดยผู้เข้ารับการฝึกได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจจออสซิลโลสโคป ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 แผนการสอนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- 2.2 ดิจิตอลสตอเรจจออสซิลโลสโคป
- 2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
- 2.4 การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 แผนการสอนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

#### 2.1.1 แผนการสอนรายวิชา

ชื่อวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 3105-1002 จำนวน 3 คาบ 2 หน่วยกิต เป็นวิชาชีพพื้นฐาน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ ที่ต้องลงทะเบียนเรียนทุกคน

#### 2.1.2 จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานและการใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ และมีทัศนคติในการค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม

#### 2.1.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา มาตรฐานเครื่องมือวัดและการวัด ค่าผิดพลาดในการวัด หลักการและการนำไปใช้งานของเครื่องมือวัดชนิดต่างๆ เช่น แอนะล็อกและดิจิตอลมิเตอร์แบบต่างๆ โครงสร้างและหลักการทำงานของแอมป์มิเตอร์ โวลท์มิเตอร์ เครื่องมือวัดที่อาศัยความร้อน ไฟฟ้าสถิต และสนามแม่เหล็กไฟฟ้า บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ วัดคัมมิเตอร์ เครื่องวัดความถี่ เครื่องวัดค่าอิมพีแดนซ์ อินดักแตนซ์ เครื่องวัดกำลังคลื่น เครื่องวัดความถี่ของสัญญาณ เครื่องรูปสัญญาณ เช่น Oscilloscope , Storage Oscilloscope , Curve Tracer, Logic Analyzer, X-Y Recorder เป็นต้น เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ ความถี่เสียง และวีดีโอ การเขียนรายละเอียด การเลือกซื้อเครื่องมือเครื่องใช้ที่เกี่ยวกับงานอิเล็กทรอนิกส์ ปฏิบัติ การนำเครื่องมือวัดและทดสอบชนิดต่างๆ ไปใช้งานได้

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

หน่วยที่	หัวข้อ	ทฤษฎี (คาบ)	ปฏิบัติ (คาบ)	สัปดาห์ที่
1	Introduction to Instrumentation	1	2	1
2	D.C. Measurements	2	4	2 – 3
3	A.C. Measurements	2	4	4 – 5
4	Power Measurements	2	4	6 – 7
5	Phase Angle Measurements	1	2	8
6	Impedance Measurement	1	2	9
7	Frequency Measurement	1	2	10
8	Oscilloscope	2	4	11 – 12
9	Recorder	1	2	13
10	Digital Meters	2	4	14 – 15
11	Instrument for Generating and Analyzing Waveform	1	2	16

เนื้อหาเรื่อง ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป อยู่ในหน่วยการสอนที่ 8 เรื่อง ออสซิลโลสโคป ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการฝึกดังนี้

หน่วยการฝึกที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ

หน่วยการฝึกที่ 2 การวัดสัญญาณแบบต่างๆ

หน่วยการฝึกที่ 3 การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ

หน่วยการฝึกที่ 4 การบันทึกสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

#### 2.1.4 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

วัตถุประสงค์จำแนกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป (General Objective) ซึ่งเป็นข้อความที่กล่าวถึงความมุ่งหมายทั่วไป ในลักษณะมุกกว้าง ไม่ได้เฉพาะเจาะจงที่สิ่งใดสิ่งหนึ่ง ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) ซึ่งใช้สำหรับการเรียนการสอนดังนั้นเมื่อกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือวัตถุประสงค์การสอนจึงหมายถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การกำหนดวัตถุประสงค์ในเชิงพฤติกรรมเพื่อกำหนดเนื้อหา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง การใช้งานคิจิตอลสตอเรจออกสซึลโลสโคป โดยกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในเนื้อหาดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน

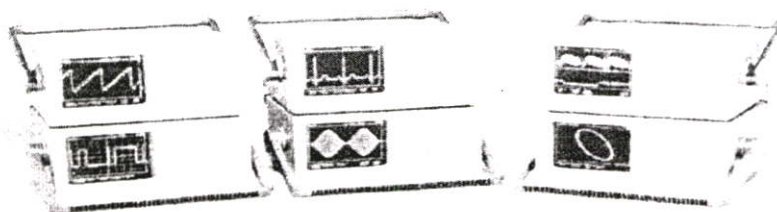
หัวข้อ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. การเตรียมความพร้อมก่อนการวัด สัญญาณ	
1.1 ส่วนประกอบต่างๆของ คิจิตอล สตอเรจออกสซึล โลสโคป	- อธิบายส่วนประกอบและหน้าที่ต่างๆของคิจิตอล สตอเรจออกสซึล โลสโคปได้
1.2 จอแสดงผล	- อธิบายความหมายต่างๆบนจอแสดงผลได้
1.3 ปุ่มปรับและสวิตช์ควบคุม	- อธิบายหน้าที่ปุ่มปรับต่างๆและสวิตช์ควบคุมได้ - สามารถปรับปุ่มปรับต่างๆและสวิตช์ควบคุมได้
1.4 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดได้	- บอกวิธีการเตรียมความพร้อมก่อนการวัดได้ - สามารถปรับแต่งเครื่องเตรียมพร้อมก่อนการวัดได้
2. การวัดสัญญาณแบบต่างๆ	
2.1 การวัดแรงดัน	- บอกขั้นตอนการใช้ คิจิตอลสตอเรจออกสซึล โลสโคป วัดแรงดันแบบต่างๆได้ - สามารถใช้ คิจิตอลสตอเรจออกสซึล โลสโคป วัด แรงดันแบบต่างๆได้ เช่น Vp-p , Vrms ฯลฯ
2.2 การวัดคาบเวลาและความถี่	- บอกขั้นตอนการใช้ คิจิตอลสตอเรจออกสซึล โลสโคป วัดคาบเวลาและความถี่แบบต่างๆได้ - สามารถใช้ คิจิตอลสตอเรจออกสซึล โลสโคป วัด คาบเวลาและความถี่แบบต่างๆได้ เช่น Frequency Period , Duty Cycle ฯลฯ
3. การวัดความต่างเฟสของสัญญาณ	- บอกขั้นตอนการใช้ คิจิตอลสตอเรจออกสซึล โลสโคป วัดความต่างเฟสของ 2 สัญญาณได้ - สามารถใช้ คิจิตอลสตอเรจออกสซึล โลสโคปวัด ความต่างเฟสของ 2 สัญญาณได้

## ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หน่วยการฝึก	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกคืน 4.1 การบันทึกสัญญาณ	- สามารถอธิบายการใช้งานการบันทึกสัญญาณได้ - สามารถทำการบันทึกภาพสัญญาณที่วัดได้
4.2 การเรียกสัญญาณกลับคืน	- สามารถอธิบายการใช้งาน เรียกสัญญาณกลับเก็บได้ - สามารถเรียกคืนสัญญาณที่ทำการบันทึกได้
4.3 การดูแลรักษาดีจิตอลสตอเรจ ออสซิลโลสโคป	- บอกวิธีการดูแลรักษาดีจิตอลสตอเรจออสซิล โลสโคปได้ - สามารถดูแลรักษาดีจิตอลสตอเรจออสซิล โลสโคป ได้อย่างถูกต้อง

## 2.2 ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป

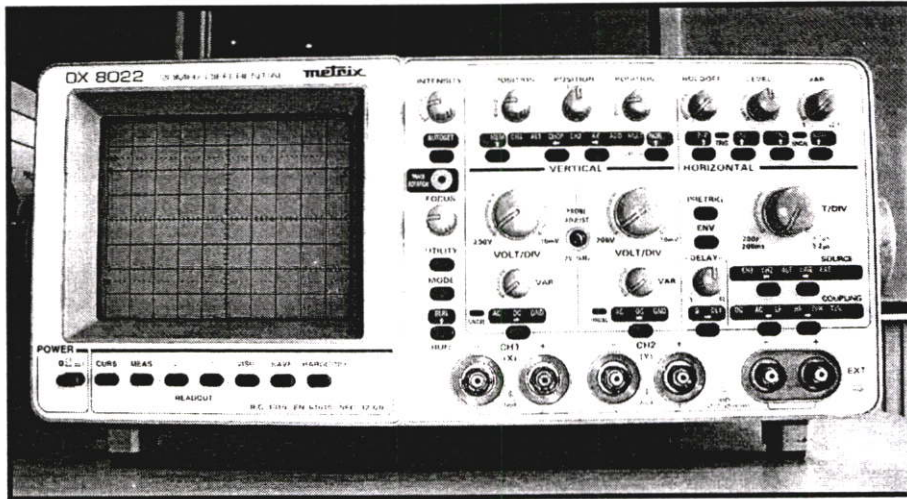
ในการใช้งานเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างแอนะล็อกออสซิลโลสโคปและดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปจะพบว่า ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปมีความสามารถเหนือกว่าหลายด้าน ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปบางเครื่องนั้นสามารถโปรแกรมการทำงานเข้าไปได้และสามารถควบคุมพารามิเตอร์ต่างๆ ภายได้ซอฟต์แวร์ที่ป้อนเข้าไป ตามปกติดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปจะมีอินพุตเท่ากับ 2 แชนแนลขึ้นไป ความแตกต่างพื้นฐานระหว่างออสซิลโลสโคปแบบแอนะล็อกและแบบดิจิตอล ดังรูปแบบของการเก็บภาพ แอนะล็อกออสซิลโลสโคปใช้กลไกในการเก็บรูปคลื่น ส่วนดิจิตอลออสซิลโลสโคปจะสุ่มตัวอย่างรูปคลื่นอินพุตมาเปลี่ยนข้อมูลไบนารี (Binary Data) ซึ่งสามารถเก็บลงบนหน่วยความจำที่เป็นสารกึ่งตัวนำ เพื่อจะเรียกใช้งานบนจอภาพได้ สุนันท์ แสงโพธิ์ (2536 : 180)



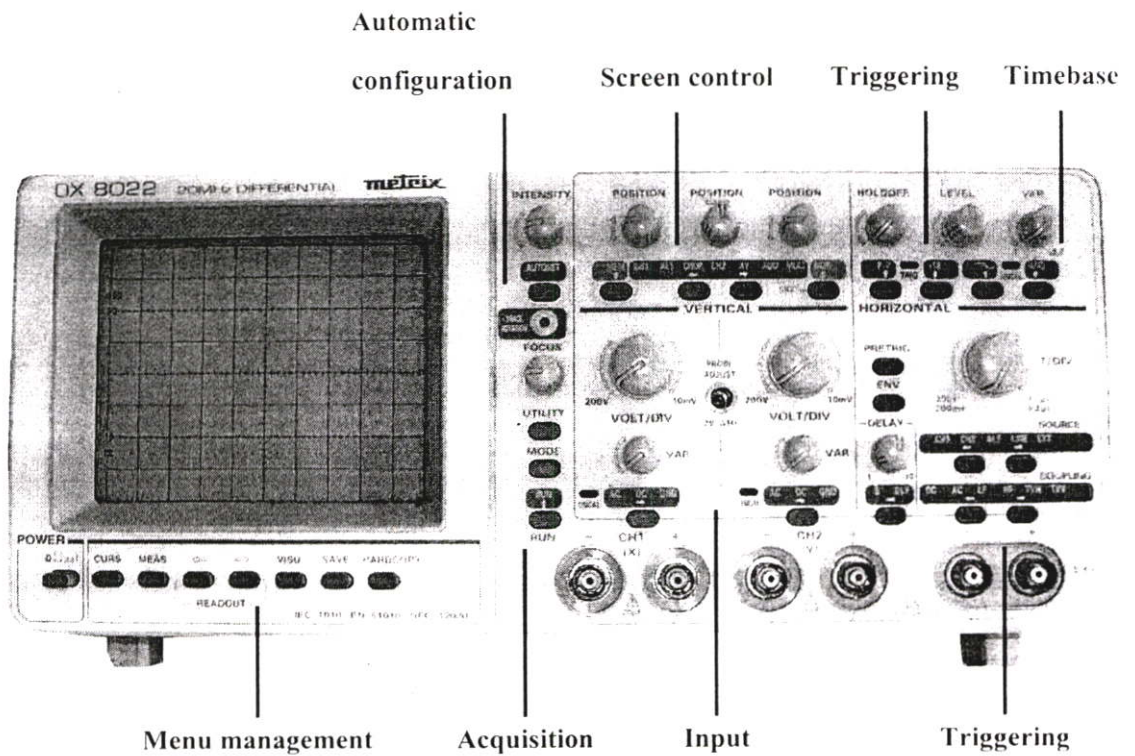
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างดิจิตอลออสซิลโลสโคป

### 2.2.1 ส่วนประกอบของดิจิตอลสต่อเรจอสซิลโลสโคป

ดิจิตอลสต่อเรจอสซิลโลสโคปที่ใช้ในการวิจัยเป็น ของยี่ห้อ METRIX รุ่น OX8022 ซึ่งแผงหน้า (Front Panel) ประกอบไปด้วยจอแสดงผล, ปุ่มควบคุมและสวิตช์ต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.3



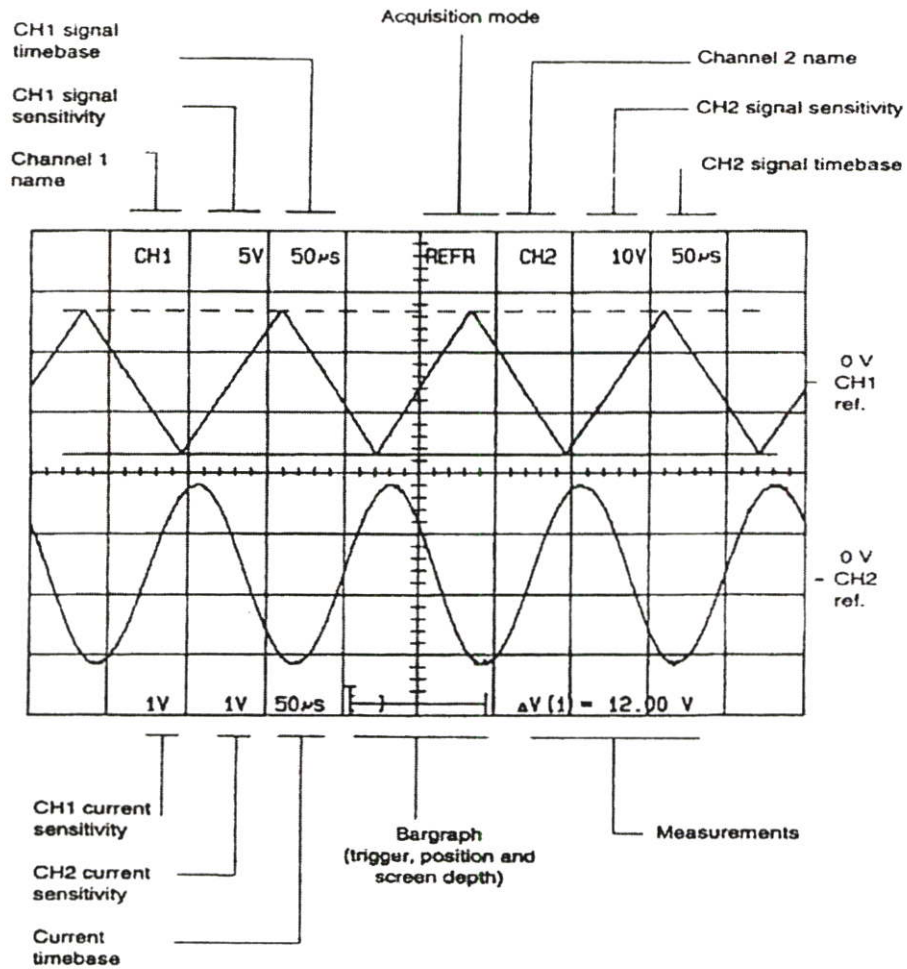
รูปที่ 2.2 ดิจิตอลสต่อเรจอสซิลโลสโคป



รูปที่ 2.3 แผงหน้าของดิจิตอลสต่อเรจอสซิลโลสโคป

### 2.2.1.1 จอแสดงผล

เมื่อทำการปรับปุ่มควบคุม หรือสวิตช์ต่างๆของแผงหน้าปัดของดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปเครื่องจะแสดงสถานะการทำงานที่จอแสดงผล ดังนั้น ในการใช้งานดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปผู้ใช้ต้องสังเกตการเปลี่ยนแปลงของจอแสดงผลตลอดเวลา ซึ่งตัวอย่างการแสดงผลสถานะการทำงานของดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป ที่จอแสดงผลมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 2.4 แผงหน้าจจอแสดงผล ดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป

### 2.2.1.2 ปุ่มปรับและสวิตช์ควบคุม

#### 1. Menu management

##### 1.1 CURS

เป็นสวิตช์ที่ใช้สำหรับแสดงตำแหน่งตัวชี้ (Pointer) ทั้งแนวแกนตั้ง (แรงดัน : V) และแนวแกนนอน (เวลา : T) บนจอแสดงผล สามารถเลือกวัดระดับหรือคาบของสัญญาณ ซึ่งสามารถเลือกสัญญาณที่ต้องการวัดได้

## 1.2 MEAS

ใช้สำหรับกำหนดให้ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป แสดงค่าต่างๆของสัญญาณที่ได้จากการวัดบนหน้าจอ เช่น Voltage วัดระดับแรงดันของสัญญาณ Time วัดคาบเวลาของสัญญาณ เช่น Freq , Period , Duty Cycle

## 1.3 READOUT

ใช้สำหรับเลื่อนเมนูไปทางซ้าย ขวาโดยแสดงผลที่หน้าจอ หรือ ขกเลิกข้อความบนจอภาพ โดยการสังเกตจากหน้าจอแสดงผลใช้ปรับเส้นแสดงผลให้เคลื่อนที่ในแนวแกนตั้ง ของช่องสัญญาณ เมื่อกดทางซ้าย เส้นภาพจะเลื่อนขึ้นเป็นบวก และจะเลื่อนลงเมื่อหมุนทางขวาเป็นลบ หรือใช้ปรับตำแหน่ง Cursor เมื่อใช้ร่วมกับสวิทช์ Cursor

## 1.4 SAVE

เป็นสวิทช์ที่ใช้บันทึก (Save) หรือเรียกกลับ (Recall) ขององค์ประกอบสัญญาณไฟฟ้า ซึ่ง จะไม่มีผลกับการวัดสัญญาณและแสดงผลของรูปสัญญาณ

## 1.5 HARD COPY

การกำหนดการพิมพ์สัญญาณออกทางเครื่องพิมพ์ เป็นสวิทช์ที่ต้องการให้ดิจิตอลสตอเรจ ออสซิลโลสโคปส่งค่าที่วัดได้ แสดงผลไปยังเครื่องพิมพ์ (Printer) ต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์พิเศษเพิ่มเติม

## 1.6 UTILITY

เป็นปุ่มซึ่งใช้บอกสถานะต่างๆ ของออสซิลโลสโคป จะไม่มีผลกับการวัดสัญญาณและการแสดงผลของรูปสัญญาณ

## 1.7 Run/Stop

เป็นสวิทช์ที่ใช้แสดงผล หรือการหยุดการแสดงผล สำหรับกรณีที่สวิทช์อยู่ที่ตำแหน่ง STOP เมื่อสัญญาณไฟฟ้าที่ขั้วเข้าช่องที่ 1 หรือ 2 เปลี่ยนแปลง รูปร่างของสัญญาณที่แสดงผลอยู่เดิม จะไม่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

## 2. Inputs

### 2.1 VOLT/DIV

ใช้สำหรับกำหนดค่าแรงดัน ต่อหนึ่งช่องทางแกนตั้ง (แนวเส้นประ) เพื่อให้มีขนาดพอเหมาะ โดยมีความไวของสัญญาณแนวตั้ง ปรับได้ 14 ตำแหน่ง ตั้งแต่ 10 mV ถึง 200 V / Div

### 2.2 VAR

ใช้สำหรับปรับความไวของสัญญาณทางแนวตั้งต่อเนื่อง โดยปรกติปุ่มนี้อยู่ในตำแหน่งซ้ายสุดจะมีตัวล็อกเสียดังกล่ากตลอด UNCAL จะดับ

### 2.3 AC – DC – GND

ใช้สำหรับการเชื่อมต่อ มีทั้งหมด 3 สถานะ คือ AC – DC – GND ซึ่งแต่ละสถานะมีความสัมพันธ์ดังนี้ DC ใช้วัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงหรือสัญญาณที่มีองค์ประกอบของสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง AC ใช้วัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับหรือสัญญาณที่มีองค์ประกอบของสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง แต่การแสดงผลจะไม่มียังองค์ประกอบของสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง จะมีสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเพียงอย่างเดียว GND ใช้แสดงแนวอ้างอิงของช่องสัญญาณ

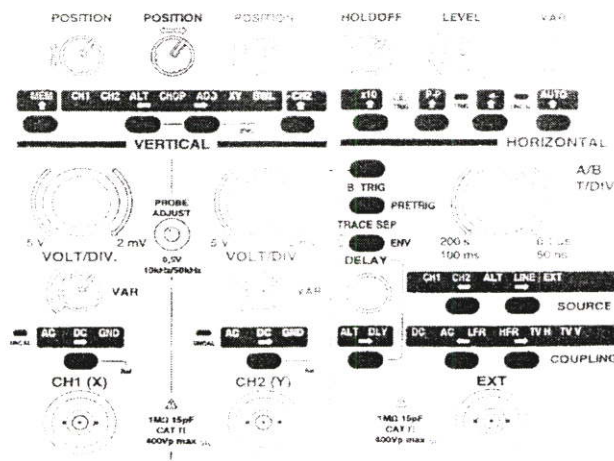
### 2.4 CH1 และ CH2

ช่องต่อสัญญาณ INPUT CH1 และ CH2 เป็นแบบ BNC โดยต่อกับสายวัดสัญญาณสายโพรบ (PROBE) ใช้วัดสัญญาณระบบเบี่ยงเบนทางแนวตั้งของเครื่อง

## 3. Triggering

### 3.1 HOLDOFF

ปุ่มควบคุมช่วงเวลาการหยุดระหว่างการกวาดของสัญญาณ เพื่อให้สัญญาณ ทรigger ทำงานได้อย่างถูกต้อง ทำให้ภาพที่หน้าจอหยุดนิ่งปกติจะหมุนสุดทางทวนเข็มนาฬิกาเพื่อปรับรูปร่างของสัญญาณที่ไม่มีคาบเวลา (Non-Periodic)



รูปที่ 2.5 แสดงปุ่มปรับและสวิตช์ควบคุมดิจิทัลตลอดเรจออกสซิลโลสโคป

### 3.2 LEVEL

ปุ่มควบคุมการปรับระดับสัญญาณการทรigger หรือแรงดันจุดชนวน (มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงที่จอแสดงผล) ใช้สำหรับปรับระดับแรงดันของสัญญาณจุดชนวนเพื่อส่งไปควบคุมสัญญาณด้านเข้าที่ปรากฏบนจอภาพให้หยุดนิ่ง ถ้าปรับระดับสัญญาณไม่ถูกต้องเส้นภาพจะเลื่อนไม่หยุดนิ่ง

### 3.3 SOURCE

ปุ่มใช้สำหรับเลือกแหล่งของสัญญาณทริกเกอร์ มี 3 แหล่งคือ ALT LINE EXT ดังนี้ ALT แหล่งกำเนิดการทริก โดยสภาวะแสดงผล ตำแหน่งนี้ สัญญาณด้าน เข้าที่ CH1 และ CH2 จะถูกใช้เป็นสัญญาณทริกเกอร์ LINE ที่ตำแหน่งนี้ สัญญาณไฟสลับแรงดันต่ำจากแหล่งจ่ายภายใน เครื่องจะถูกใช้เป็นสัญญาณทริกเกอร์ EXT สัญญาณจากภายนอกที่ป้อนเข้ามาทางขั้วต่อ TRIG IN จะถูกใช้เป็นสัญญาณทริกเกอร์

### 3.4 P-P

สัญญาณทริก P-P ระดับสัญญาณอ้างอิงสัญญาณทริก (ปรับละเอียดโดยใช้ปุ่ม LEVEL ) จะถูกตั้งโดยอัตโนมัติ ระหว่างส่วนยอดของส่วนต่ำและสูงของยอดสัญญาณ

### 3.5 COUPLING

การส่งสัญญาณทริกจากต้นกำเนิด เลือกได้ดังนี้ DC ส่งผ่าน DC (0 ถึง 40 MHz) AC ส่งผ่าน AC (10 Hz ถึง 40 MHz) LF ตัดความถี่จากสัญญาณต้นกำเนิดมากกว่า 10 MHz เพื่อดูสัญญาณรบกวน ทางด้านความถี่สูงของสัญญาณ DC TVH เป็นการควบคุมด้วยสัญญาณ TV (อัตราความเร็วของสัญญาณกวาดจากความถี่ปกติของ TV : 0.5 US ถึง 20 US/DIV) TVV เป็นการควบคุมด้วยสัญญาณ TV ทางแนวตั้ง จะใช้เมื่อต้องการสังเกตภาพในแนวตั้งทั้งหมดของสัญญาณ

## 4. Timebase

### 4.1 TIME/DIV

ใช้สำหรับกำหนดค่าฐานเวลา (Time Base) ต่อหนึ่งช่องทางแกนอน การปรับเปลี่ยนสามารถสังเกตที่จอแสดงผลได้ เป็นสวิทช์เลือกใช้สำหรับเลือกเวลาการกวาด (Sweep time) มีค่าตั้งแต่ 0.5 us ถึง 200 mS/DIV

### 4.2 VAR (VARIABLE)

ปรับความเร็วของการกวาดสัญญาณ โดยต่อเนื่องเมื่อปุ่มนี้ถูกถือในตำแหน่งซ้ายสุด หลอด UNCAL จะดับ

## 5. Screen control

### 5.1 POSITION (Y)

ใช้ปรับเส้นแสดงผลให้เคลื่อนที่ในแนวแกนตั้ง เมื่อหมุนตามเข็มนาฬิกาเส้นภาพจะเลื่อนขึ้นเป็นบวก และจะเลื่อนลงเมื่อหมุนทวนเข็มนาฬิกาเป็นลบ การปรับเลื่อนปุ่มที่จอแสดงผลจะแสดงค่า Position เป็นตัวเลขตามค่าที่ปรับ

### 5.2 POSITION (X)

ใช้ปรับเส้นแสดงผลให้เคลื่อนที่ในแนวแกนอนของทั้งสองช่องสัญญาณ CH1 และ CH2 เมื่อหมุนปุ่มปรับตามเข็มนาฬิกาเส้นภาพจะเลื่อนไปทางขวา และจะเลื่อนไปทางซ้ายเมื่อหมุนตามเข็ม

### 5.3 INTENSITY

ปุ่มปรับความสว่าง ใช้สำหรับปรับความสว่างของจอแสดงผล โดยความสว่างจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อหมุนตามเข็มนาฬิกา และจะลดลงเมื่อหมุนทวนเข็มนาฬิกา ตามความต้องการ

### 5.4 FOCUS

ปุ่มปรับความคมชัด หลังจากปรับปุ่ม INTENSITY จนได้ความสว่างพอเหมาะแล้ว จึงปรับปุ่ม FOCUS จนได้เส้นภาพที่มีความคมชัดที่สุด

### 5.5 CH1 – ALT – CHOP - CH2 – XY – ADD – MULT

ปุ่มสำหรับเลือกแสดงสัญญาณของการวัดโดยแบ่งเป็น CH1 แสดงผลของสัญญาณ CH1 เท่านั้น ALT แสดงผลของสัญญาณ CH1 และ CH2 (ในสภาวะสลับกัน) เหมาะสำหรับการวัดสัญญาณที่มีความถี่สูง CHOP แสดงผลของสัญญาณ CH1 และ CH2 ในสภาวะ CHOP (ขณะที่สัญญาณกวาดสัญญาณเดียว จะทำการเลือกสัญญาณ CH1 ถึง CH2 ด้วยความถี่การ CHOP ด้วยอัตราเร็ว 200 MHz) เหมาะสำหรับการวัดสัญญาณ 2 สัญญาณที่มีความถี่ต่ำ CH2 แสดงผลของสัญญาณ CH 2 เท่านั้น XY แสดงผลของสัญญาณ CH1 และ CH2 ในสภาวะ X - Y (X = CH1, Y = CH2) ADD แสดงผลสัญญาณด้านเข้า CH1 และ CH2 จะถูกรวมกันแบบพีชคณิต แล้วจึงปรากฏบนจอภาพ MULT แสดงผลสัญญาณด้านเข้า CH1 และ CH2 จะถูก MULT แล้วจึงปรากฏที่จอภาพ

### 5.6 AUTOSET

ทำหน้าที่ เป็นสวิทช์ที่ใช้แสดงสัญญาณที่ต้องการการวัดแบบอัตโนมัติ ซึ่งสถานะขอสวิทช์ต่างๆ จะถูกกำหนดจากเครื่องมือวัดโดยอัตโนมัติ

## 6. ส่วนประกอบอื่นๆ

### 6.1 POWER

เป็นสวิทช์ Power ชนิดสำหรับเปิด - ปิดเครื่อง เมื่อกดสวิทช์เครื่องอยู่ในสถานะทำงาน (On) และเมื่อกดสวิทช์อีกครั้ง เครื่องจะอยู่ในสถานะหยุดทำงาน (Off) ในการกดสวิทช์เพื่อให้ เครื่องอยู่ในสถานะทำงาน จะต้องรออยู่ประมาณ 5 วินาที (Boot) ถึงจะเริ่มใช้งานได้

### 6.2 Power Source

สวิทช์เลือกขนาดของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งต้องเลือกที่ 220 VAC สวิทช์นี้อยู่ด้านหลังเครื่อง

### 6.3 AC Inlet

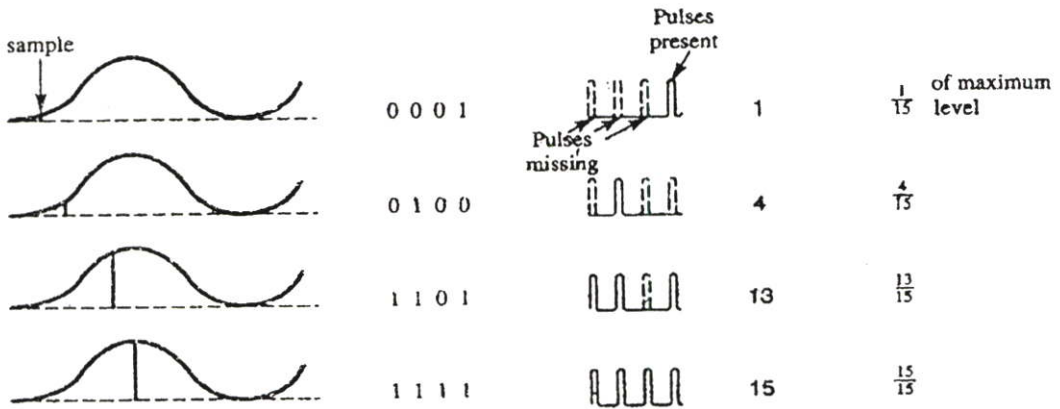
เด้ารับสำหรับต่อสายไฟ 220 VAC อยู่ทางด้านหลังเครื่อง

### 6.4 Port Serial

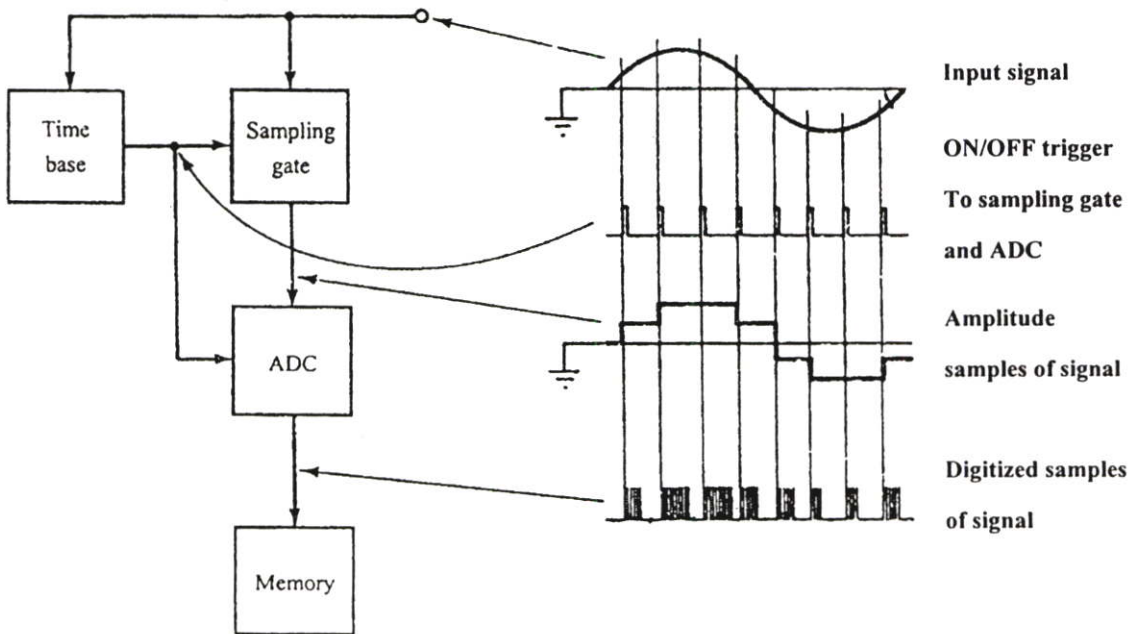
พอร์ทอนุกรม (RS 232) ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ ภายนอกเช่น Printer, Plotter

2.2.2 พื้นฐานการทำงานของดิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคป

ดิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคป (DSO) รูปคลื่นจะถูกสุ่มตามตำแหน่งต่างๆ ตามรูปที่ 2.6 ในการสุ่มแต่ละครั้งจะเป็นการเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยการใช้วงจรเปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล (analog to digital converter, ADC) การสุ่มค่าสัญญาณแอนะล็อกแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.6 ระดับแรงดันที่น้อยที่สุดจะเปลี่ยนเป็น 0001 หรือ 1/15 ของระดับสูงสุดซึ่งระดับสูงสุดมีค่า 1111 หรือ 15/15 ของระดับสูงสุด ในขณะที่ระดับอื่นๆ เช่น 0100 หรือ 4/15 ของระดับแรงดันสูงสุด

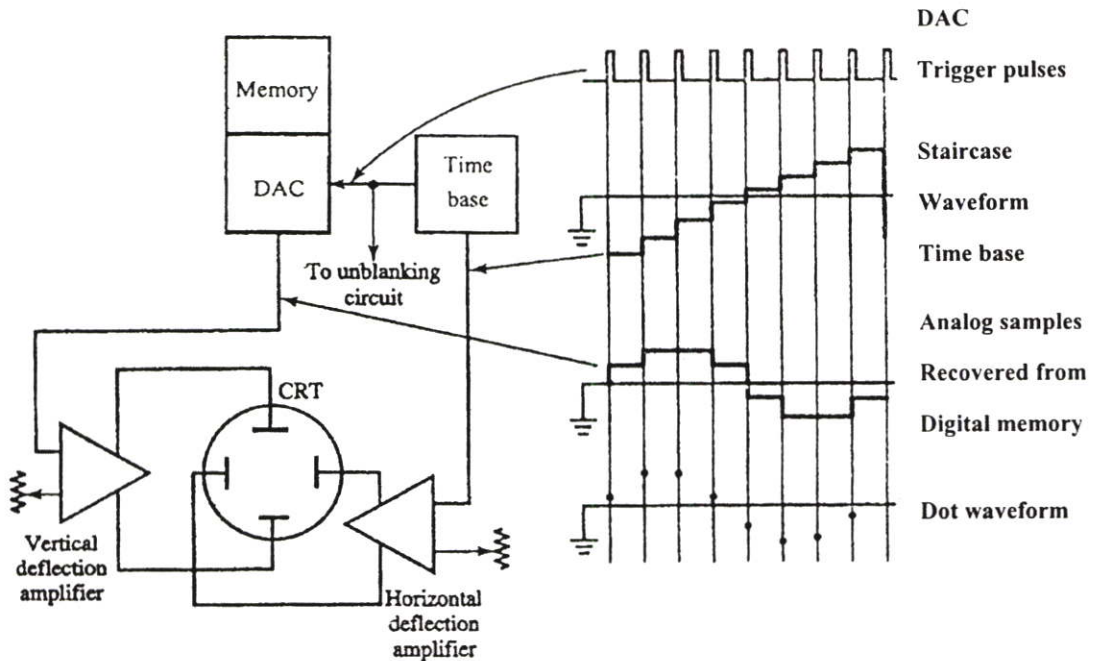


รูปที่ 2.6 แสดงการสุ่มรูปคลื่นเปลี่ยนค่าเป็นรหัสสัญญาณ ดิจิตอล อยู่ในรูปของตัวเลขดิจิตอล



รูปที่ 2.7 พื้นฐานของระบบการซอมป์ลิงและการเก็บรูปคลื่น

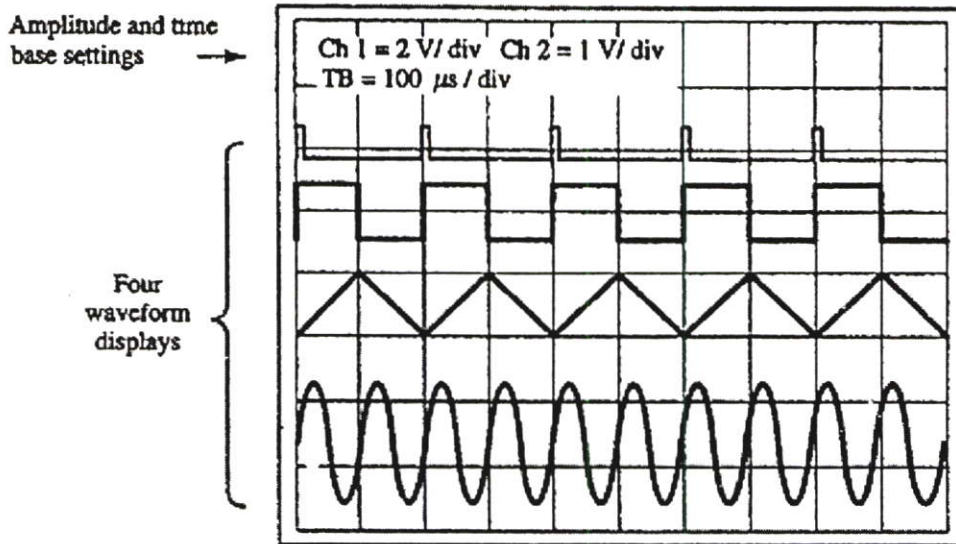
บล็อกไดอะแกรมของพื้นฐานของระบบการสุ่มและการจำสำหรับ DSO แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.7 วงจรกำเนิดฐานเวลาพัลส์ที่มีความถี่แปรปรวนที่ต้องการ แต่ละพัลส์จะเป็นการเปิดให้แอมพลิฟายเออร์และ ADC ทำงานในช่วงเวลาสั้นๆ แอมพลิฟายเออร์ทำให้เกิดแรงดันที่ต่อเนื่องกันของแรงดันแอนะล็อกที่ถูกสุ่มเข้ามา ดังรูป และ ADC จะทำการเปลี่ยนค่าแรงดันแอนะล็อกให้เป็นกลุ่มของพัลส์ กลุ่มของพัลส์จะผ่านเข้าสู่หน่วยความจำเพื่อทำการเก็บค่าต่อไป



รูปที่ 2.8 พื้นฐานของระบบ DSO สำหรับแสดงรูปคลื่นที่เก็บไว้

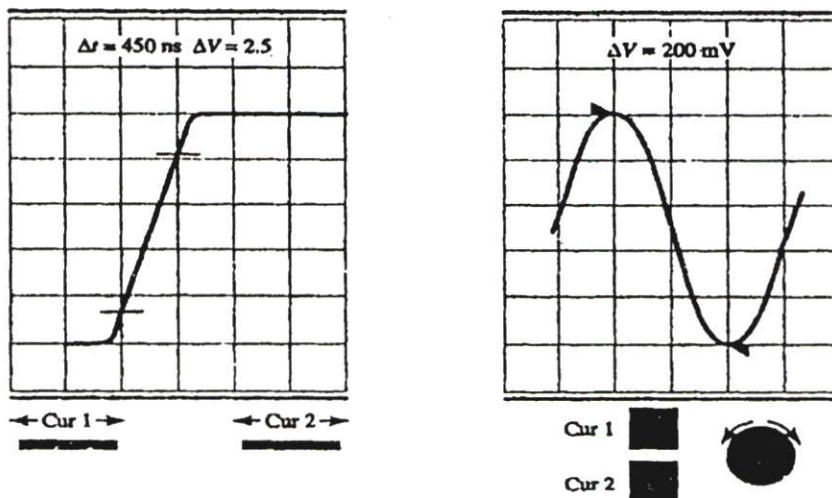
### 2.2.3 การประยุกต์ใช้งาน DSO

การตั้งค่าอัตโนมัติ (Autoset) ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป บางตัวจะมีการควบคุมทางแนวตั้ง (Volts/div) และแนวนอน (time/div) ซึ่งจะเหมือนกับแอนะล็อก ออสซิลโลสโคป ทั่วไป แต่ที่แตกต่างกันก็คือการเลือกค่าแบบอัตโนมัติเพื่อให้ขนาดความสูงของรูปคลื่นและการตั้งค่าเวลาที่ดีที่สุดสำหรับการแสดงรูปคลื่นบนจอสีกิน และการพิมพ์ค่าที่ตั้งไว้บนจอด้วยดังรูปที่ 2.9 ในกรณีนี้การเลือกแบบธรรมดาก็สามารถทำได้เช่นกัน เช่นเดียวกับ แอนะล็อก ออสซิลโลสโคป DSO โดยทั่วไปจะมีความสามารถในการแสดงรูปคลื่นได้อย่างน้อย 2 แชนแนล อย่างไรก็ตาม ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป สามารถแสดงรูปคลื่นได้ 4 แชนแนลหรือมากกว่าและบางครั้งสามารถแยกสัญญาณอินพุตได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 หน้าจอแสดงผลของ DSO แสดงรูปคลื่น 4 แชนแนล

โดยทั่วไปของ DSO จะบรรจุไปด้วย ดิจิตอล โวลท์มิเตอร์ เครื่องมือในการวัดความถี่แบบดิจิตอลและวงจรสำหรับการวัดคาบเวลา พร้อมทั้งพิมพ์ค่าที่วัดได้ลงบนจอสกรีนด้วย สำหรับการหาค่าที่ต้องการระหว่างจุด 2 จุด บนจอสกรีน เคอร์เซอร์ จะเป็นเส้นตัดกัน, หัวลูกศรหรือจุด ซึ่งสามารถเลื่อนไปมาได้รอบๆ โดยการควบคุมปุ่มที่ด้านหน้าปัทม์ของออสซิลโลสโคป การวัดแรงดัน คาบเวลาและความถี่ ค่าที่อ่านค่าได้จะมีค่าความถูกต้องและเที่ยงตรงกว่าแอนะล็อก ออสซิลโลสโคป DSO บางเครื่องสามารถที่จะทำการประมวลผลรูปคลื่นโดยไม่ต้องมีเคอร์เซอร์อ้างอิง ซึ่งสามารถวัดค่า  $V_{rms}$ ,  $V_{p-p}$ ,  $f$ ,  $T$ , ความกว้างของพัลส์, คิวตี้ไซเคิลและค่าอื่นๆอีก รวมทั้งการพิมพ์ค่าปริมาณที่วัดได้ต่างๆ ลงบนจอสกรีนได้ด้วย



รูปที่ 2.10 DSO ประมวลผลรูปคลื่นสำหรับหาค่า แรงดัน, ความถี่, ช่วงเวลาได้ขึ้น

## 2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (CBST)

คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เป็นกระบวนการนำเสนอที่มีคอมพิวเตอร์เป็นตัวในการนำเสนอเนื้อหา ข้อเสนอแนะ คำสั่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และสื่อต่างๆ กำกับการฝึกอบรมแทนครูฝึก ซึ่งเป็นศักยภาพสูงสุดของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบสื่อผสม (Multimedia) สามารถสร้างความน่าสนใจ สามารถดำเนินการให้เร็วหรือช้าได้ตามความพร้อมของผู้ฝึก รวมทั้งสามารถทำการทดสอบและประเมินผลการทดสอบได้ นอกจากนี้ยังเก็บผลการเรียนและใช้ผลการทดสอบภายหลังได้ด้วย ซึ่งนับว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ สามารถใช้ทดแทนครูฝึกได้และมีอิสระในการฝึกมากกว่าด้วย กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน ( 2543. 7-9)

การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในหน่วยงานฝึกอบรม ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในการฝึกอบรมในเนื้อหาที่ต้องการ และกระบวนการพัฒนาการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพ ในความเหมาะสมแต่ละหน่วยงานหรือองค์กรนั้นๆ ด้วยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ในการทำงานด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง ทำให้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างรวดเร็ว ไพโรจน์ ตรีชนานกุล (2543: 21-25) การใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยงานด้านการฝึกอบรม เป็นการนำคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอข้อมูลประกอบการฝึกทักษะ การปฏิบัติผู้เข้าระบบการฝึกความสามารถทำการฝึกกับคอมพิวเตอร์ได้โดยอิสระโดยไม่ต้องมีครูฝึกรูปแบบของโปรแกรมอาจอยู่ในรูปของ CD-ROM ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งเน้นการฝึกด้วยคอมพิวเตอร์จะมีอิสระในการฝึก ไม่มีขีดจำกัดของเวลา สามารถทบทวนความรู้ได้ตามความต้องการ

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ สามารถนำเสนอรูปแบบต่างๆ เช่น การนำเสนอ การสาธิต การจำลองสถานการณ์ การฝึกจากสภาพเกมสมมุติ (Game and Play Practice) การฝึกจากการทำแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติ การฝึกการค้นหาและแก้ปัญหา (Discovery and Problem Solving) เป็นต้น ด้วยความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน และจากคุณลักษณะของมัลติมีเดียทำให้ชุดฝึกคอมพิวเตอร์ สามารถพัฒนาการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและทดแทนครูฝึกได้สมบูรณ์ขึ้น นอกจากนั้นยังมีข้อได้เปรียบ คือสามารถฝึกอบรมได้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ รวมทั้งความเร็วในการฝึกสามารถจัดให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคลด้วย ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์จึงนิยมใช้ในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะในอเมริกามีองค์การฝึกความสามารถมากกว่าพันแห่งได้ให้การฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ทั้ง ณ ที่ศูนย์ฝึก และการฝึกผ่านทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต รวมทั้งการฝึกอิสระจาก CD-ROM ด้วย

### 2.3.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ ( 2541 : 52 ) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เป็นการสอนที่เน้นให้มีการฝึกหัดโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก โดยบทเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความสามารถ และทักษะ เพื่อนำทักษะที่ได้ไปปฏิบัติจริงได้ ความหมายโดยทั่วไปของระบบ CBST นั้นเป็นระบบซึ่งแต่ละสาขาวิชาจะถูกย่อยลงเป็นทักษะและความสามารถย่อยๆ ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติและมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนกับระบบการฝึกแบบปัจจุบันที่เน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับความรู้เพียงอย่างเดียวโดยสะท้อนผลจากคะแนนที่ได้รับและแบบทดสอบต่างๆ

การวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป โดยเน้นการฝึกความสามารถจนเกิดทักษะปฏิบัติมากกว่าการได้รับความรู้เพียงอย่างเดียว โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีลักษณะดังนี้คือ ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ (Knowledge) แสดงให้ผู้เรียนดู (Show) จากนั้นให้ผู้เรียนลงมือทำ (Do) แล้วทำการทดสอบ (Test) การใช้ CBST มาใช้ในการเรียนการสอนมีประโยชน์ที่สำคัญดังนี้

1. ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกเกิดความสามารถปฏิบัติงานได้ตามเกณฑ์จากการฝึกปฏิบัติ ในขณะที่เรียนบทเรียนแต่ละเรื่อง
2. ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้นอันก่อให้เกิดความสนใจ และกระตือรือร้นมากขึ้น
3. ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถ เลือกบทเรียน และวิธีการเรียนได้หลายรูปแบบ ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกไม่รู้สึกรำคาญ
4. ทำให้ไม่ต้องท่องจำสิ่งที่ไม่ควรจะต้องใช้ในการท่องจำ
5. ทำให้สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคน
6. ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีอิสระในการที่จะเรียน ไม่ต้องคอยเพื่อนร่วมชั้น และสามารถเรียนได้อย่างอิสระเมื่อต้องการ
7. ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถสรุปหลักการเพื่อหาสาระของบทเรียนได้สะดวกรวดเร็ว

### 2.3.2 คุณสมบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการเรียนการสอนด้วยตัวเองมากกว่าการเรียนการสอนแบบอื่น คุณสมบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีคุณสมบัติหลายประการดังนี้

1. สามารถนำเสนอเนื้อหาได้รวดเร็ว ในกรณีที่เป็นคอมพิวเตอร์เพียงกดแป้นพิมพ์ คีย์สแมส หรือสัมผัสหน้าจอภาพเท่านั้น
2. คอมพิวเตอร์สามารถเสนอรูปภาพที่เคลื่อนไหวได้ จะมีประโยชน์ต่อการนำเสนอเนื้อหาที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน
3. มีเสียงประกอบ ทำให้เกิดความน่าสนใจ
4. สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเนื้อหาได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า
5. ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างแท้จริง มีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เข้ารับการศึกษาได้ ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถควบคุมผู้เข้ารับการศึกษาหรือช่วยเหลือผู้เข้ารับการศึกษาได้ดี
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถบันทึกผล ประเมินผลการเรียนและผู้เรียนได้ สามารถเป็นผู้ประเมินผลตนเองได้อย่างรวดเร็ว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ จะทำให้เกิดทักษะความสามารถทางด้านการปฏิบัติ ในขณะที่เรียนบทเรียนแต่ละเรื่องสิ้นสุด จะต้องฝึกปฏิบัติไปด้วย เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกเกิดความสามารถ และพัฒนาทักษะ ผู้เข้ารับการฝึกจะผ่านการฝึกอบรมได้จะต้องผ่านการทำแบบทดสอบเพื่อประเมินผลความสามารถของตนเอง

### 2.3.3 ความสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนมากสามารถกล่าวเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้ ครรชิต มาลัยวงศ์ ( 2531 : 60 )

#### 2.3.3.1 ด้านการสอนของครู

- เป็นเครื่องมือที่ใช้สาธิตเรื่องที่ยาก
- มีบทบาทเป็นผู้ช่วยครูสามารถแบ่งเบาภาระครูผู้สอน สามารถนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอนซ้ำได้
- คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ ให้โอกาสในการสร้างสรรค์ และพัฒนา นวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับหลักสูตร
- สามารถให้ผู้เรียนและเตรียมความพร้อมต่อความก้าวหน้าทางวิชาการต่าง ๆ
- ช่วยส่งเสริมการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ประหยัดเวลา และฝึกความรับผิดชอบของผู้เรียน
- เป็นการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมทางการเรียนการสอนในยุคปัจจุบัน

#### 2.3.3.2 ด้านผู้เรียน

- ช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองและสามารถเรียนรู้วิชาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วหรือช้าตามความสามารถของตน

- ให้นี้อหาความรู้ที่เหมือนกันทุกครั้งแก่ผู้เรียนทุกคนได้รับความรู้ที่เท่าเทียมกันทุกครั้ง เพราะคอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างสม่ำเสมอ
- นักเรียนมีความสนใจ สนุกสนาน ตื่นเต้นกับการเรียนรู้ นักเรียนทำผิดซ้ำแล้วซ้ำอีกก็ครั้งก็ได้โดยไม่ต้องอายใครเพราะเรียนคนเดียว
- ช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียนเพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียน แต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม
- ทำให้ผู้เรียนสามารถสรุปการเรียนรู้ เนื้อหาของแต่ละบทเรียนได้สะดวกและรวดเร็ว
- คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ สามารถสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนเพราะเป็นสิ่งแปลกใหม่ บทเรียนมีหลายรูปแบบไม่ทำให้เกิดการเหนื่อยหน่าย

### 2.3.4 กระบวนการเรียนการสอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

หลักการเรียนการสอนเป็นพื้นฐานเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ขั้นตอนในการออกแบบต่อไปนี้ ซึ่งได้ประยุกต์มาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne ( สุกิริ รอดโพธิ์ทอง 2535 : 4-7 ) คือ

#### 2.3.4.1 ไร่้าความสนใจ

บทเรียนควรจะเริ่มต้นด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือประกอบกันหลาย ๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมาั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและนำสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาต่อไป การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ก็คือ การนำเสนอชื่อเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ชื่อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้ก็คือ การนำเสนอชื่อเรื่องนั้นควรออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ จึงควรคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

- ใช้กราฟิกส์ที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหาและกราฟิกส์นั้นควรมีขนาดใหญ่ ง่ายและไม่ซับซ้อน
- ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรือเทคนิคอื่น ๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพหรือกราฟิกส์ แต่ควรสั้นและง่าย
- ควรใช้สีเข้าช่วย โดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้มอื่น ๆ ที่ตัดกับสีพื้นอย่างชัดเจน
- ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิกส์
- กราฟิกส์ที่นำเสนอบนจอควรจะค้างบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นใดแป้นหนึ่ง
- กราฟิกส์นั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

#### 2.3.4.2 บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน

การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่วัตถุประสงค์ทั่วไปจนถึงการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นหลักการสำคัญอย่างหนึ่ง

ก็คือ ข้อความที่เสนอบนจอควรเป็นข้อความที่สั้นและได้ใจความและข้อความที่นำเสนอสมควรจะมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย ดังนั้นการบอกถึงวัตถุประสงค์ในบทเรียนจึงนิยมใช้ข้อความที่สั้นและโน้มน้าวผู้เรียน ส่วนจะเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไปหรือเชิงพฤติกรรมนั้น ขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้เขียนบทและเนื้อหาของบทเรียน แต่ส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมากกว่า เนื่องจากวัตถุประสงค์ชนิดนี้มีความชัดเจนในเนื้อหาสาระและเกณฑ์ในการวัดผล เหมาะกับเนื้อหาที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถจากการฝึกปฏิบัติ การบอกวัตถุประสงค์จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน คำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

- ใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย
- หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไป
- ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ในเนื้อหาแต่ละส่วน
- หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อย ๆ หลายบทเรียน หลังจากบอกวัตถุประสงค์กว้าง ๆ แล้ว ควรตามด้วยเมนูและหลังจากนั้นควรจะเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย
- เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกสิ่งง่าย ๆ เข้าช่วย เช่น กรอบลูกศรและรูปทรงเลขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ
- ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่าหลังจากเรียนแล้ว จะนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้อะไรได้บ้าง

#### 2.3.4.3 ทบทวนความรู้เดิม

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนเนื้อหาและแนวความคิดนั้น ๆ ผู้เรียนอาจไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อเป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน สำหรับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานมาแล้ว ยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนได้เรียนรู้อยู่แล้ว เพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย ในขั้นทบทวนความรู้เดิมนี้อาจไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อๆ กันไปตามลำดับ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพหรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิมมีดังนี้

- ไม่ควรคาดเดาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานมาก่อนศึกษาเนื้อหาใหม่ควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
- การทบทวนและทดสอบควรให้กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด
- ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือจากการทดสอบเพื่อการศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

- หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ผู้ออกแบบบทเรียน ควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับถึงสิ่งที่ได้ศึกษามาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์แล้ว

- อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นผู้เรียนย้อนคิดจะทำให้บทเรียนน่าสนใจขึ้น

#### 2.3.4.4 การเสนอเนื้อหาใหม่

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดที่สั้นง่ายและได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดเพียงอย่างเดียวโดยสรุปแล้วการเสนอเนื้อหาใหม่ให้น่าสนใจ ควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- ใช้ภาพประกอบการเสนอเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ เนื่องจากภาพสามารถสื่อความหมายได้ดีกว่าคำอธิบาย

- ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ควรใช้ตัวชี้แนะ (Cue) ในส่วนข้อความสำคัญ อาจจะเป็นการขีดเส้นใต้ การติกรอบกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สีเป็นต้น

- ไม่ควรใช้กราฟิกส์ที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

- ควรยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย

- หากเป็นจอสี ไม่ควรใช้เกิน 3 สี ในแต่ละเฟรม (รวมทั้งสีพื้น) ไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวหนังสือ

#### 2.3.4.5 ชี้นำแนวทางการเรียนรู้

ตามหลักการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน มีทฤษฎีได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำงัด (Meaningful Learning) นั้นทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือ การที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความเนื้อหาใหม่ บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้นหน้าที่ของผู้สร้างบทเรียนคือพยายามหาเทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ และยังต้องหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่นั้นมีความกระจำงัดมากขึ้น ขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบบทเรียนต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่าย และเป็นไปตามลำดับขั้น สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการชี้นำแนวทางการเรียนรู้ มีดังนี้

- แสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่า สิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

- แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้ หรือมีประสบการณ์มาแล้ว

- พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไปเพื่อช่วยอธิบายแนวความคิดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น

- ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง

- การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไม่เป็นนามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปเป็นรูปธรรม

- กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

#### 2.3.4.6 การกระตุ้นการตอบสนอง

ทฤษฎีการเรียนรู้ได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกันโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูลหากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่น ๆ เช่น วิตทัศน์ สไลด์ เทป ซึ่งมีข้อแนะนำดังนี้

- พยายามให้ผู้เรียนได้โต้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียน
- ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้น ๆ เพื่อเรียกความสนใจเป็นบางครั้ง บางคราวตามความเหมาะสม

- ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
- ถามคำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสม
- เร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม
- ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลาย ๆ คำตอบ ถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก

- หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ หลายครั้ง เมื่อทำผิดครั้งสองครั้ง ควรจะใช้การตรวจปรับ เปลี่ยนทำกิจกรรมอื่น ๆ ต่อไป เพื่อเป็นการใช้เวลาให้คุ้มค่า อีกทั้งเป็นการจัดความเบื่อหน่ายอีกด้วย

#### 2.3.4.7 การให้ข้อมูลย้อนกลับ

บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เข้ารับการศึกษา โดยการบอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน และให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การ Feedback จะเป็นภาพที่ช่วยเร้าความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

- ให้ Feedback ทันทีหลังจากผู้เรียนได้โต้ตอบ
- บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและ Feedback ในเฟรมเดียวกัน
- ถ้าใช้ภาพ Feedback ควรเป็นภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- อาจใช้เสียงที่แตกต่างกันสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบที่ผิด
- เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง

### 2.3.4.8 ทดสอบความรู้

บทเรียนคอมพิวเตอร์จักเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การทดสอบความรู้ใหม่ ซึ่งอาจเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือการทดสอบในช่วงท้ายบทเรียนหรือที่เรียกว่า Post Test ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองเพื่อเก็บคะแนน ข้อสอบจึงควรเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบความรู้หลังบทเรียน มีดังนี้

- ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- ข้อสอบ คำตอบ และ Feedback อยู่บนเฟรมเดียวกันและนำเสนอควรต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
- หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
- ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม ยกเว้นในหนึ่งคำถามมีคำตอบย่อยอยู่ด้วยให้แยกเป็นหลาย ๆ คำถาม
- ควรชี้แจงผู้เรียนด้วยว่าควรตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูกและกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น
- ต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วย
- ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าคำตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าตอบคำถามที่ต้องการเป็นตัวอักษร แต่ผู้เรียนพิมพ์ด้วยตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนบอกใหม่ ไม่ใช่บอกว่าตอบผิดเพียงเท่านั้นแล้วข้ามไปยังข้อถัดไป
- อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบบ้าง

### 2.3.4.9 การจำแนกและนำไปใช้

ในการเตรียมการสอนในชั้นเรียนปกติตามข้อเสนอแนะของ Gagne นั้น ขั้นสุดท้ายจะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนจะได้แนะนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจแนะนำศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในบทเรียน จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

- ควรบอกผู้เรียนว่าความรู้ใหม่ มีความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร
- ทบทวนแนวความคิดเพื่อเป็นการสรุปเนื้อหาบทเรียน
- นำเสนอสถานการณ์ที่ควรรู้ใหม่อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้
- บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

### 2.3.5 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การออกแบบระบบการสอน (Instructional Systems Design) ของกลุ่มที่ปรึกษาการออกแบบระบบการสอนจาก มหาวิทยาลัยยูทาห์ มลรัฐยูทาห์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการดำเนินการออกแบบระบบการสอน ที่สามารถตอบสนองความต้องการของแผนการพัฒนาประสิทธิภาพการศึกษาระดับวิชาชีพ ได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบและใช้หลักการและเหตุผลของระบบการฝึกอบรม (คู่มือพัฒนาชุดฝึก CBST กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม : 22 ) ซึ่งเรียกว่า โครงการพัฒนาฝีมือแรงงานไทย (Thai Skill Development Project) ในโครงการเงินกู้ของธนาคารพัฒนาแห่งชาติเอเชีย (ADB) ของกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน ได้ขั้นตอนการออกแบบระบบการสอนดังรูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบโครงสร้างการออกแบบระบบการสอนวิชาชีพ

ขั้นตอนการออกแบบระบบการสอนวิชาชีพ (The Professional Practice of Instructional Systems Design Steps) แบ่งออกเป็น 15 ขั้นตอนดังนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดคุณสมบัติผู้เข้ารับการฝึก

ก่อนที่จะพัฒนาชุดการฝึกของระบบ CBST ผู้ที่ทำการพัฒนาจะต้องทราบถึงลักษณะเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึกเป็นสำคัญแล้วใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับการออกแบบ / พัฒนา โดยพยายามเก็บข้อมูลให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ได้แก่

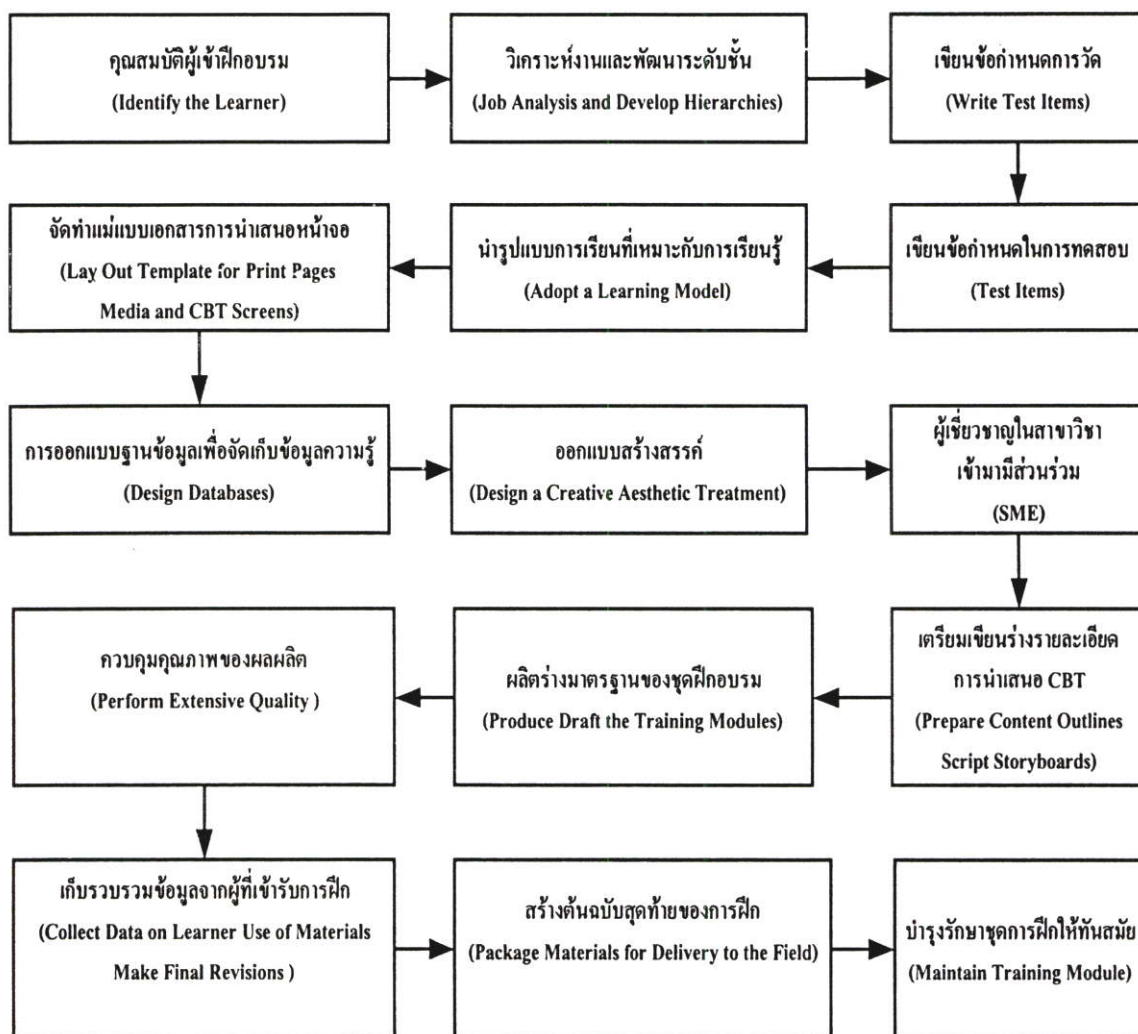
- อายุ, เพศ, ประสบการณ์, ระดับการศึกษา
- ระบุพฤติกรรมของผู้รับการฝึก เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์, การอ่าน ฯลฯ
- ความรู้พื้นฐานทางช่าง (Technical Literacy)

ขนบธรรมเนียม วัฒนธรรมของผู้เข้ารับการฝึก

#### ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์งานและการพัฒนาระดับขั้นของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ในการทำความเข้าใจระบบ CBST จะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนคือ

1. วิเคราะห์และย่อยเนื้อหาของหลักสูตรออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ ในลักษณะของรายการความสามารถที่ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องแสดงและทำให้ได้โดยประจักษ์ตรงตามทักษะที่ตนเองต้องการจะฝึกและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด
2. การสร้างอุปกรณ์การฝึกอบรมให้เหมาะสมกับรายการความสามารถ เพื่อใช้ในการฝึกอบรม ขั้นตอนนี้จะมีส่วนสำคัญมาก เพราะการออกแบบสื่อการสอนที่ดี จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความสนใจที่จะฝึก



รูปที่ 2.11 แสดงรูปแบบโครงสร้างการออกแบบระบบการสอนวิชาชีพ

### ขั้นตอนที่ 3 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึก

1. การเขียนวัตถุประสงค์ของการฝึกว่าผู้เข้ารับการฝึกนั้นจะสามารถเรียนรู้และทำอะไรได้บ้าง ผู้ที่มีหน้าที่จัดทำชุดฝึกควรจะเขียนวัตถุประสงค์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่จะต้องกระทำและวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้องกันในเรื่องของอารมณ์ความรู้สึก โดยคิดว่าอารมณ์ความรู้สึกนั้นมีส่วนสำคัญมากต่อการเรียนรู้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- 1.1 ผู้เรียน / ผู้ที่จะเข้ารับการฝึก กำหนดกลุ่มเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึก
- 1.2 พฤติกรรมการระบุพฤติกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึกควรมีหลังจากที่สำเร็จการฝึกโมดูลแล้ว การระบุควรทำโดยใช้คำที่แสดงถึงกิริยาที่เหมาะสม
- 1.3 เงื่อนไขสำหรับประเมินผลระบุเงื่อนไขที่ใช้ในการประเมินผลของผู้ที่เข้ารับการฝึก

- 1.4 ระดับชั้น ผลการปฏิบัติการของผู้เข้ารับการฝึกจะผ่านเกณฑ์ที่ใช้ได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นข้อความที่แสดงถึงระดับชั้นจะต้องระบุจำนวนและคุณภาพของงานที่ฝึกด้วย
  2. เขียนวัตถุประสงค์หลักและวัตถุประสงค์สุดท้ายที่จะจัดกลุ่มความสามารถย่อยต่างๆ เข้าด้วยกัน
  3. ขอบเขตของการเรียนรู้ ของวัตถุประสงค์แต่ละข้อ ควรได้รับการระบุไปพร้อมๆกัน ทักษะพื้นฐานต่างๆ ที่ผู้เข้ารับการฝึกจำเป็นต้องทำสำเร็จก่อน เพื่อที่จะทำการสาธิตความสามารถย่อยต่างๆ
  4. วัตถุประสงค์สามารถได้รับการระบุโดยสองวิธีดังต่อไปนี้
    - 4.1 ระบุถึงชนิดของวัตถุประสงค์โดยเรียงขึ้นไปตามลำดับที่สำคัญขึ้นไป เช่นทักษะการใช้ภาษา
    - 4.2 ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ เช่นความรู้ความเข้าใจหรือการนำมาปฏิบัติ
- ขั้นตอนที่ 4 จัดทำข้อสอบเพื่อวัดระดับความสำเร็จและความสามารถของผู้เข้ารับการฝึก สำหรับวัตถุประสงค์หลัก และวัตถุประสงค์สุดท้าย**

การวัดผลความสามารถของผู้เข้ารับการฝึก เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดของระบบการฝึกแบบอิงเกณฑ์ ระบบ CBST ที่ดีที่สุดมีการจัดสร้างศูนย์รวมของข้อสอบซึ่งข้อสอบแต่ละข้อโยงเข้ากับวัตถุประสงค์การปฏิบัติการหรือเชิงพฤติกรรม บ่อยครั้งที่วัตถุประสงค์ปฏิบัติการหนึ่งจะมีข้อสอบที่เกี่ยวข้องหลายๆข้อ ถึงแม้ว่าจะใช้ค่าต่างกัน แต่ว่าเป็นความจริงก็วัดพฤติกรรมเดียวกัน คำถามเหล่านี้สามารถนำมาผสมกัน เพื่อสร้างแบบทดสอบ ก่อนการฝึกชุดต่างกันหลายๆชุดก็ยังสามารถนำมาสร้างแบบฝึกหัดหรือข้อสอบวัดผลหลังการฝึกได้ด้วย

1. ตัววัดผลเชิงพฤติกรรมหรือ การปฏิบัติการต้องได้รับการระบุและแสดงเป็นรายลักษณะอักษร เพื่อที่จะสร้างมาตรฐานการปฏิบัติ สำหรับวัตถุประสงค์หลักต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเข้ารับการฝึกแบบทดสอบหลังการฝึกตาม โมเดลนั้นๆ ได้อีกด้วย
  2. ท่านต้องจัดทำแบบทดสอบซึ่งจำลองเอาตัวอย่างของการปฏิบัติหลังฝึกสำเร็จที่เกี่ยวข้องทุก ๆ กลุ่มงานย่อย
  3. การเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือ การปฏิบัติการและข้อความที่ใช้ในการอธิบายวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องทำให้สังเกตเห็นถึงความเกี่ยวข้องกัน
  4. จัดส่งแบบทดสอบสำหรับโมเดล โดยรายงานไว้ในรายงานการออกแบบขั้นสูง
- ขั้นตอนที่ 5 ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้เข้ารับการฝึก**

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายข้อได้ถูกนำมาใช้โดยการนำเอาแบบจำลองการเรียนรู้ที่นำเสนอหัวข้อการเรียนรู้ จากง่ายไปหายาก แบบจำลองนี้วางจรรยาและครูฝึกหรือผู้เข้ารับการฝึกสามารถถอนจาก

ความรู้ระดับต่างไปสู่ระดับบน โดย ผ่านขั้นตอนต่างๆของชุดฝึกหลายครั้งขณะฝึก คำสั่งของการเริ่มปฏิบัติใหม่ในแต่ละครั้งควรผ่าน 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 1. การเรียนรู้

ในขั้นตอนแรกของรูปแบบชุดการฝึก ควรจะให้ครูฝึกหรือใช้โปรแกรมการเรียนรู้ด้วยตัวเองสอนข้อมูลหรือหลักการที่สำคัญก่อน ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญ เช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐานซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานก่อนที่จะสามารถก้าวขึ้นไปเรียนรู้ทักษะขั้นสูงขึ้นไป ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องเรียนรู้และสามารถใช้คำศัพท์เฉพาะได้อย่างถูกต้องและมีความคิดพื้นฐานที่ถูกต้องในการกล่าวถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

### 2. แสดง

ครูฝึกหรือโปรแกรม CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจข้อมูลที่ได้ทำการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นโดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสม หรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่าง การแสดงตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ในระยะยาว หากว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ ๆ เข้ากับสิ่งที่คุ้นเคยหรือสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วก็จะจดจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

### 3. ปฏิบัติ

ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูฝึกหรือสื่อการสอนระบบ CBST หยุดทำการสอนหากแต่ให้ ผู้เข้ารับการฝึกควบคุมตัวเอง ภาคปฏิบัติเป็นส่วนของการฝึกหัดทำซึ่งจะให้ผู้รับการฝึกนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้น การแก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในภาคปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติที่ได้ตั้งไว้จะต้องถูกนำมาปฏิบัติขณะที่ครูฝึก ทำการสังเกตการณ์ว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามที่กำหนดหรือไม่

### 4. ทบทวน

การทบทวนจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติของเขา ระหว่างการฝึกปฏิบัติผู้เข้ารับการฝึกจะรู้ว่าการปฏิบัติของเขาช่วงใดกระทำได้ อย่างถูกต้องและช่วงใดที่จะต้องได้รับการปรับปรุงการที่ได้นำทักษะต่าง ๆ มาปฏิบัติจริงและได้รับผลตอบสนองของการปฏิบัตินั้น ๆ ในทันทีจะสามารถช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดีได้ หลังจากที่ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ผลตอบสนองแล้ว ควรให้มีการปฏิบัติทักษะนั้น ๆ ซ้ำจนกว่าจะทำได้ถูกต้องทั้งหมดและมีความมั่นใจในตัวเอง

### 5. ผ่าน

โปรแกรมการพัฒนาฝีมือแรงงานหลายโปรแกรมจำเป็นต้องมีการทดสอบและออกวุฒิบัตรผู้เข้ารับการฝึกต้องสามารถแสดงการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ อย่างถูกต้องโดยไม่มีครูฝึกคอยแนะนำการผ่านหลักสูตรเป็นขั้นตอนสุดท้ายของ โมเดลการเรียนรู้ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกจะได้รับแบบทดสอบการปฏิบัติการและรับวุฒิบัตรว่าสามารถ แสดงถึงทักษะได้อย่างถูกต้องแล้วหากว่าผู้เข้ารับ

การฝึกไม่สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐานที่วางไว้เขาจะต้องกลับไปสู่วงจรการฝึกหรือสื่อการเรียนต่าง ๆ เพื่อศึกษาให้มากขึ้นเพื่อที่จะเตรียมตัวสอบการปฏิบัติให้ผ่านอีกครั้งหนึ่ง

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการวิจัย การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป มาจากการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึกในการจำลองรูปแบบการเรียนรู้กับการพัฒนาชุดการฝึก ทั้ง 5 ขั้นตอนที่กล่าวมา

**ขั้นตอนที่ 6** รูปแบบของการจัดวางหน้ากระดาษ สื่อการนำเสนอและหน้าจอของโมดูล CBT การออกแบบและการจัดหน้ากระดาษควรมีขั้นตอนสองส่วนด้วยกันคือ

1. ภาคการออกแบบ (Design) ในการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึก ขั้นตอนที่ 1-5 ถือได้ว่าเป็นภาคการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึก เป็นข้อมูลที่จะถูกรวบรวมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การออกแบบระบบการสอน

2. ภาคพัฒนา (Development) จากขั้นตอนที่ 6-15 ในการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึก เป็นภาคการพัฒนาการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึก เป็นข้อมูลที่จะถูกรวบรวมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบระบบการสอน จะถูกพัฒนาให้ออกเป็นชุดการฝึก การเรียนตามหลักการสำหรับ รูปแบบของหน้าจอ (CBT Screen Design) จะต้องถูกสร้างขึ้นตามหลักการดังนี้

1. จุดเน้นของความคิดรวบยอด (Focus on Key Concept) แนวความคิดของการออกแบบอยู่บนพื้นฐานการเรียนรู้ ออกแบบให้ได้จุดเน้นของแต่ละสาขาวิชาชีพ
2. ทุกอย่างจะต้องเป็นเหตุเป็นผลกัน (Logical) การออกแบบจะต้องชัดเจนมีแรงจูงใจในการอ่านนำติดตามตั้งแต่ต้นจนจบ
3. ความสอดคล้องถูกต้อง (Consistency) ของเนื้อหาสาระในการให้ความรู้ถูกต้องคงเส้นคงวาตามหลักการเรียนรู้
4. อ่าน ฟัง ดู ง่าย (Easy to Watch, to Read and to Listen) การให้เนื้อหาที่ชัดเจนอ่านง่าย ขนาดของตัวอักษรชัดหลักในการมองเห็น
5. ง่ายต่อการติดตาม (Navigator) มีเครื่องหมายทางหรือบอกทางที่ง่ายและชัดเจน
6. ภาพประกอบ (Illustration) ภาพประกอบที่เป็นภาพถ่าย ภาพลายเส้นจะต้องถูกต้องเนื้อหาสาระและใช้มืออาชีพถ่ายทำหรือสร้างจากคอมพิวเตอร์
7. มีการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ใช้การตอบสนองการเรียนรู้ของกลุ่มผู้รับการฝึกและการเรียนแบบสองทางออกแบบให้ได้ตอบกันกับสื่อสิ่งพิมพ์
8. การทดสอบและผลการตอบสนอง (Testing and Feedback) จะต้องมียระบบทดสอบที่เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันทั้งระบบ
9. การจัดการกับฐานข้อมูล (Databases Management) ฐานข้อมูลเป็นส่วนเก็บข้อมูลทุก ๆ ด้านของระบบการฝึก CBST

10. ฉากหลัง (Backgrounds) จะถูกออกแบบโดยมีอาชีพให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาชีพนั้น ๆ

11. ความสุนทรีย์ (Aesthetic Treatment) จะต้องมีความงดงามตามความเหมาะสมในหลักการออกแบบในเรื่องของความงามที่ผู้รับการฝึก การเรียนพอใจและกระตุ้นให้ต้องการที่จะรับการฝึก

12. การให้เสียงบรรยาย (Narration) จะต้องจัดหาผู้ที่มีความสามารถในการบรรยายที่เป็นมืออาชีพให้เสียงที่ชัดเจนเหมาะกับวิชาชีพนั้น ๆ

13. เสียงดนตรี (Music) ประกอบเหมาะกันเนื้อหาสาระและได้เอกลักษณ์ของวิชาชีพนั้น ๆ

### ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้

ทุกวันนี้เราอยู่ในยุคของโลกดิจิทัล ศตวรรษหน้าจะเป็นช่วงที่การค้าการสื่อสารและการฝึกอบรมจะถูกบรรจุในอินเทอร์เน็ต แหล่งการฝึกต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นและจัดเก็บเป็นข้อมูลตัวเลขและเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อให้ใช้ง่าย โมดูลที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการฝึกก็ต้องตอบสนองกับความต้องการนี้ด้วย ระหว่างที่ออกแบบหลักสูตรการฝึกควรจัดระบบให้ดี เพื่อที่จะโยงข้อมูลต่าง ๆ เข้าหากันและจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ หลาย ๆ คำที่เขียนขึ้นในช่างออกแบบสามารถนำมาใช้ซ้ำ ๆ ระหว่างการพัฒนาและภาพเคลื่อนไหว กราฟฟิกส์และเสียงต่าง ๆ ควรถูกจัดเก็บลงในคอมพิวเตอร์ให้ดียิ่งขึ้น

### ขั้นตอนที่ 8 ควรออกแบบ โมดูลให้สร้างสรรค์และสวยงาม

การสร้างชุดฝึกยังไม่เป็นการเพียงพอ การพัฒนาชุดฝึกให้มีความสวยงามก็มีความสำคัญเช่นกัน เราควรที่จะเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบที่จำเจและใช้ความคิดสร้างสรรค์ ในการสร้างโมดูลพยายามให้ลักษณะนิสัยของผู้รับการฝึกเข้ามามีส่วนร่วม ในการพัฒนาสถานการณ์ที่น่าสนใจ ในบางครั้งก็สามารถใช้วิดีโอของตัวแทนหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีอำนาจหน้าที่ ในการนำเสนอหลักสูตร หลายครั้งที่การเปลี่ยนแปลงจะต้องใช้คำเฉพาะ กราฟฟิกส์ และสีสรรต่าง ๆ เพราะฉะนั้นจึงควรพยายามหาวิธีการที่น่าสนใจ เพื่อช่วยให้ผู้รับการฝึกเรียนรู้ทักษะที่ถูกสอน ควรให้ผู้รับการฝึกมีส่วนร่วมในสิ่งที่น่าสนใจและน่าจดจำบ่อย ๆ วัตถุประสงค์อย่างหนึ่งของการสร้างหลักสูตรคือการก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ของสื่อกับผู้ให้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 9 ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมหรือใช้หลักสูตรที่มีอยู่แล้วในการสร้างหลักสูตรเพื่อการถ่ายทอดจุดประสงค์การปฏิบัติการหรือความสามารถย่อย

ผู้ออกแบบหลักสูตรอาจไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ เพราะฉะนั้น ขั้นตอนที่ 8 ควรแล้วเสร็จพร้อมกับขั้นตอนที่ 9 และอาจเป็นประโยชน์ที่จะร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น (Subject Matter Expert : SME) ในการเรียนหลักสูตรที่ละหน้า ในการสร้างโมดูลท่านต้องทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อที่จะนำเสนอหลักสูตรที่มีความแม่นยำผู้เชี่ยวชาญจะรู้ว่า สิ่งใดจะต้องได้รับการเรียนรู้ และท่านต้องจัดทำกราฟิกในลักษณะที่ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ได้ หน้าที่

ของท่านคือ ตัดสินใจว่า จะนำเสนอหลักสูตรในรูปแบบใด และทดสอบผลลัพธ์อย่างไร โดยร่วมกับผู้ที่เชี่ยวชาญท่านสามารถพัฒนาการนำเสนอหลักสูตรที่น่าสนใจ มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และแม่นยำได้ หากแต่ถ้าควรจะมีการคาดการณ์ถึงองค์ประกอบ โมดูลการฝึก ซึ่งอาจจะล้ำสมัย หรือจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง

**ขั้นตอนที่ 10 การจัดทำแบบร่างของโปรแกรมการฝึก : สิ่งพิมพ์, สื่อนำเสนอ หรือบนแบบหน้าจอคอมพิวเตอร์ของ CBT โมดูล**

1. การจัดทำเอกสารการฝึกระบบ CBST และสื่อนำเสนอ ในขั้นตอนนี้ ซึ่งเป็นขั้นตอนของการออกแบบการฝึก ผู้จัดทำออกแบบองค์ประกอบทั้งหมดของเอกสารการฝึก ที่จะต้องได้รับการพัฒนาขึ้น ซึ่งรวมถึง คู่มือการฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก เอกสารทดสอบ วัสดุนำเสนอและตารางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึก

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

3. การจัดทำวัสดุการฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งนำสื่อประสมเข้ามาร่วมในการนำเสนอการฝึกในระบบ CBST จะต้องนำมาใส่ในโปรแกรมการฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ เนื้อหาและการดำเนินเรื่องสำหรับโมดูล หรือหลักสูตรจะต้องได้รับการพัฒนาขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่จะต้องออกแบบเนื้อหาและตรรกะของโปรแกรม เขียนคำบรรยายที่จะนำไปอัดเป็นเสียงพูดและคำบรรยายที่นำมาเป็นเนื้อหาบนจอ ควรระบุรูปจำลอง กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรือวิดีโอที่จะปรากฏขึ้นบนจอ สดท้ายจึงเชื่อมโยงแต่ละหน้าบนจอเข้าด้วยกันตามลำดับ แล้วจึงนำการปฏิบัติสัมพันธ์กับผู้เข้ามาใส่เข้าไป เพิ่มข้อสอบต่างๆ และเขียนขั้นตอนการตอบสนองที่ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ว่าปฏิบัติได้ดีแค่ไหน ในขั้นตอนต่อไปนี้ องค์ประกอบของการออกแบบจะต้องอยู่บนกระดาษในรูปแบบของแบบร่างก่อนที่จะเป็นการผลิตจริง แผ่นร่างนี้จะต้องได้รับการทบทวนและแก้ไข หากว่าการเปลี่ยนแปลงใดๆที่จำเป็นควรจะต้องแจ้งในกระดาษร่างเลข ขั้นตอนนี้ทำให้การเปลี่ยนแปลงง่ายและไม่สิ้นเปลือง เพราะการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นกับคำที่เขียนลงเท่านั้น โดยไม่มีการแก้ไขสิ่งที่พิมพ์ไปแล้ว หรือวิดีโอ หรือรูปภาพที่ได้ถูกถ่ายทำไปแล้ว จะทำการผลิตจริงก็ต่อเมื่อได้รับการตรวจสอบและยอมรับแล้ว

**ขั้นตอนที่ 11 จัดทำแบบร่างโมดูลชุดฝึกในรูปแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกและโครงการ**

ควรทำแบบจำลองของโมดูลชุดฝึกให้เสร็จสิ้นเสียก่อน แผ่นร่างของวัสดุการฝึกคือผลผลิตที่สำเร็จ สามารถปฏิบัติได้ และมีรูปแบบเป็นทางการ แต่อาจจะยังไม่ได้รับการขัดเกลาเพียงพอและอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูลนี้ ต้องได้รับการนำเสนอ และจะทำให้เสร็จสิ้น ไม่ควรที่จะมีเนื้อหาสำคัญที่หายไป ในกรณีของชุดฝึกที่ใช้คอมพิวเตอร์ (CBT)

โปรแกรมต่าง ๆ ต้องสามารถทำงานได้เต็มที่ และไม่ควรจะมีไวรัสคอมพิวเตอร์ (bug free) ใด ๆ ที่ จะก่อให้เกิดปัญหาให้กับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะไม่มีความรู้ในด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน

### **ขั้นตอนที่ 12 การควบคุมคุณภาพของชุดฝึก**

การประเมินผลไม่ใช่การกระทำที่จะเกิดขึ้นครั้งเดียวจบ แต่ควรจะมาจากการวางแผนที่ดีและมีระบบ เพื่อที่จะตรวจสอบทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูล ท่านจะต้องให้เวลากับบุคลากร นอกเหนือจากผู้ออกแบบ หรือผู้เขียนที่จะตรวจสอบทุก ๆ หน้ากระดาษ หรือจอภาพของโปรแกรม เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือใจความที่ขาดหายไปอย่างเพียงพอ ไม่เช่นนั้นแล้วชุดฝึกอาจไม่ดีพอ ท่านอาจต้องการจำลองการใช้ชุดฝึกจริงของผู้เข้ารับการศึกษา โดยทำตามคำสั่งต่าง ๆ ในโมดูลทุก ๆ สาขาของโปรแกรมและควรมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ที่ดีหรือไม่เพื่อที่จะรับรองได้ว่าผู้เข้ารับการศึกษาจะสามารถใช้ชุดฝึกได้ดีในทุก ๆ กรณี ยิ่งแบบร่างชุดฝึก ก่อนการทดสอบใกล้เคียงกับผลสำเร็จสุดท้ายของชุดฝึกจริงมากเท่าไร ผลตอบสนองที่จะได้จากการทดสอบก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น หลังจากนั้นควรส่งโปรแกรมให้กับผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ ตรวจสอบ และยอมรับเสียก่อน เพื่อไม่ให้เกิดการฝึกที่ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์หรือข้อมูลที่ผิดพลาด

### **ขั้นตอนที่ 13 จัดเก็บข้อมูลการใช้ชุดฝึกจำลองของผู้เข้ารับการศึกษา และผลการปฏิบัติ โดยเทียบกับวัตถุประสงค์การปฏิบัติการเพื่อจัดทำารแก้ไขปรับปรุงชุดฝึก และจัดทำแบบร่างสุดท้าย**

ทำการทดสอบโมดูลกับตัวแทนกลุ่มผู้เข้ารับการศึกษาเพื่อหาข้อผิดพลาดและดูว่าโมดูลใช้งานได้ดีแค่ไหนในระบบการศึกษา ควรจะมีการจัดให้มีเจ้าหน้าที่ทำการสังเกตการระหว่างทดลองและเจ้าหน้าที่เหล่านี้ ควรมีอิสระในการหาความไม่ต่อความไม่ต่อเนื่องของชุดฝึกหรือความผิดพลาดของข้อมูลเจ้าหน้าที่ควรตั้งใจสังเกตการณ์ เพื่อที่จะระบุได้ว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ บ้างในการที่จะจัดทำแบบร่างสุดท้ายที่มีคุณภาพ แบบประเมินผลควรได้รับการจัดส่งไปพร้อม ๆ กับชุดทดลองฝึกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ผลลัพธ์ของข้อสอบท้ายหลักสูตรควรได้รับการบันทึกไว้ด้วยประสิทธิภาพของชุดฝึกจะต้องได้รับการทดสอบเพื่อหาว่ามีส่วนใดซึ่งยังไม่ดีพอหรืออาจทำให้ผู้เข้ารับการศึกษาสับสนได้ มีแบบทดสอบใดหรือไม่ที่ไม่มีความเป็นกลาง สับสนหรือผิดพลาด แบบการประเมินผลนี้จะสามารถให้ข้อมูลในการที่จะปรับปรุงชุดฝึกและจัดทำแบบร่างสุดท้ายข้อมูลที่ได้จากโครงการนำร่องนี้ไม่ได้ถูกตั้งเป้าหมายให้นำมาใช้ในการวิเคราะห์สถิติ หากแต่จะใช้สำหรับการปรับปรุงแก้ไขเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงไม่ควรจะกังวลเกี่ยวกับขนาดของชุดฝึกทดลอง เพราะข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จะได้จากตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายตามตัวอย่างแบบประเมินผล ดังต่อไปนี้

### **ขั้นตอนที่ 14 จัดทำแบบร่างสุดท้ายของโมดูล ชุดฝึกและจัดเข้ารูปเล่มเพื่อการใช้งานจริง**

หลังจากได้ข้อมูลของการทดลองชุดฝึกข้อมูลนั้นๆควรได้รับการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง และ โมดูลหรือหลักสูตรต้องได้รับการปรับปรุง หากว่าท่านได้ทำตามขั้นตอนการออกแบบระบบ การสอนอย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะขั้นตอนที่ 11 และ 12 การปรับปรุงแก้ไขควรเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย

น้อย ไม่ควรมีสิ่งที่น่าประหลาดใจใดๆ เกิดขึ้นในการจัดทำแบบร่างสุดท้ายนี้ เพราะเหตุว่าสิ่งเหล่านี้ นั้นควรได้รับการคาดการณ์และแก้ไขไว้ก่อนแล้ว

หลังจากที่การปรับปรุงแก้ไขได้ดำเนินการเสร็จแล้ว โมดูลชุดฝึกก็พร้อมที่จะได้รับการจัดเข้า รูปเล่มและแจกจ่ายเพื่อใช้งาน เป็นสิ่งสำคัญที่จะจัดให้การเข้ารูปเล่มมีความดึงดูดผู้ใช้และใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับชุดฝึกระบบ CBST ควรจะมีคู่มือครูฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก ชุดทดสอบ ซึ่งรวมด้วยข้อสอบและคำตอบ และชุดวัสดุนำเสนอ ท่านควรระวังไม่ให้ชุดย่อยต่าง ๆ ควรถูกจัด รวมให้เป็นชุดเดียวกันภายในห่อ วัสดุ ก่อ่ง หรือแฟ้ม ควรจัดให้แต่ละชุดมีความสร้างสรรค์ดึงดูด ใจและพร้อมแจกจ่ายได้ในทันที ที่ อยู่ เบอร์โทรศัพท์และที่อยู่ของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ควรได้ รับการพิมพ์ไว้บนชุดฝึกนั้น ๆ ด้วย เพื่อให้ง่ายต่อการส่งชุดฝึกเพิ่มหรือเพื่อติดต่อในการซักถามเพิ่ม เต็ม

### ขั้นตอนที่ 15 การจัดให้ชุดฝึกทันสมัยอยู่เสมอ ใช้งานได้และมีประสิทธิภาพในการฝึก

ท่านควรจะทำวัสดุที่ง่ายต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและทำให้ทันสมัยด้วยตัวเองและโดยผู้ ใช้งาน ท่านควรปกป้องการลงทุนที่ใช้ไปกับการผลิต โมดูลชุดฝึก โดยการวางแผนเพื่อรักษาชุดฝึกเหล่านี้ ให้ทันสมัย การปรับปรุงให้ทันสมัยอย่างสม่ำเสมอและการจัดตารางการบำรุงรักษาข้อมูลจะ ช่วยให้ระยะเวลาการใช้งานของวัสดุเพิ่มขึ้นอีกไม่น้อยกว่า 10 ปี การละเลยการบำรุงรักษา โปรแกรมจะทำให้โปรแกรมล้าสมัยภายในไม่กี่ปี

ขั้นตอนการออกแบบการสอนที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น ผู้วิจัยได้นำไปประยุกต์ใช้พัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสวิตช์โคป เช่น ระบุคุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติ เขียนวัตถุประสงค์การดำเนินงานเพื่อเป็นมาตรฐาน การวัด เขียนมาตรฐานความรู้เพื่อวัดผลจากการฝึกปฏิบัติ พัฒนาแผนที่สร้างสรรค์ และทำให้เกิด ความสวยงามเกี่ยวกับการออกแบบหน้าจอ CBT และการสร้างต้นฉบับสุดท้ายของการฝึกปฏิบัติ

## 2.4 การวัดและการประเมินผลการศึกษา

### 2.4.1 ความหมายของการวัดผลและการประเมินผลการศึกษา

กังกัล เทียนกัมภ์เทศน์ (2540 : 15-16) การวัดหมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขให้แก่สิ่ง ใดสิ่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์ให้เห็นความแตกต่างของคุณสมบัติที่มีอยู่ในวัตถุหรือในบุคคลที่เรา ประสงค์จะวัด ถ้าคุณสมบัติที่จะวัดนั้นได้มีการให้คำจำกัดความชัดเจนเพียงพอที่จะสังเกตความ แตกต่างได้ และคุณสมบัตินั้นจะต้องเป็นคุณสมบัติที่วัดได้ อีกนัยหนึ่ง การวัด หมายถึง การดำเนินการอย่างมีวิธีการ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณทางด้านคุณภาพของสิ่งของหรือบุคคล และอธิบายในรูป ของปริมาณ (Quantitative Team) ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความหนา ความลึก จำนวนหน่วย

อายุการใช้งาน เจตคติ วุฒิภาวะทางอารมณ์ ความฉลาด เป็นต้น จะวัดสิ่งใดจะต้องมีวิธีการที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด และตามวัตถุประสงค์ที่จะวัดด้วย

สมนึก กัททิยธนี (2541 : 1-3 ) ได้ให้ความหมายของการวัดผล (Measurement ) หมายถึง กระบวนการหาปริมาณ หรือจำนวนของสิ่งของต่างๆ โดยใช้เครื่องมือ อย่างใดอย่างหนึ่งมาวัด ผลจากการวัดมักออกมาเป็นตัวเลข หรือสัญลักษณ์ หรือข้อมูล เช่น วัดอุณหภูมิตั้งแต่ 2 ก.ก. (เครื่องมือคือ เครื่องชั่ง) ถ้าครูซักถามนักเรียนแต่ละคนเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว ก็เป็นการวัดผล ซึ่งเรียกเครื่องมือชนิดนี้ว่า การสัมภาษณ์ หรือถ้าครูเห็นว่าการสัมภาษณ์เป็นการสิ้นเปลืองเวลา อาจจะสร้างแบบฟอร์มแล้วแจกให้นักเรียนทำการกรอกข้อมูลตามที่ครูต้องการ ก็เป็นการวัดผล ซึ่งเรียกเครื่องมือชนิดนี้ว่า แบบสอบถาม

จากความหมายข้างต้น การวัดผล หมายถึง กระบวนการเชิงปริมาณในการกำหนดค่าตัวเลข หรือสัญลักษณ์ที่มีความหมายแทนคุณลักษณะของสิ่งที่วัด โดยอาศัยกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

แบบทดสอบ (Test) หมายถึง แบบ (Form) หรือเครื่องมือ (Tool) หรือกระบวนการสำหรับวัดผลความสามารถ ความสัมฤทธิ์ หรือความสนใจของบุคคลที่แสดงออกมา แบบทดสอบนี้ใช้วัดสิ่งที่เราไม่สามารถวัดโดยตรงได้ ซึ่งจะวัดได้ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นแสดงผลหรือกระทำออกมา ก่อน เช่น จะวัดความสามารถทางปัญญา ก็ให้ยื่นทำข้อสอบ เป็นต้น แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลการศึกษา แยกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-Mode Test) เป็นแบบทดสอบที่พบอยู่โดยทั่วไป และเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้กับนักเรียนของตนเอง ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- เหมาะสมกับหน่วยของการสอนที่ครูกำหนดเนื้อหา และระดับความยากง่าย
- ในการสร้างแบบทดสอบนั้น วิธีการ เครื่องมือ และการให้คะแนนขึ้นอยู่กับ การกำหนดของครูเอง โดยอาศัยความเที่ยงตรงของหลักสูตรเป็นเกณฑ์
- แบบทดสอบอาจไม่เป็นไปตามคะแนนมาตรฐานของส่วนการศึกษานั้นๆ แต่เป็นคะแนนที่ครูรวบรวมไว้ตลอด แล้วสร้างคะแนนมาตรฐานขึ้นเอง
- เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นได้รวดเร็ว วิธีการจะไม่ดีเท่ากับแบบทดสอบมาตรฐาน
- ไม่เหมาะสมกับการนำไปให้ครูคนอื่น ๆ ใช้ แต่เหมาะสำหรับใช้ใน ส่วนการศึกษาหรือท้องถิ่นนั้นๆ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีวิธีการสร้างเครื่องมือ และการใช้คะแนนคงที่ โดยสามารถทำให้ใช้ข้อสอบนี้ทดสอบในต่างสถานที่ และต่างเวลาได้ การสร้างแบบทดสอบมาตรฐานไม่ใช่ของง่าย ต้องออกข้อสอบหลายๆ ข้อ และทำการทดสอบกับคนเป็นจำนวนมาก นำข้อสอบกลับมาวิเคราะห์เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเอาไว้เป็น

แบบทดสอบมาตรฐาน นอกจากจะมีวิธีการ เครื่องมือ และการให้คะแนนที่แล้ว ยังต้องมีความเชื่อถือได้ ในการประเมินผลต้องมีองค์ประกอบหลักสามประการ คือ

1. การวัด (Measurement) ทำให้ได้รู้สภาพความจริงของสิ่งที่จะประเมินว่ามีการประมาณเท่าไร มีคุณสมบัติอย่างไร เพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์

2. เกณฑ์ (Criterion) ในการที่ตัดสินว่าสิ่งใดดีหรือเลว ใช้ได้หรือไม่ได้นั้นต้องมีหลักหรือมีบรรทัดฐานที่ต้องการ โดยการนำเอาผลการวัดนั้นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หรือมาตรฐานที่ต้องการ เกณฑ์การพิจารณาในการประเมินการศึกษานั้น คือ จุดมุ่งหมายการศึกษานั้นเอง

3. การตัดสินใจ (Decision) เป็นการชี้ขาดหรือสรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างผลการปฏิบัติ ซึ่งได้จากการวัดกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าสูงต่ำกว่ากันขนาดไหน ทั้งนี้การตัดสินใจที่ต้องอาศัยพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ทุกแง่ทุกมุม และกระทำอย่างยุติธรรม โดยอาศัยสภาพและความเหมาะสมต่างๆ ประกอบ หรือต้องมีคุณธรรมที่ดี

เชดส์คัลล์ โฆวาสิษฐ์ (2525:2) ได้ให้ความหมายของการทดสอบ หมายถึง การนำสิ่งที่บุคคลแสดงออกนั้นแทนคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการจะวัด ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะกำหนดค่าของคุณลักษณะนั้นออกมาเป็นตัวเลข สามารถกล่าวได้ว่าการทดสอบเป็นส่วนหนึ่งของการวัด และมักจะเป็นการวัดทางอ้อม (Indirect Measurement) เพราะส่วนใหญ่แล้วการทดสอบเป็นการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของมนุษย์ ดังนั้น การทดสอบในความรู้สึกรู้สึกของคนทั่วไป จึงมักจะหมายถึงขบวนการวัดผลที่อาศัยแบบทดสอบทางจิตวิทยา

เขาวดี ราชชัยภูมิ (2521:14) ให้ความหมายของการประเมินผลการศึกษาไว้ว่า ขบวนการตีความหมาย (Interpretation) และการตัดสินคุณค่า (Value Judgement) จากสิ่งที่วัดได้โดยอาศัยวิธีการที่มีระบบแบบแผนในการรวบรวมข้อมูล ตลอดจนเหตุผลประกอบการพิจารณาตัดสินว่ากิจกรรมการศึกษานั้นดีหรือเลวอย่างไร เหมาะสมหรือไม่เหมาะสมประการใด

กล่าวโดยสรุป การประเมินผลหมายถึง ขบวนการในการตัดสิน พิจารณา ดีค่าหรือลงสรุปว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าเพียงใด โดยความหมายดังกล่าว นั้นแสดงถึงลักษณะที่สำคัญของการประเมินผลว่าต้องประกอบด้วยคุณลักษณะต่อไปนี้ คือ

1. ต้องมีขบวนการที่เป็นไปอย่างมีระบบ เป็นระเบียบแบบแผนหรือมีกฎเกณฑ์ในการกระทำ มิใช่เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น หรือกระทำโดยบังเอิญ
2. การประเมินผลจะต้องบอกให้ทราบถึงคุณภาพ ปริมาณของสิ่งที่สังเกต หรือพิจารณา นั้นว่ามีคุณค่าขนาดใด เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จากลักษณะของการประเมินผลดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการประเมินผลเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากวัดผล หรืออาจกล่าวได้ว่าการประเมินผลเป็นขบวนการที่อาศัยการวัดผลโดยอาศัยผล

ที่ได้จากการวัดควรเป็นการวัดหลายๆ ครั้ง หลายๆ ด้าน มาพิจารณาตัดสินกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่ตั้งไว้ว่ามีคุณค่ามากน้อยเพียงใด

จากความหมายของการวัด การทดสอบ และการประเมินผลดังกล่าวมาแล้วนั้นพอจะสรุปได้ว่าการทดสอบเป็นส่วนหนึ่ง หรือวิธีการของการวัดผล ซึ่งมักจะเป็นการวัดทางจิตวิทยา หรือการวัดทางอ้อม ส่วนการประเมินผลเป็นขบวนการที่ต้องอาศัยผลการวัดมาประกอบการตัดสินใจ การที่จะทำการวัดผล และประเมินผลที่มีประสิทธิภาพนั้น การเลือกเครื่องมือในการทดสอบมีความสำคัญเป็นอย่างมาก

#### 2.4.2 แบบประเมิน

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2530 : 194) ได้กล่าวว่ามาตรฐานประมาณค่า เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อประเมินค่าคุณภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งในการวัดผลทางการศึกษามักใช้เพื่อการประเมินคุณภาพพฤติกรรมของนักเรียน เช่น การพูด การร้อง ทักษะในการปฏิบัติงาน หรือทักษะในการปฏิบัติงาน เป็นต้น ในการตัดสินประเมินค่าพฤติกรรมนักเรียนนั้นมักจะประเมินทันที เมื่อพฤติกรรมนั้นเกิดขึ้น แต่การประเมินค่าของผลงานนักเรียนอาจประเมินเมื่องานเสร็จ หรือหลังจากนั้นก็ได้อีก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมาตราส่วนประมาณค่าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

1. รายการของคุณสมบัติ หรือคุณภาพที่ประเมิน
2. มาตรส่วนบางอย่างที่จะชี้ หรือจะแสดงว่าคุณสมบัติต่างๆ มีมากน้อยในระดับใด

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ (2526 : 20-23) กล่าวว่า มาตรส่วนประมาณค่าสำหรับการวัดความสามารถ และทักษะในการปฏิบัติกับพฤติกรรมของนักเรียน จะใช้การวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานของนักเรียน จะใช้การสังเกตของครูเข้าร่วมการเก็บข้อมูล ซึ่งถ้ามีข้อบกพร่องที่เกิดจากการสังเกตของครู คือ มีโอกาสที่จะมีระดับความเป็นปรนัยต่ำ ความลำเอียงหรือความประทับใจ อาจมีอิทธิพลต่อการสังเกตได้ เครื่องมือที่ช่วยให้การตัดสินของครูจากการสังเกตเป็นระบบดีขึ้น คือ มาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scales) ซึ่งตามปกติจะประกอบด้วยพฤติกรรมที่จะตัดสิน และมาตราที่จะใช้ตัดสินว่าอยู่ในระดับใด มาตรส่วนประมาณค่าจึงอยู่ในรูปของเครื่องมือในการบันทึกและรายงานผลการตัดสิน ซึ่งจะได้ผลเพียงขึ้นกับมาตรส่วนประมาณค่าว่ามีการสร้างไว้อย่างดีเพียงไร และใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมเพียงไร

ลักษณะของมาตรฐานส่วนประมาณค่ามีการเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียนหรือทักษะความสามารถกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ก่อนแล้วว่าระดับสูง กลาง ต่ำ หมายถึงพฤติกรรมอะไร หรือต้องมีลักษณะความสามารถอย่างไร ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งไว้ในใจ จึงเหมือนกับจัดตำแหน่งเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มได้ เพราะใช้ผู้ประมาณค่าเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน และสามารถใช้กับกลุ่มๆ ได้ แต่มีข้อจำกัดเหมือนกัน

1. มาตรฐานประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scales) เป็นแบบง่ายที่สุด ผู้สังเกตจะทำเครื่องหมายบนตัวเลขหรือวงกลมรอบตัวเลขที่แทนระดับพฤติกรรมโดยตามปกติจะอธิบายความหมายของตัวเลขไว้ก่อนในตอนต้นและใช้ความหมายเดียวกันทุกมาตรฐาน อาจจะใช้ที่ระดับก็ได้ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระหว่าง 3-9 ระดับ และมักใช้จำนวนนี้เพื่อให้ค่าตรงกลางแทนค่าเฉลี่ยของมาตรฐานั้น

2. มาตรฐานประมาณค่าแบบพรรณนา (Descriptive Rating Scales) แบบนี้จะเป็นคำบรรยายบอกระดับคุณลักษณะนั้น ไว้ว่าเป็นอย่างไร ระดับคุณลักษณะมักจะเขียนเป็นจำนวนคือ 3, 5, 7 เมื่อเลือกว่าคุณลักษณะของสิ่งนั้นตรงกับระดับใดก็บันทึกเครื่องหมายลงที่ระดับนั้น

3. มาตรฐานประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scales) แบบนี้จะถามคุณลักษณะใดก็จะเขียนคุณลักษณะนั้นไว้แล้วมีระดับความเข้ม ความถี่ โดยแบ่งช่วงระดับแล้วมีคำบรรยายอยู่ข้างใต้ด้วย ผู้วัดต้องพิจารณาว่านักเรียนมีคุณลักษณะตรงกับช่วงระดับใดก็บันทึกสรุปในช่วงนั้น ซึ่งต่างจากมาตรฐานประมาณค่าแบบตัวเลขตรงที่ใช้คำสั่งต่าง ๆ แทนรหัสเลข

### 2.4.3 การสร้างมาตรฐานประมาณค่า

การสร้างมาตรฐานประมาณค่าก็เช่นเดียวกันกับการสร้างเครื่องมือวัดอื่นๆ ที่มุ่งให้ค่าวัดหรือค่าที่จะประมาณได้เป็นค่าที่เป็นความเที่ยงตรง และเชื่อมั่นได้สูงเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุด และยังมีคุณสมบัติอื่นๆ ประกอบอีกความเป็นปรนัยใช้เหมาะสมกับสิ่งที่จะประมาณค่ามีความคลาดเคลื่อนน้อย ข้อเสนอแนะที่สำคัญมีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอน ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สังเกตได้ ถ้าทำกำหนดจุดประสงค์ก่อนการเรียนในพฤติกรรมวัดได้ สังเกตก็จะช่วยให้สามารถนิยามตัวแปรที่จะประมาณค่าได้ชัดเจนในรูปของนิยามเชิงปฏิบัติการได้ง่ายขึ้นแล้วนำไปสร้างมาตรฐานประมาณค่าได้สะดวกขึ้น

2. เลือกลักษณะที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ เลือกวัดทักษะ หรือตัวแปรย่อยที่เป็นตัวกำหนดค่า ได้รับความสำเร็จหรือล้มเหลวในกิจกรรมนั้น กล่าวคือต้องเลือกตัวแปรสำคัญนั่นเองตามปกติจะเลือกตัวแปรย่อยไว้มากๆ แล้วคัดเลือกให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์กับกลุ่มเวลาเครื่องมือ เป็นต้น และพยายามเลือกตัวแปรที่สังเกตยาก

3. นิยามตัวแปรที่เลือกไว้ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้ เมื่อเลือกตัวแปรได้แล้วต้องนิยามตัวแปรที่จะวัดเหล่านั้นออกมาเป็นนิยามวัดได้ สังเกตได้ เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ที่เลือกไว้ การนิยามเชิงปฏิบัติการทำให้มาตรฐานประมาณค่ามีความเป็นปรนัยดีขึ้น บางกรณีอาจต้องแยกนิยามเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ประมาณค่า (Rater) ต่างหาก

4. การกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ตัวแปรที่เลือกมาประมาณค่ามีน้ำหนักต่อความสำเร็จต่างกัน จึงควรต้องมีการถ่วงน้ำหนักตัวแปรต่างๆ การให้น้ำหนักนี้มักใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5. เลือกและสร้างมาตราส่วนประมาณค่าตามแบบที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึงสิ่งต่อไปนี้

- จะนำค่าที่ได้จากการประมาณค่าไปใช้อย่างไร
- ความสามารถของผู้ประมาณค่าใช้เครื่องมือที่ง่ายหรือไม่
- ตัวแปรที่จะตัดมีลักษณะเช่นไร แคมกว้าง สังกัดได้ง่ายยากเพียงไร
- สถานการณ์ประมาณค่า เช่น ขณะแข่งขัน ขณะซ้อมกลุ่มเล็กใหญ่ เป็นต้น
- เครื่องมืออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการประมาณค่า

6. เลือกจำนวนระดับของมาตราส่วนประมาณค่าการเลือกใช้จำนวนชั้นของมาตราส่วนประมาณค่าขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรว่าสามารถจำแนกได้อย่างเที่ยงตรงเพียงไร ส่วนใหญ่ใช้ระหว่าง 3 ชั้น หรือ 3 ระดับ แล้วใช้จำนวนนี้ เพื่อมีจุดกลางเป็นหลักในการพิจารณาได้ ขั้นตอนในการสร้างมาตราส่วนประเมินค่า ดังนี้

- กำหนดเนื้อหาที่จะประเมินตามธรรมชาติของเนื้อหา
- กำหนดจำนวนระดับที่จะประเมินค่า
- กำหนดนิยามหรือความหมายของแต่ละระดับ
- โอกาสที่จะประเมินนักเรียนแต่ละระดับเท่ากัน
- ใบบันทึกการประเมินต้องเตรียมให้งานต่อการประเมินนักเรียนแต่ละคน
- จะต้องมีการเลือกและฝึกผู้ที่จะทำการประเมินค่า

#### 2.4.4 การวัดภาคปฏิบัติ

ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึงคุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดผลได้ 2 แบบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและลักษณะวิชาที่สอน คือ ไพศาล หวังพานิช (2526 : 89)

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เข้ารับการฝึก โดยมุ่งเน้นให้ผู้เข้ากับการฝึกได้แสดงความสามารถในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ประสพการณ์การเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึก รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบผลสัมฤทธิ์

การวัดภาคปฏิบัติหรือความสามารถในการปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึก เป็นการวัดที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกได้แสดงพฤติกรรมตรงออกมาด้วยการกระทำ โดยถือว่าปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการวิธีการต่างๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะ (Skill Outcomes)

#### 2.4.4.1 วิธีการวัด

เมื่อต้องการทราบว่า ผู้เข้ารับการฝึกรู้หลักและวิธีการในการปฏิบัติสิ่งใดแล้วจะสามารถปฏิบัติจริงได้หรือไม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาที่มุ่งเน้นความสามารถด้านการปฏิบัติ ควรจะให้ผู้เข้ารับการฝึกได้ปฏิบัติสิ่งนั้นจริง ๆ ให้ออกมาเป็นผลงานหรือให้สังเกตเห็นได้ หลักความสำคัญในการวัดภาคปฏิบัติ คือต้องกำหนดงานขึ้นมาได้เข้ารับการฝึกได้เรียนรู้ได้ปฏิบัติจริง งานที่กำหนดขึ้นอาจจะเป็นได้ทั้งแง่ความเป็นจริง หรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง หรือให้เป็นงานตัวอย่าง หรือเป็นงานจำลองของจริง (Work Sample) ซึ่งมีหลักดังนี้

1. ควรเป็นงานที่บอกระดับทักษะ หรือความสามารถในการปฏิบัติได้อย่างแท้จริง
2. ควรเป็นงานที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติโดยใช้ทักษะด้านต่าง ๆ ประกอบกัน
3. ควรพิจารณาลักษณะงานที่จะให้ผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติ
4. งานที่กำหนด ควรให้อยู่ในวิสัยที่ผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้

#### 2.4.4.2 การตรวจภาคปฏิบัติ

ความยุ่งยากประการหนึ่งในการวัดภาคปฏิบัติ คือ การตรวจให้คะแนน ซึ่งมักจะขาดความเชื่อมั่น ทั้งนี้เพราะว่าโดยปกติแล้วผู้สอนนิยมให้คะแนนผลงานการปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกโดยใช้วิธีการสังเกตแล้วตัดสินให้คะแนนทันที ย่อมจะเกิดความผิดพลาดได้ง่าย การตรวจภาคปฏิบัติที่ดีนั้นควรมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

การตรวจผลงานภาคปฏิบัติ ควรตรวจหรือให้คะแนนทั้ง 2 ด้าน คือ

1. วิธีการปฏิบัติ (Procedure or Process) ได้แก่ วิธีการดำเนินการทั้งหลายของการปฏิบัติ เช่น ขั้นตอนในการปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ ทักษะการใช้เครื่องมือ กรรมวิธีในการปฏิบัติ เป็นต้น
2. ผลปฏิบัติ (Product or Output) ได้แก่ ผลผลิตหรือสิ่งที่ได้จากการปฏิบัติ ควรพิจารณาอย่างรอบคอบทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เช่น จำนวนงานที่ได้ ความงาม ความถูกต้อง ความคิดริเริ่ม ประโยชน์ใช้สอย เป็นต้น

การตรวจผลงานภาคปฏิบัติในแต่ละรายวิชา ย่อมเน้นความสำคัญของวิธีปฏิบัติผลปฏิบัติที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้สอนต้องพิจารณาก่อนว่าการปฏิบัติของรายวิชานั้น ๆ ควรเน้นหนักทางด้านใด เพื่อจะกำหนดอัตราส่วนของความสำคัญของแต่ละด้านไว้ให้แน่นอน

### 2.4.4.3 วิธีการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติ

วิธีนี้ไม่ควรให้คะแนนผลงาน โดยใช้เพียงการสังเกตแล้วให้คะแนนทันทีเพราะจะทำให้คะแนนที่ได้มีความเชื่อมั่นต่ำ และไม่ตรงกับความเป็นจริง วิธีการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติที่นิยมใช้กันมีอยู่ 2 วิธี คือ

#### 1. ใช้แบบสำรวจรายงาน (Checklist)

สำหรับตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติทั้งในด้านวิธีการปฏิบัติ และผลปฏิบัติ โดยใช้วิธีกำหนดรายการหรือรายละเอียดต่าง ๆ ของวิธีทำหรือผลปฏิบัติขึ้นมา เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน โดยพยายามกำหนดสิ่งที่สำคัญ ๆ ของการปฏิบัติในครั้งนั้น ๆ ออกมาเป็นข้อ ๆ หรือรายการ (List) แล้วพิจารณาการปฏิบัติ หรือผลงานของผู้รับการฝึกแต่ละคนตามรายการที่กำหนดไว้ นั้น ว่าแต่ละเรื่องแต่ละรายการนั้นผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติเป็นอย่างไรแล้วบันทึกผลการปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกเป็นคะแนน หรือตรวจผลงานเป็นระดับก็ได้ เช่น ดี - ไม่ดี หรือ ใช้ได้ - ต้องแก้ไข หรือดี - พอใช้ - ไม่ดี เป็นต้น

#### 2. ในการจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale)

ใช้สำหรับตรวจให้คะแนนเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นคุณค่าหรือคุณภาพต่าง ๆ จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับการให้คะแนนการปฏิบัติในด้านที่เป็นผลปฏิบัติมากกว่าวิธีการปฏิบัติ หลักสำคัญของการจัดอันดับคุณภาพ คือพยายามประเมินผลงานของผู้เข้ารับการฝึกด้วยการเปรียบเทียบกันในกลุ่มเพื่อจัดอันดับ แล้วจึงแปลงอันดับที่ได้ออกมาเป็นคะแนน มีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1. พิจารณาผลงานแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้วจึงตัดสินว่างานนั้นมีคุณภาพดีหรือปานกลาง หรือแย่

2. พิจารณาผลงานในแต่ละกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบ และจัดอันดับผลงานเหล่านั้น โดยจัดอันดับผลงานไปที่ละกลุ่ม จนครบทั้งสามกลุ่ม

3. นำอันดับทั้งหมดมาเรียงต่อกันไป จะได้ผลงานที่ขอดีเยี่ยมอันดับหนึ่ง สอง สาม ไปจนถึงอันดับสุดท้ายของกลุ่ม

4. แปลงอันดับของผลงานที่เรียงไว้หมดมาเป็นตำแหน่งร้อยละ (Percent Position) ซึ่งเป็นการจัดอันดับของผลงานเหล่านั้น โดยคิดผลงานทั้งหมดเป็น 100 ชิ้น ดังนั้นตำแหน่งร้อยละที่ได้ ออกมาจะบอกให้ทราบว่างานชิ้นนี้ได้อันดับใดในกลุ่มจะกลายเป็นอันดับที่เท่าไร

5. แปลงตำแหน่งร้อยละเป็นคะแนนโดยใช้บัญชีสำหรับการแปลงอันดับคุณภาพ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาการวัดผลในภาคปฏิบัติ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้วัดความสามารถด้านทักษะของนักศึกษาที่เข้ามาเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจของฮาร์ดไดรฟ์แบบพกพา โดยสร้างแบบทดสอบวัดผลภาคปฏิบัติที่สร้างขึ้น โดยใช้แบบบันทึกตรวจให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า จากการสังเกตของผู้ฝึกโดยสร้างสถานการณ์ตรงกับความเป็นจริง เป็นไปตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บุทรศักดิ์ สันตมาศ (2543 : 62-63) ได้วิจัยทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกลุ่มเครื่องมือ กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาตรี สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2542 จำนวน 20 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คิดเป็นร้อยละ 90 ในการทดสอบสมมุติฐานพบว่าจำนวนผู้ที่ผ่านเกณฑ์กับเกณฑ์ที่ตั้งไว้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตามสมมุติฐาน

ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ ( 2544 : 91-92 ) ได้ทำการวิจัยในการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เรื่อง การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เรื่อง การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพโดยผู้เข้ารับการฝึกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของแต่ละหน่วยการฝึก และสามารถผ่านเกณฑ์การทดสอบได้ร้อยละ 80 ของจำนวนของผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด ตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้

ศักดิ์ ศศิกุลมถ (2546 : 65-66) ได้ทำการวิจัยในการสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ ตามหลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน 2540 ทำการทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการจำนวน 10 คนและนักศึกษาวิทยาลัยสารพัดช่างธนบุรี จำนวน 10 คน รวม 20 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ ผู้เรียนสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ 91.30 และเกณฑ์การประเมินเมื่อเรียนครบทุกหน่วยคิดเป็นร้อยละ 94.16 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ที่กำหนด

อรไท ก้อนมณี (2548 : 71) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้น ทำการทดลองกับนักศึกษาหลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน วิทยาลัยสารพัดช่างลพบุรี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอด-ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ มีผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมิน คิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เรียนทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนคิดเป็นร้อยละ 94.89 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ร้อยละ 80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นายเฉลิมชัย สุขสมบูรณ์ (2548 : 61) ได้นำเสนอบทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พ.ศ.2540 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นผู้เรียนหลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน วิทยาลัยสารพัดช่างนครหลวงที่กำลังศึกษาในเรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์ จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 95 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และมีผลคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 90.74 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสซิลโลสโคป ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อต่อไปนี้

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

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ของวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 40 คน

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling )

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสซิลโลสโคป
2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน
  - 2.1 แบบทดสอบภาคทฤษฎี
  - 2.2 แบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ

### 3. แบบประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

#### 3.1 ด้านเนื้อหา

#### 3.2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

#### 3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป ในการทดลองผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
2. เลือกหัวข้อเนื้อหาและวิเคราะห์เนื้อหา โดยหัวข้อและเนื้อหาที่นำมาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการฝึก ดังนี้
  - หน่วยที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัด
  - หน่วยที่ 2 การวัดสัญญาณแบบต่างๆ
  - หน่วยที่ 3 การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ
  - หน่วยที่ 4 การบันทึกสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

3. เขียนต้นแบบบทเรียนฉบับร่าง (Script) ตามหัวข้อเนื้อหาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป

4. นำบทเรียนฉบับร่างที่สร้างให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำต้นแบบบทเรียนที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware ตามหัวข้อของเนื้อหาแต่ละหน่วยการฝึก

6. นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบแล้วทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ดังรายนามต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 8 ว. กลุ่มงานพัฒนาคณาจารย์การอาชีวศึกษา สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรการอาชีวศึกษา

2. อาจารย์ชนานันต์ ชูแสง ครู คศ.2 อาจารย์แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3. อาจารย์เฉลิมชัย สุขสมบูรณ์ ครู คศ. 2 หัวหน้าแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยสารพัดช่างนครหลวง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. อาจารย์สุธี กิจฉวี ครู คศ. 2 อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2. อาจารย์ศรัณญา สุทธิมาลา ครู คศ. 2 อาจารย์แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

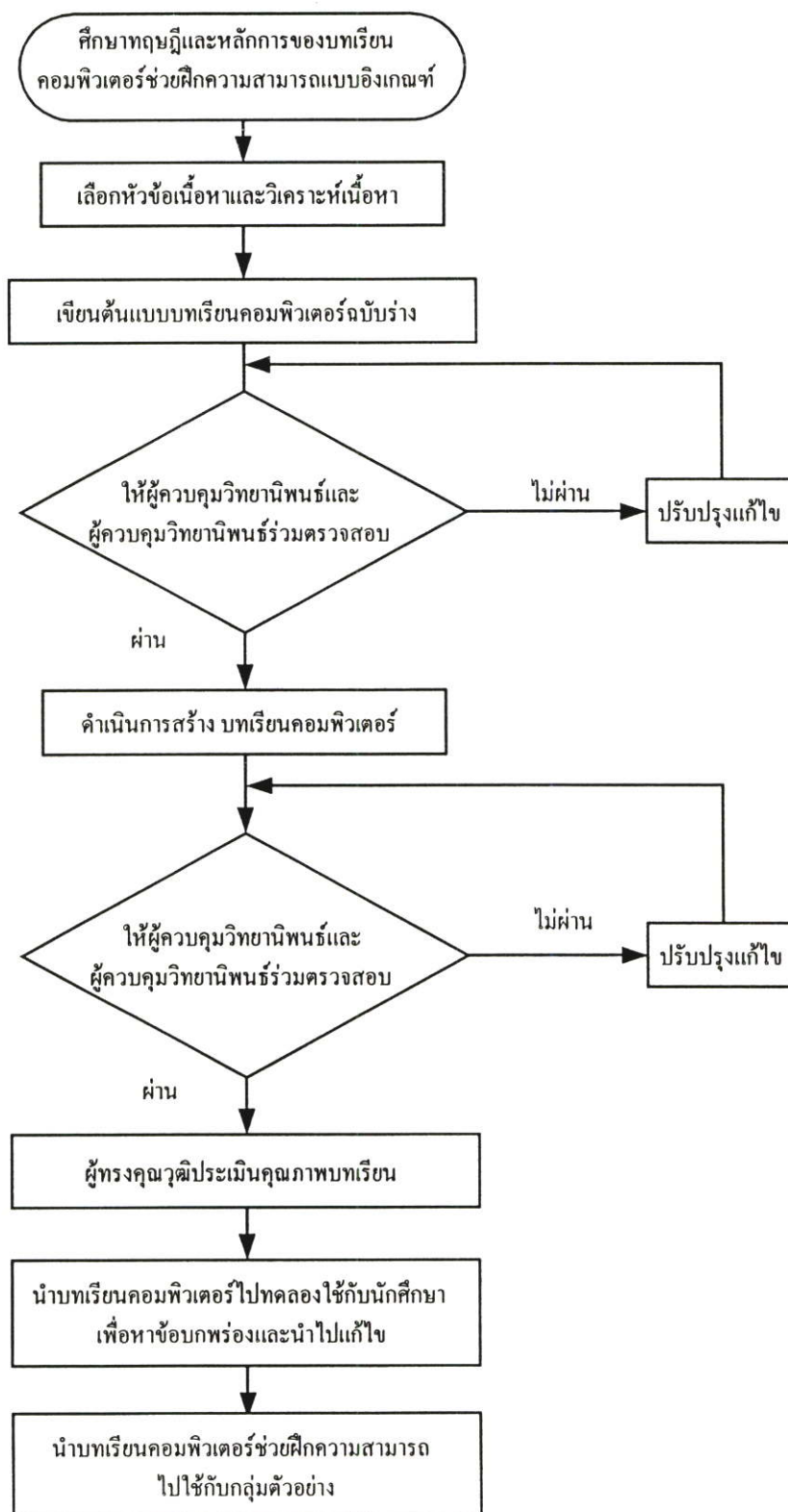
3. อาจารย์ปกรณ์ แสงชื่อ นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 6 กลุ่มสารสนเทศเพื่อการ

เรียนการสอน สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรการอาชีวศึกษา

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสซิด โลส โคปที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่มีใช้ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 คน เพื่อประเมินสื่อที่สร้างแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

9. นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษา ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน เพื่อสังเกตและบันทึกข้อบกพร่องของบทเรียน นำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

10. นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สมบูรณ์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสซิด โลส โคป ต่อไป



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

### 3.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนแบ่งออกเป็น แบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ เพื่อใช้ในการวัดความสามารถทางการเรียนมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

#### 3.2.2.1 การสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี

1. ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี
2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างข้อสอบภาคทฤษฎี
3. ทำการสร้างข้อสอบภาคทฤษฎี เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

4. นำข้อสอบภาคทฤษฎีที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

5. หาค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ทางเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ราชานามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

1. อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 8 ว. กลุ่มงานพัฒนาคณาจารย์การอาชีวศึกษา สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรการอาชีวศึกษา
2. อาจารย์ธนานันต์ ชูแสง ครู คศ.2 อาจารย์แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
3. อาจารย์เฉลิมชัย สุขสมบูรณ์ ครู คศ.2 หัวหน้าแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างนครหลวง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

เป็นผู้ตรวจพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ถ้าข้อใดสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าข้อใดไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าข้อใดไม่แน่ใจจะให้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง IOC (Index of Congruence)

นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับวัตถุประสงค์ โดยกำหนดเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าแบบวัดความสามารถมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวนทั้งหมด 36 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 มีจำนวน 22 ข้อ และข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 จำนวน 13 ข้อ และค่าดัชนีความ

สอดคล้องเท่ากับ 0.37 จำนวน 1 ข้อ (ดังภาคผนวก ค (1)) คัดเลือกข้อสอบเหลือจำนวน 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั้งบทเรียนใช้ เป็นแบบทดสอบต่อไป

6. นำแบบทดสอบภาคทฤษฎีจำนวน 30 ข้อนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับ ปวส. ที่ผ่านการเรียนแล้ว จำนวน 20 คน

7. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 50 % แล้วเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.79 เพื่อให้ได้ข้อสอบที่จะนำไปใช้จริง

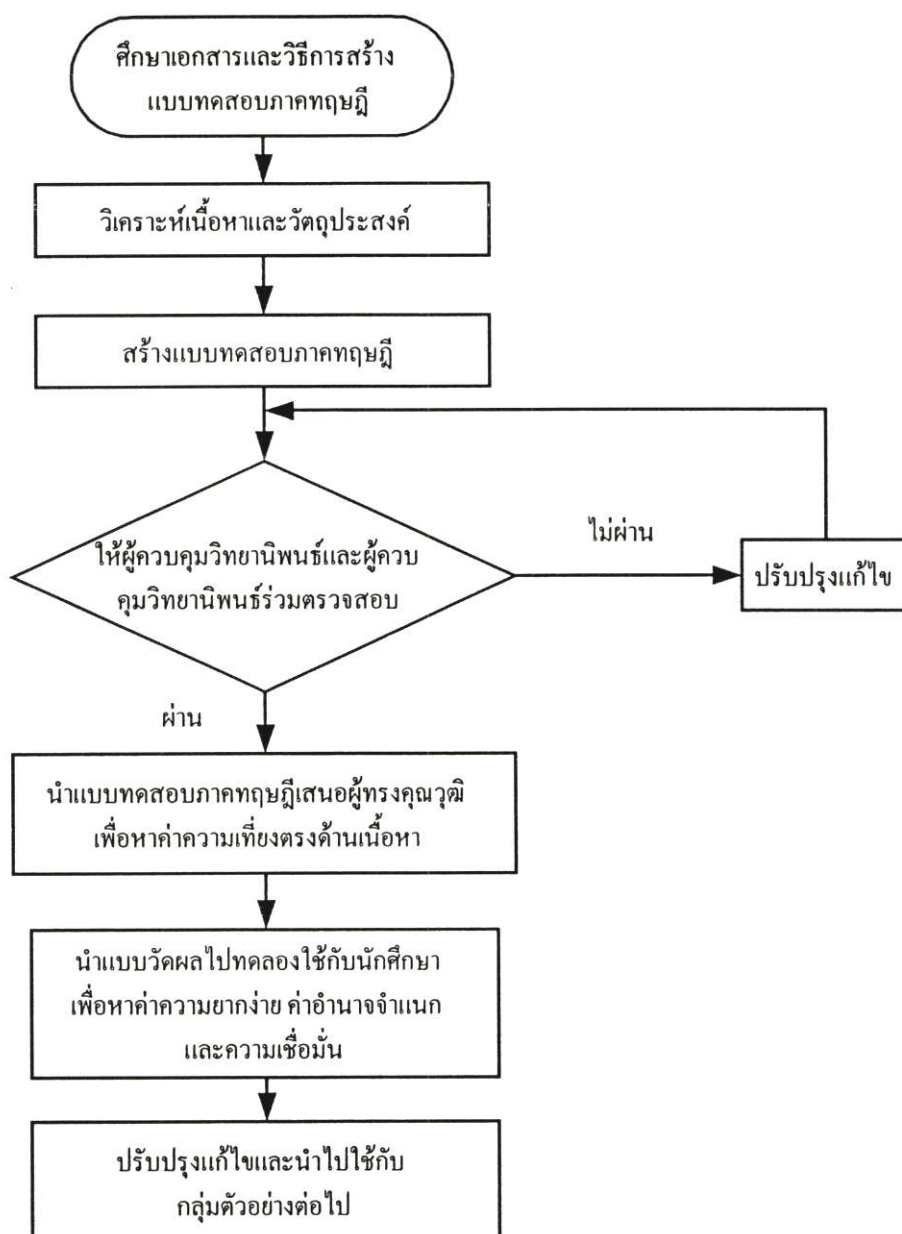
ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบภาคทฤษฎีสรุปได้ว่าแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.75 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 แสดงว่าแบบทดสอบมีความยากง่าย (p) ในระดับพอใช้ได้ (ดังภาคผนวก ง (6))

ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.2-0.7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.36 แสดงว่าแบบทดสอบมีอำนาจจำแนก(r) ในระดับปานกลาง (ดังภาคผนวก ง (6))

8. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคทฤษฎีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) โดยใช้สูตร KR-20

ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบภาคทฤษฎีทั้งฉบับจำนวน 30 ข้อ มีค่าเท่ากับ 0.86 จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบภาคทฤษฎีมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

9. นำแบบทดสอบภาคทฤษฎีไปใช้วัดผลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี

### 3.2.2.2 การสร้างแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ

การสร้างแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติจะประกอบไปด้วย ข้อสอบใบงาน การทดลองและแบบบันทึกการวัดความสามารถปฏิบัติเพื่อใช้วัดความสามารถทางการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยมีครูฝึกเป็นผู้ประเมินมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ
2. สร้างข้อสอบใบงานการทดลองเรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป ให้ครอบคลุมเนื้อหาทุกหน่วยการฝึก

3. นำข้อสอบไปงานการทดลองไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

4. สร้างแบบบันทึกการวัดความสามารถภาคปฏิบัติ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติโดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นลักษณะแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติงานของกลุ่มตัวอย่าง โดยมีครูฝึกเป็นผู้เฝ้าสังเกตการปฏิบัติงานและจดบันทึกให้คะแนน แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 4 ระดับ คือ

3 คะแนน หมายถึง มีความสามารถตามเกณฑ์ สามารถปฏิบัติงานด้วยความมั่นใจ โดยไม่ต้องขอคำแนะนำจากครูฝึก

2 คะแนน หมายถึง มีความสามารถตามเกณฑ์ แต่ยังคงต้องปฏิบัติงานโดยขอรับคำแนะนำจากครูฝึกเป็นบางครั้ง

1 คะแนน หมายถึง มีความสามารถตามเกณฑ์ แต่ยังคงต้องปฏิบัติงานโดยขอรับคำแนะนำจากครูฝึกอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา

0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงาน

5. นำแบบบันทึกการวัดความสามารถภาคปฏิบัติให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

6. หาค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ทางเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ดังรายนามต่อไปนี้

1. อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 8 ว. กลุ่มงานพัฒนาคณาจารย์การอาชีวศึกษา สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรการอาชีวศึกษา

2. อาจารย์ธนาพันธ์ ชูแสง ครู คศ.2 อาจารย์แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

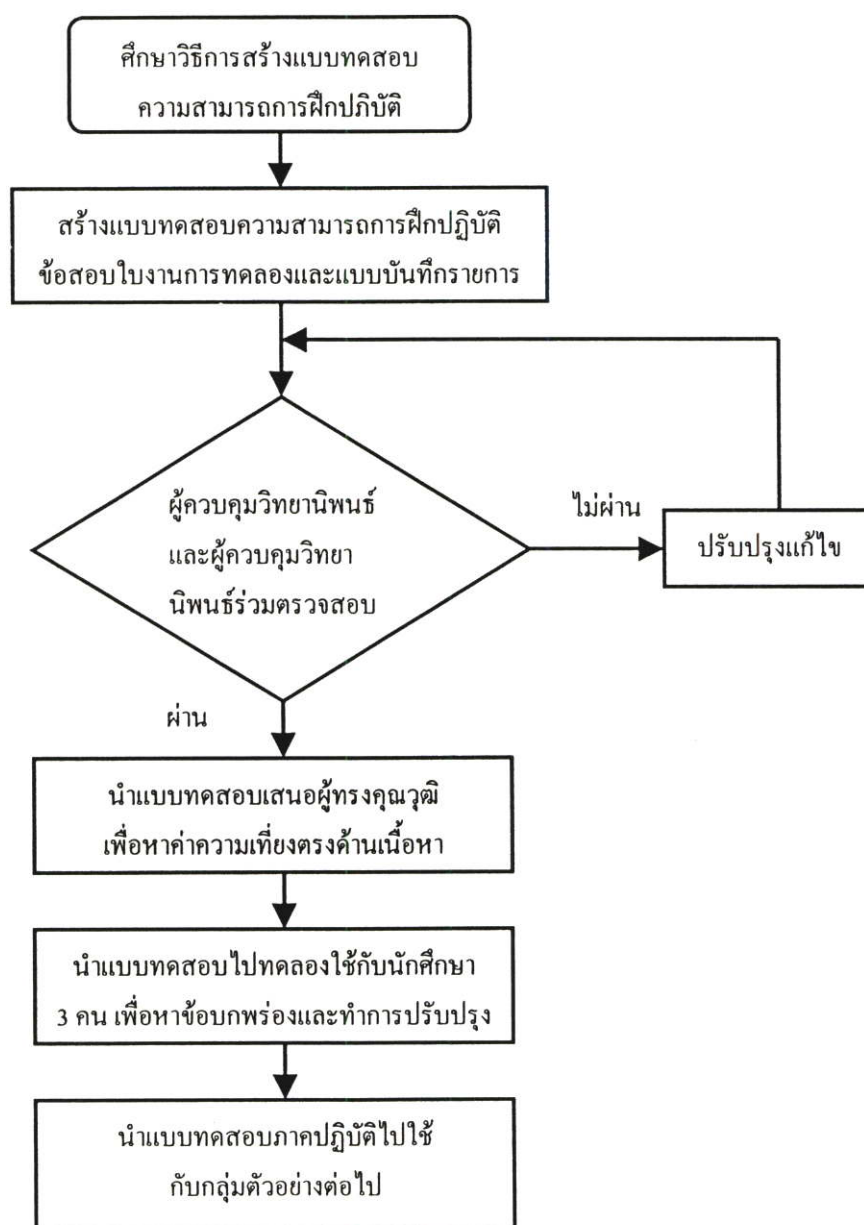
3. อาจารย์เฉลิมชัย สุขสมบูรณ์ ครู คศ.2 หัวหน้าแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างนครหลวง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

เป็นผู้ตรวจพิจารณาความสอดคล้องแบบบันทึกการวัดความสามารถกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ถ้าข้อใดสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าข้อใดไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าข้อใดไม่แน่ใจจะให้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง IOC (Index of Congruence) บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถการฝึกปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผลการหาดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบรายการความสามารถการฝึกภาคปฏิบัติ มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1 จำนวน 58 ข้อ และแบบทดสอบที่มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 จำนวน 22 ข้อ (ดังรายละเอียด ภาคผนวก ก (2))

แบบทดสอบสามารถนำมาใช้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถการฝึกภาคปฏิบัติได้ตามเกณฑ์ (บุญเชิด ภิญโญนนันทพงษ์. 2526 : 88 – 90)

7. นำแบบทดสอบภาคปฏิบัติมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนแล้ว จำนวน 3 คน เป็นการทดลองใช้ เพื่อสังเกตหาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สมบูรณ์

8. นำแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติที่แก้ไขสมบูรณ์แล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพ ต่อไป



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

### 3.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์
2. วิเคราะห์เนื้อหาย่อยจากหน่วยการฝึก เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพ
3. สร้างแบบประเมินคุณภาพให้ครอบคลุมเนื้อหาของบทเรียน แบ่งเป็น 2 ชุด คือ

ชุดที่ 1 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียนผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3

ชุดที่ 2 แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียนผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

แบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คะแนนดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
- 4 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพดี
- 3 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพพอใช้
- 1 คะแนน หมายถึง มีคุณภาพต้องปรับปรุง

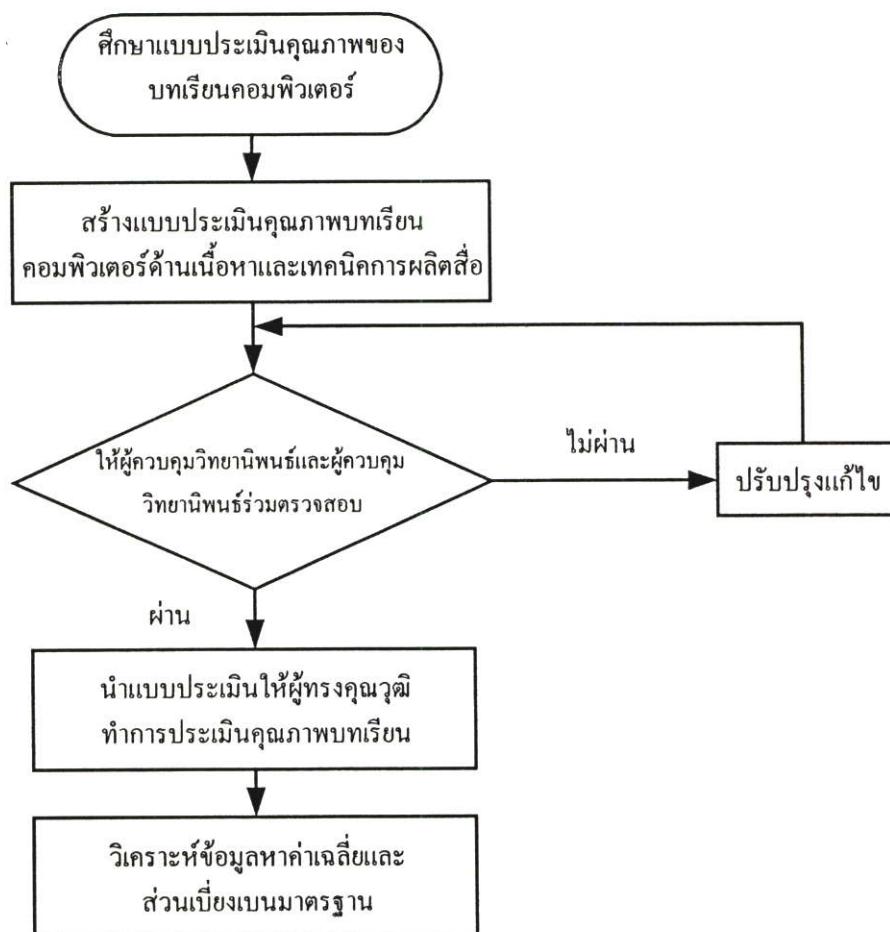
การประเมินค่าเฉลี่ยความคิดเห็นคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ใช้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็น ตามแบบของ John W Best คือ

- 4.50 – 5.00 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
- 3.50 – 4.49 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
- 2.50 – 3.49 มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50 – 2.49 มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
- 1.00 – 1.49 มีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

4. ผู้วิจัยนำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมทำการตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

5. ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (ดังรายละเอียด ภาคผนวก จ )

6. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ )



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยไปยังผู้อำนวยการสถานศึกษาวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานีเพื่อขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
2. นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปติดต่อผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานีเพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัยขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
3. จัดเตรียมห้องปฏิบัติการทดลองรวมทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป พร้อมอุปกรณ์การทดลองและคู่มือผู้เข้ารับการฝึก เป็นต้น
4. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ทำการนัดหมาย วันเวลากับกลุ่มตัวอย่าง
5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของบทเรียน และการฝึกปฏิบัติ หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนตามลำพัง โดยเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วย ถ้าไม่เข้าใจก็สามารถย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาเพิ่มเติมได้
6. จัดให้มีการทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนหลังจากที่นักศึกษาเรียนจบแล้ว และมีความพร้อม โดยจัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
  - ตอนที่ 1 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีบนเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 ข้อ ผลคะแนนจากการทดสอบคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ คิดเป็นร้อยละ
  - ตอนที่ 2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ เพื่อวัดความสามารถทางการปฏิบัติงาน โดยมีครูฝึกเป็นผู้วัดให้คะแนนจากแบบบันทึกการวัดความสามารถภาคปฏิบัติ โดยการเฝ้าสังเกตการปฏิบัติงานตามคำสั่งการทดลอง
7. หลังจากทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนแล้ว นำผลคะแนนทั้ง 2 ภาค มาทำการเปรียบเทียบสัดส่วนคะแนน การวัดผลโดยคะแนนทดสอบภาคทฤษฎีร้อยละ 20 และคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถการปฏิบัติคิดเป็นร้อยละ 80 โดยผู้ที่ได้คะแนนรวมร้อยละ 80 นับเป็นจำนวนผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์ นำคะแนนไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ต่อไป

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ( บุญเชิด ภิญ โณณันตพงษ์. 2526 : 88-90 )

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

IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎี กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

$N$  คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

### 3.4.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบภาคทฤษฎี

3.4.2.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty) ( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211)

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

เมื่อ  $P$  คือ ความยากง่าย

$R$  คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

$N$  คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

ขอบเขตของค่า  $P$  และความหมาย

0.80 – 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60 – 0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40 – 0.59 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)

0.20 – 0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00 – 0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

### 3.4.2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2540 :

130-131)

$$r = \frac{R_U - R_e}{\frac{N}{2}} \quad (3.3)$$

เมื่อ	$r$	คือ	ค่าอำนาจจำแนก
	$R_U$	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	$R_e$	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	$N$	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่า  $r$  และความหมาย

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพพอใช้ไม่ได้

### 3.4.2.3 หาค่าเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ใช้สูตร KR-20

(พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2540 : 122-123)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_1^2} \right] \quad (3.4)$$

เมื่อ	$r_{tt}$	คือ	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$n$	คือ	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	$p$	คือ	สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูก
	$q$	คือ	สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิด
	$S_1^2$	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

### 3.4.3 การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

#### 3.4.3.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) (กานดา พูนลาภทวี 2530 : 44)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum fx$	คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	N	คือ จำนวนสมาชิกทั้งหมด

#### 3.4.3.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (กานดา พูนลาภทวี 2530 : 76)

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

เมื่อ	S.D.	คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	คือ ข้อมูลแต่ละจำนวน
	fx	คือ ความถี่
	n	คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	$\sum$	คือ ผลรวม

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของบทเรียนและประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอของออสซิลโลสโคป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอของออสซิลโลสโคป

4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอของออสซิลโลสโคป

4.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอของออสซิลโลสโคป

4.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอของออสซิลโลสโคป

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอของออสซิลโลสโคป

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมิน แบ่งเป็น 2 ด้าน คือคุณภาพทางด้านเนื้อหา แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.1 และคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิต สื่อ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
<b>1. ความเหมาะสมของภาพ ภาษา เสียง</b>			
1.1 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้นำเสนอเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.2 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบหน่วยการเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
1.3 ภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบการเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
1.4 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบหน่วยการเรียนรู้	4.00	0.00	ดี

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.5 เสี่ยงบรรยายที่ใช้ประกอบหน่วยการฝึก	4.33	0.58	ดี
1.6 เสี่ยงดนตรีที่ใช้ประกอบหน่วยการฝึก	3.66	1.15	ดี
<b>2. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b>			
2.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	4.66	0.58	ดีมาก
2.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์	4.66	0.58	ดีมาก
2.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยการฝึก	4.33	0.58	ดี
2.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.66	0.58	ดีมาก
2.5 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4.66	0.58	ดีมาก
2.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.66	0.58	ดีมาก
2.7 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.33	0.58	ดี
<b>3. แบบทบทวนความรู้</b>			
3.1 จำนวนข้อสอบแบบทบทวนความรู้	4.33	0.58	ดี
3.2 ความชัดเจนของคำถามและคำตอบ	4.33	0.58	ดี
3.3 ความเหมาะสมของคำถามและตัวเลือก	4.00	1.00	ดี
3.4 แบบฝึกทบทวนความรู้ทำให้เกิดการเรียนรู้ตาม วัตถุประสงค์	4.33	0.58	ดี
<b>4. ความเหมาะสมด้านเวลา</b>			
4.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
4.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4.00	1.00	ดี
4.3 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอทั้งหมด	3.66	0.58	ดี
<b>รวม</b>	<b>4.24</b>	<b>0.63</b>	<b>ดี</b>

จากตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหา พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.63 จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.66 มี 5 รายการ รองลงมา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มี 9 รายการ และค่าเฉลี่ย 4 มี 3 รายการ และค่าเฉลี่ย 3.66 จำนวน 1 รายการ โดยข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา คือตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียนในบางครั้งตัวเล็กและ เสี่ยงดนตรีที่ใช้ควรมีเป็นบางช่วงไม่ควรมากเกินไปกับการปฏิบัติงานที่ใช้สมาธิ

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
<b>1. การจัดการบทเรียน</b>			
1.1 การนำเสนอชื่อเรื่องหลักของหน่วยการฝึก	4.66	0.58	ดีมาก
1.2 การนำเสนอชื่อเรื่องย่อยของหน่วยการฝึก	4.66	0.58	ดีมาก
1.3 ความยากง่ายในการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้เมาส์ การใช้แป้นพิมพ์การหนด่วงเวลา	4.66	0.58	ดีมาก
1.4 ความสะดวกและคล่องตัวในการใช้หน่วยการฝึก	4.33	0.58	ดี
1.5 ความชัดเจนของคำสั่งในการใช้งานหน่วยการฝึก	4.66	0.58	ดีมาก
1.6 ภาพรวมในการออกแบบหน้าจอ	4.66	0.58	ดีมาก
1.7 ภาพ รวมของวิธีการโต้ตอบของหน่วยการเรียน	3.33	0.58	ปานกลาง
<b>2. ความเหมาะสมของตัวอักษร สี และเสียง</b>			
2.1 รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	4.66	0.58	ดีมาก
2.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้	4.66	0.58	ดีมาก
2.3 ภาพรวมของสีของตัวอักษร	4.33	0.58	ดี
2.4 ภาพรวมของสีพื้นหลัง	4.66	0.58	ดีมาก
2.5 ภาพ กราฟิก โดยรวม	4.33	0.58	ดี
2.6 ความชัดเจนของเสียง	4.00	0.00	ดี
<b>3. ความสอดคล้องของสื่อกับเนื้อหา</b>			
3.1 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.33	0.58	ดี
3.2 ภาพประกอบในบทเรียนสื่อความหมาย	4.66	0.58	ดีมาก
3.3 ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนเหมาะสมและน่าสนใจ	4.33	0.58	ดี
3.4 ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
3.5 ความสอดคล้องระหว่างปริมาณของภาพ	4.33	0.58	ดี
<b>รวม</b>	<b>4.34</b>	<b>0.50</b>	<b>ดี</b>

จากตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.50 จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นค่อนข้างสอดคล้องกัน รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5 มี 1 รายการ คือ ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา ข้อเสนอแนะ เรื่องเสียงที่ใช้ในการบรรยายควรให้ความชัดเจนมากกว่านี้ตลอดจน การโต้ตอบกับผู้เรียนควรแสดงข้อความอธิบายประกอบ

## 4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยให้ผู้เข้ารับการฝึกได้ศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนและเมื่อศึกษาจบบทเรียนแล้ว ผู้เข้ารับการฝึกต้องเข้ารับการทดสอบจากแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 30 ข้อ ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี

คนที่	คะแนนภาคทฤษฎี	ร้อยละ	ผลการวิเคราะห์
1	27	90	ผ่าน
2	25	83	ผ่าน
3	29	97	ผ่าน
4	27	90	ผ่าน
5	25	83	ผ่าน
6	27	90	ผ่าน
7	28	93	ผ่าน
8	26	87	ผ่าน
9	28	93	ผ่าน
10	26	87	ผ่าน
11	25	83	ผ่าน
12	24	80	ผ่าน
13	26	87	ผ่าน
14	28	93	ผ่าน
15	28	93	ผ่าน
16	24	80	ผ่าน
17	26	87	ผ่าน
18	26	87	ผ่าน
19	28	93	ผ่าน
20	25	83	ผ่าน
เฉลี่ย	26.4	87.95	

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าร้อยละของการทำแบบ มีผู้เข้ารับการฝึกที่ได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 จำนวน 20 คน และผ่านเกณฑ์ทั้งหมดโดยมีคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้ารับการฝึกเท่ากับ 26.4 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 87.95

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจเอสซีดีเอสโคไป ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้ผู้เข้ารับการฝึกศึกษาด้วยตนเอง เมื่อผู้เข้ารับการฝึกเรียนจบบทเรียนและฝึกปฏิบัติทบทวนตามบทเรียนจนมีความมั่นใจแล้ว ผู้เข้ารับการฝึกขอเข้ารับการทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ โดยครูฝึกเป็นผู้ประเมินด้วยแบบบันทึก รายการวัดความสามารถการฝึกปฏิบัติ

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

คนที่	หน่วยที่ 1 60 คะแนน	หน่วยที่ 2 84 คะแนน	หน่วยที่ 3 48 คะแนน	หน่วยที่ 4 48 คะแนน	รวมปฏิบัติ 240 คะแนน	ร้อยละ	ผลการ วิเคราะห์
1	46	78	39	43	206	85	ผ่าน
2	48	38	38	39	200	83	ผ่าน
3	48	76	41	41	206	85	ผ่าน
4	55	81	42	44	222	92	ผ่าน
5	57	80	45	45	227	94	ผ่าน
6	52	78	42	43	215	89	ผ่าน
7	46	75	37	42	200	83	ผ่าน
8	53	78	44	44	219	91	ผ่าน
9	50	78	40	43	211	87	ผ่าน
10	47	78	35	40	200	83	ผ่าน
11	57	82	45	45	229	95	ผ่าน
12	44	67	36	37	184	76	ไม่ผ่าน
13	56	80	44	45	225	93	ผ่าน

ตารางที่ 4.4 ต่อ

คนที่	หน่วยที่ 1 60 คะแนน	หน่วยที่ 2 84 คะแนน	หน่วยที่ 3 48 คะแนน	หน่วยที่ 4 48 คะแนน	รวมปฏิบัติ 240 คะแนน	ร้อยละ	ผลการ วิเคราะห์
14	51	76	42	43	212	88	ผ่าน
15	49	74	43	44	210	87	ผ่าน
16	45	70	37	36	188	78	ไม่ผ่าน
17	53	77	44	46	220	91	ผ่าน
18	56	81	45	47	229	95	ผ่าน
19	56	82	43	49	230	95	ผ่าน
20	50	77	40	41	208	86	ผ่าน
เฉลี่ยรวม						89	

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่าร้อยละของการทำแบบทดสอบรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติของบทรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หลังจากศึกษาด้วยบทรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น ผู้เข้ารับการฝึกเข้ารับการทดสอบทั้งหมด จำนวน 20 คน โดยครูฝึกเป็นผู้ประเมิน มีผู้เข้ารับการฝึกที่ได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 จำนวน 18 คน และผู้เข้ารับการฝึกที่ได้คะแนนต่ำกว่า ร้อยละ 80 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89

#### 4.4 ประสิทธิภาพของบทรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

ผู้วิจัยได้นำบทรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยให้ผู้เข้ารับการฝึกศึกษาเนื้อหาของบทรียน หลังจากนั้นทำการทดสอบโดยการทำแบบวัดแบบทดสอบภาคทฤษฎีและแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติโดยครูฝึกเป็นผู้ประเมิน โดยใช้แบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ หลังจากจบการทดสอบแล้วนำผลคะแนนทั้ง 2 ตอน มาทำการเปรียบเทียบกับสัดส่วนคะแนนในการวัดผลคิดเป็นร้อยละ โดยให้คะแนนภาคทฤษฎี 20 คะแนน และคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ 80 คะแนน เมื่อรวมคะแนนทั้ง 2 ภาค ผู้ที่ได้คะแนนรวมร้อยละ 80 ขึ้นไป นับเป็นจำนวนผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 4.5 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์จากแบบทดสอบภาคทฤษฎีและแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ

คนที่	คะแนนภาคทฤษฎี (20 คะแนน)	คะแนนปฏิบัติ ( 80 คะแนน)	คะแนนรวม (100 คะแนน)	ผลการ วิเคราะห์
1	18.00	68.66	86.66	ผ่าน
2	16.66	66.66	83.32	ผ่าน
3	19.33	68.66	87.99	ผ่าน
4	18.00	74.00	92.00	ผ่าน
5	16.66	75.66	92.32	ผ่าน
6	18.00	71.66	89.66	ผ่าน
7	18.66	66.66	85.66	ผ่าน
8	17.33	73.00	90.33	ผ่าน
9	18.66	70.33	88.99	ผ่าน
10	17.33	66.66	83.99	ผ่าน
11	16.66	76.33	92.99	ผ่าน
12	16.00	61.33	77.33	ไม่ผ่าน
13	17.33	75.00	92.33	ผ่าน
14	18.66	70.66	89.32	ผ่าน
15	18.66	70.00	88.66	ผ่าน
16	16.00	62.66	78.66	ไม่ผ่าน
17	17.33	73.33	90.66	ผ่าน
18	17.33	76.33	93.66	ผ่าน
19	18.66	76.66	95.32	ผ่าน
20	16.66	69.33	85.99	ผ่าน
เฉลี่ย	17.59	70.67	88.29	
ร้อยละ	87.95	88.34	88.29	

จากตารางที่ 4.5 ผลจากการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ จากแบบทดสอบภาคทฤษฎีของผู้เข้ารับการฝึกมีคะแนนเฉลี่ย 17.59 คิดเป็นร้อยละ 87.95 และจากแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติโดยการประเมินจากครูฝึก

โดยใช้แบบบันทึกการวัดความสามารถทางการปฏิบัติมีคะแนนเฉลี่ย 70.67 คิดเป็นร้อยละ 88.34 และเมื่อนำผลการทดสอบจากทั้งสองภาคมารวมกันเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยมีผู้เข้ารับการฝึกที่สามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 18 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 2 คน โดยจำนวนผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์ได้เท่ากับร้อยละ 90 ของจำนวนผู้เรียนทั้งหมด แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจ ออสซิลโลสโคป มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสวิตช์ โลต โคป โดยสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผล
- 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสวิตช์ โลต โคป
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสวิตช์ โลต โคป

#### 5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสวิตช์ โลต โคป ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยที่ร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 80 ขึ้นไปได้

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ของวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 40 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling )

### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานคิจิตอลสตอเรจอสซิล โลส โคป
2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน
  - 2.1 แบบทดสอบภาคทฤษฎีเป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อโดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.25 - 0.75 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.70 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.86
  - 2.2 แบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ เป็นแบบสังเกตการฝึกปฏิบัติการใช้งานคิจิตอลสตอเรจอสซิล โลส โคป ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale)
3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การใช้งานคิจิตอลสตอเรจอสซิล โลส โคป เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 2 ด้าน
  - 3.1 ด้านเนื้อหา ความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63
  - 3.2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ความคิดเห็นสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักศึกษาหลักสูตรนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20 คน รายละเอียดดังนี้

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จากคณะครูศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการสถานศึกษา วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี
2. กำหนดวัน เวลา และห้องที่ทำการทดลองโดยแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง
3. จัดตั้งโปรแกรมบทเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี โดยนัดหมายกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียน การฝึกปฏิบัติ และการประเมินผล หลังจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามลำพัง โดยศึกษาเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ถ้าไม่เข้าใจก็สามารถย้อนกลับไปเรียนใน

ส่วนของเนื้อหาใหม่เพิ่มเติมได้ และให้มีการฝึกปฏิบัติงานตามใบงานการทดลอง เรื่องการใช้งาน ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป ตามที่ได้ศึกษาตามบทเรียน

4. จัดให้มีการทดสอบวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนหลังจากเรียนจบ โดยได้จัดทำแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีบนเครื่องคอมพิวเตอร์ บันทึกผลคะแนน โดยครูฝึก ผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบนำมาคิดเป็นร้อยละ

ตอนที่ 2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความสามารถการฝึกปฏิบัติการใช้งานดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป โดยมีครูฝึกสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกประเมินผลการปฏิบัติงานตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา โดยใช้แบบประเมินจากแบบบันทึกรายการวัดความสามารถการฝึกปฏิบัติ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale)

หลังจากจบการทดสอบแล้ว นำผลคะแนนทั้ง 2 ตอน มาทำการเปรียบเทียบกับสัดส่วนคะแนนในการวัดผลคิดเป็นร้อยละ โดยให้คะแนนภาคทฤษฎี 20 คะแนน และคะแนนจากแบบวัดความสามารถการฝึกปฏิบัติ 80 คะแนน เมื่อรวมคะแนนทั้ง 2 ตอน ผู้ที่ได้คะแนนรวมร้อยละ 80 นับเป็นจำนวนผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์ นำคะแนนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

#### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป ของผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์จากการคุณภาพของบทเรียนในด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยทั้งบทเรียนเท่ากับ 4.24 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีค่าเฉลี่ยทั้งบทเรียนเท่ากับ 4.34

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การใช้งานดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์จากการทำแบบทดสอบมาตรฐานวัดความสามารถทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 20 คน โดยแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีผู้ที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นค่าร้อยละ 87.95 และคะแนนจากการวัดความสามารถการฝึกปฏิบัติของผู้เรียนทั้งหมด 20 คน ผ่านเกณฑ์ 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เรียนทั้งหมด โดยได้คะแนนคิดเป็นค่าร้อยละ 89 ทั้งนี้บทเรียนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์โดยที่ร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอเอสซีแอลโคป แบ่งเป็น 2 ด้านดังนี้

#### 1.1 คุณภาพด้านเนื้อหา

คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอเอสซีแอลโคป ด้านเนื้อหา รวมทุกรายการมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63

#### 1.2 คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอเอสซีแอลโคป ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ รวมทุกรายการมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

2. ผลของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอเอสซีแอลโคป สามารถสรุปได้ว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ได้ทำการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์จนจบบทเรียน แล้วได้ทำแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน คือแบบทดสอบภาคทฤษฎีและแบบทดสอบวัดความสามารถการฝึกปฏิบัติ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ในส่วนของแบบทดสอบภาคทฤษฎีมีผู้เข้ารับการฝึกที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้ารับการฝึกคิดเป็นร้อยละ 87.97 และแบบทดสอบวัดความสามารถทางการฝึกปฏิบัติ มีผู้ที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้ารับการฝึกคิดเป็นร้อยละ 89 เมื่อนำผลคะแนนทั้ง 2 ภาค มาทำการเปรียบเทียบตามสัดส่วนคะแนนโดยให้คะแนนภาคทฤษฎี 20 คะแนน และคะแนนจากแบบวัดความสามารถการฝึกปฏิบัติ 80 คะแนน รวมเป็น 100 คะแนน มีผู้ที่ผ่านเกณฑ์การประเมินได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 จำนวน 18 คน หรือร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึก แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

## 5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งาน ดิจิตอลสตอরেจอสซิลโลสโคป สามารถนำไปสู่กระบวนการปฏิบัติได้ คือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี จำนวน 20 คน พบว่า จากการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีผู้ทดสอบได้คะแนนมากกว่า ร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด และแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ มีผู้ทำแบบทดสอบได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เรียนทั้งหมด และเมื่อนำผลคะแนนทั้งสองภาครวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละผลการประเมินพบว่า มีผู้ผ่านการประเมินสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 80 จำนวน 18 คน จากจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ผลที่เป็นเช่นนี้อันอาจเนื่องมาจากการที่ผู้รับการฝึกได้ศึกษาจากบทเรียน CBST ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบบทเรียนที่ใช้รูปแบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึก จึงทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมินซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 80 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10% ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด สาเหตุที่ผู้เข้ารับการฝึกไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน อาจมีสาเหตุจาก เนื่องจากทำความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ช้า และยังไม่เคยชินกับการศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยคอมพิวเตอร์ ตลอดจนในส่วนของ การฝึกปฏิบัติซึ่งมีขั้นตอนและรายละเอียดมาก ผู้เข้ารับการฝึกไม่ได้ปฏิบัติเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ระยะเวลาที่ฝึกปฏิบัติใช้ระยะเวลานาน ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอาจเกิดความเบื่อหน่ายในการฝึก ทำให้ไม่สามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเฉลิมชัย สุขสมบูรณ์ (2548 : 61) ได้นำเสนอบทเรียนช่วยฝึกทักษะตามสมรรถนะฐาน เรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์ หลักสูตรวิชาชีพ ระยะสั้น พุทธศักราช 2540 กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เรียนหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น วิทยาลัยสารพัดช่างนครหลวง ที่กำลังศึกษาในเรื่องการประกอบเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์ จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 มีจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 95 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และมีผลคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 90.74 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.24 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากบทเรียน มีเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหา มีความถูกต้อง มีความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน ทำให้นักศึกษาสามารถศึกษาได้โดยไม่ผิดวัตถุประสงค์

การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ของผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.34 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่อง

มาจากบทเรียนมีลำดับขั้นตอนการนำเสนอที่เหมาะสม รูปภาพมีความชัดเจน ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ มีตัวหนังสือประกอบทุกลำดับขั้นตอนทำให้เข้าใจง่าย รูปแบบของเทคนิคการนำเสนอรูปภาพมีความน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหา ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม สีของหัวข้อหรือส่วนที่เน้นมีความเด่นชัด ตำแหน่งของตัวอักษรเหมาะสมและง่ายต่อความเข้าใจ

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผู้สร้างต้องมีความเข้าใจในเรื่อง ขั้นตอนการสร้าง การประยุกต์ใช้งาน โปรแกรม และเทคโนโลยี เพื่อให้บทเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหาและเร้าความสนใจ
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น ควรต้องผสมผสานระบบมัลติมีเดียได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้สร้างบทเรียน ควรคำนึงเวลาที่พอดีไม่นานเกินไป เสียงบรรยายควรเป็นเสียงที่คมชัดไม่มีเสียงรบกวน รูปภาพที่ใช้เป็นเนื้อหาหรือภาพการฝึกปฏิบัติควรมีความชัดเจนสามารถสื่อความหมายได้ดี และสอดคล้องกับเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน
3. ผู้เรียนจะต้องศึกษาวิธีการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ให้เข้าใจก่อนลงมือศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง
4. ผู้เรียนควรศึกษาบทเรียนอย่างละเอียดทุกขั้นตอนตามลำดับเพื่อให้เข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาได้ครบสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การฝึกปฏิบัติหลังจากที่ได้ศึกษาจากบทเรียนแล้วควรคำนึงถึงความพร้อมของสถานศึกษาในเรื่องของเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองต่างๆ
2. ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ให้สามารถนำไปใช้ในระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น
3. ควรเพิ่มเติมในส่วนหัวข้อรายการของแบบทดสอบวัดรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้นเพื่อให้นักศึกษาจะได้ปฏิบัติตามรายการความสามารถได้มากขึ้น
4. การทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัตินั้นควรให้มีครูฝึกเพียงคนเดียวกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเพราะคะแนนที่ได้จะมีความเที่ยงตรงกว่าการมีครูฝึกหลายคน
5. ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับทักษะการปฏิบัติในรายวิชาอื่นต่อไป

## บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543. คู่มือการพัฒนาชุดการสอน CBST. กรุงเทพฯ กระทรวงแรงงาน และสวัสดิการสังคม.
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2546. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546. กรุงเทพฯ กานดา พูนลาภทวี. 2530. “สถิติเพื่อการวิจัย”. กรุงเทพฯ. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- กั้ววล เทียนกัณฑ์เทศน์. 2540. การวัด การวิเคราะห์ การประเมิน ทางการศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2532. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” คอมพิวเตอร์แม่กาจีน. : 60-70. กรุงเทพฯ นายเฉลิมชัย สุขสมบูรณ์. 2548. “บทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง การประกอบ เครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์ หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540.”
- วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เชิดศักดิ์ โฉวาสินธุ์. 2525. การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : อเคียนสโตร์.
- หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมอาชีวศึกษา. 2540. แผนการสอนรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2540. กรุงเทพฯ : ประเภทช่างอุตสาหกรรม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2528. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ไพโรจน์ ตรีนธนากุล. 2543. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ไพศาล หวังวานิช. 2526. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช
- ยุทธศักดิ์ สันตมาศ. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ.”
- วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะ และเทคนิคการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ 2536. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ส่งเสริมวิชาการ.
- ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ. 2544. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เรื่อง การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Window NT Server.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์

- มหาวิทยาลัย สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิญญา วิศาลภรณ์ 2530. การสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วีระพงษ์ เชษฐสมบัติ 2544. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ออสซิลโลสโคป.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัย. สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษา และเทคนิคการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศักดิ์ ศศิกุลมต 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจสอบเครื่องมือรับโทรทัศน์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมนึก ภัททิษณี 2541. การวัดผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง 2535. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. 2530. การสอนทักษะปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุนันท์ แสงโพธิ์ และคณะ. 2536. เครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร : โครงการตำราเรียนสำนักพิมพ์เซ็นเตอร์.
- สุริยา วิทยาประดิษฐ์. 2540. คู่มือปฏิบัติการวิศวกรรม 1. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. รวมศัพท์เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน).
- สำเร็จ สุขสวัสดิ์. 2544. เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร : บริษัทพัฒนาวิชาการ(2535) จำกัด.
- อรไท ก้อนมณี. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการถอดประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ วิชาการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน พุทธศักราช 2540.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2528. พื้นฐานทางเทคโนโลยีในการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

### ภาคผนวก ก

หนังสือผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายวิรัช วิริยาลัย รหัสประจำตัว 44064625 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การใช้งานดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป (A DEVELOPMENT OF COMPETENCY BASED SKILL TRAINING ON USING DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE)" โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ รัตรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2547

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้ เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2547

(รศ.ดร.อนิรุพ แจ่มจัต)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

รายงานผู้ทรงคุณวุฒิตรวจประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

- |                               |                                                                                                                   |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า   | นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 8 ว. กลุ่มงานพัฒนา<br>คณาจารย์การอาชีวศึกษา สำนักพัฒนาสมรรถนะ<br>ครูและบุคลากรการอาชีวศึกษา |
| 2. อาจารย์ธนานันต์ ชูแสง      | ครู คศ.2 อาจารย์แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์<br>วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี<br>สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา               |
| 3. อาจารย์เฉลิมชัย สุขสมบูรณ์ | ครู คศ. 2 หัวหน้าแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์<br>วิทยาลัยสารพัดช่างนครหลวง<br>สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา           |

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

- |                            |                                                                                                              |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. อาจารย์สุธี กิจฉวี      | ครู คศ.2 อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์<br>วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี<br>สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา      |
| 2. อาจารย์ศรัณญา สุทธิมาลา | ครู คศ.2 อาจารย์แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์<br>วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี<br>สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา          |
| 3. อาจารย์ปกรณ์ แสงซื่อ    | นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 6 กลุ่มสารสนเทศเพื่อ<br>การเรียนการสอน สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและ<br>บุคลากรการอาชีวศึกษา |



ที่ กศ 0524.04/ 0193

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๓ มกราคม 2549

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมบูรณ์ เนียมกล้า

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายวิรัช วิริยาลัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินสื่อการสอนตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายวิรัช วิริยาลัย มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ 0284

คณะกรรมการอุดมศึกษา  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนจตุรพักตรพิมาน เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

19 มกราคม 2549

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำ  
วิจัย ผู้อำนวยการสถานศึกษา วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายวิรัช วิริยาลัย นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การใช้งานศิลปะลดผลกระทบจอสซิลโลสโคป” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ รัตวี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2547 คณะกรรมการอุดมศึกษา จึงขอกความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายวิรัช วิริยาลัย ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้  
ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)  
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

### ภาคผนวก ข

- ประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ประเมินความสอดคล้องของแบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

## แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)

### ความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

**คำชี้แจง** ให้ท่านกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ตรงกับความคิดเห็นว่าแบบทดสอบแต่ละข้อมีค่าความสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้มากหรือน้อย โดยพิจารณา ดังนี้

- +1 แบบทดสอบข้อนั้นมีมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด
- 0 ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนั้นมีมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด
- 1 แบบทดสอบข้อนั้นไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

**หมายเหตุ** ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อจะนำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เก็บไว้ ส่วนข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.5 นำไปปรับปรุงให้ได้ตามเกณฑ์

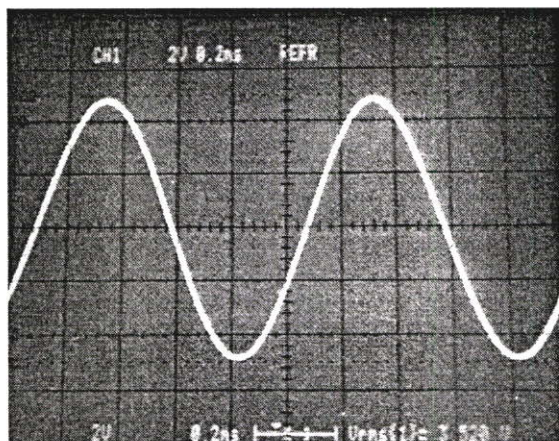
## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
<b>วัตถุประสงค์ที่ 1. สามารถบอกส่วนประกอบต่างๆและหน้าที่ของดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้</b>				
1	<p>การปรับปุ่ม X 10 ที่สายวัดสัญญาณ (PROBE) หมายถึง</p> <p>ก. เพิ่มขนาดสัญญาณ 10 เท่า</p> <p>ข. ลดทอนสัญญาณลง 10 เท่า</p> <p>ค. ปรับแรงดันขนาดไม่เกิน 10 VOLT</p> <p>ง. ปรับแรงดันที่ 10 VOLT/DIV</p>			
2	<p>ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป</p> <p>ก. วัดความถี่ของสัญญาณ</p> <p>ข. วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ</p> <p>ค. วัดความต่างเฟสของสัญญาณ</p> <p>ง. วัดความเข้มของสัญญาณ</p>			
3	<p>ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปต่างจากออสซิลโลสโคปธรรมดาคือ</p> <p>ก. วัดความต่างเฟสของสัญญาณได้</p> <p>ข. สามารถวัดคาบเวลาได้</p> <p>ค. สามารถบันทึกภาพสัญญาณได้</p> <p>ง. แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้</p>			
4	<p>หน้าจอแสดงผลของดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปแตกต่างจากออสซิลโลสโคปคือ</p> <p>ก. แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้</p> <p>ข. มีเส้นแสงสามารถปรับความสว่างได้</p> <p>ค. สามารถปรับเส้นแสงให้ตรงได้</p> <p>ง. แสดงผลการวัดเป็นตัวเลข</p>			

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1

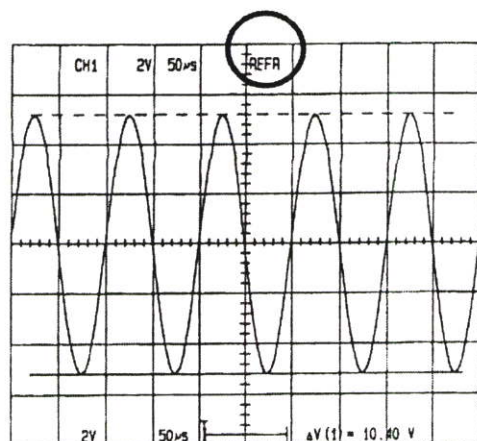
วัตถุประสงค์ที่ 2. สามารถอธิบายความหมายต่างๆบนจอแสดงผลได้อย่างถูกต้อง

5. จากหน้าจอแสดงผลข้อใดถูกต้องที่สุด



- ก. แรงดัน  $V_{rms}$  ของ CH2 เท่ากับ 3.520 V
- ข. แรงดัน  $V_{p-p}$  ของ CH1 เท่ากับ 3.520 V
- ค. ปุ่มปรับ VOLT/DIV ของ CH 1 ที่ 0.2 ms /DIV
- ง. ปุ่มปรับ VOLT/DIV ของ CH 1 ที่ 2 VOLT /DIV

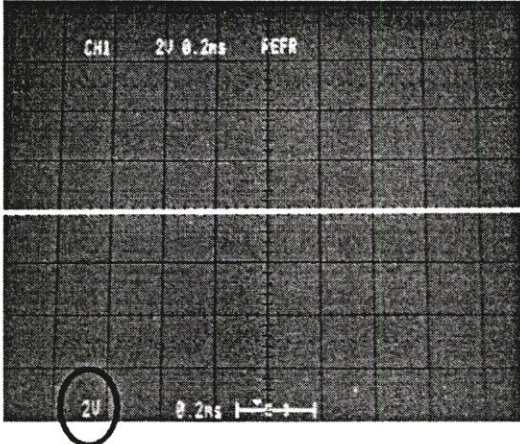
6. จากรูป สัญลักษณ์ภายในวงกลมหมายถึง



- ก. แสดงสถานะสัญญาณมาเดี่ยว
- ข. แสดงสถานะสัญญาณมาต่อเนื่อง
- ค. แสดงสถานะการบันทึกค่า
- ง. แสดงสถานะการทำงานปกติ

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1

วัตถุประสงค์ที่ 2. สามารถอธิบายความหมายต่างๆบนจอแสดงผลได้อย่างถูกต้อง

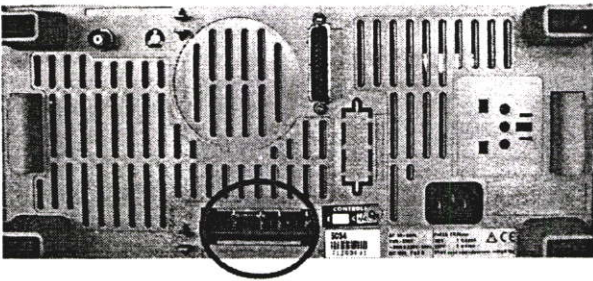
7.	<p>จากรูปสัญญาณที่ได้ภายในวงกลมหมายถึง</p>  <p>ก. ค่า Volt/Div ของ CH1                      ข. ค่า Volt/Div ของ CH2  ค. ค่า Time/Div ของ CH1                    ง. ค่าแรงดัน Vp-p</p>			
----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

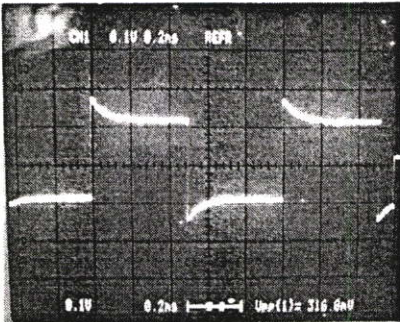
วัตถุประสงค์ที่ 3. บอกการดูแลรักษาดีจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง

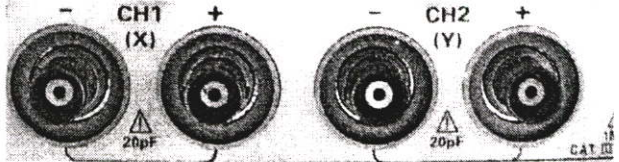
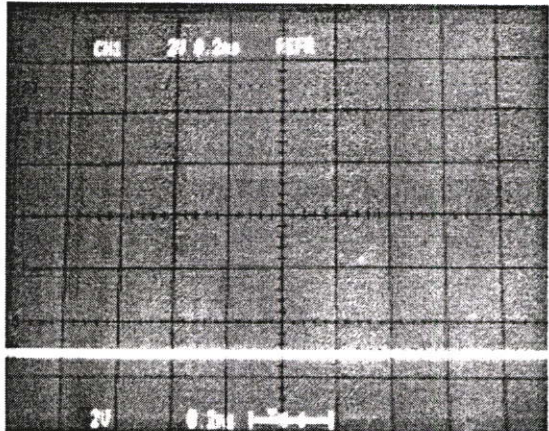
8.	<p>ข้อใดเป็นการทำความสะอาดที่หน้าจอของดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปที่ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. ใช้สำลีชุบน้ำอุ่นแล้วเช็ดแรงๆ  ข. ใช้ผ้าเช็ดเบาๆ  ค. ใช้ผ้าชุบแอลกอฮอล์แล้วเช็ด  ง. ใช้ผ้าสำลีเช็ดแรงๆ</p>			
9.	<p>เพราะเหตุใดจึงไม่ควรนำแท่งแม่เหล็กเข้าใกล้เครื่อง</p> <p>ก. เพราะสนามแม่เหล็กจะทำให้รูปคลื่นที่ได้ผิดเพี้ยนไป  ข. เพราะจะทำให้ความเข้มของแสงสว่างมากจนเกินไป  ค. เพราะจะทำให้เครื่องร้อนเสียหายได้  ง. เพราะจะทำให้เครื่องเกิดระเบิดได้</p>			

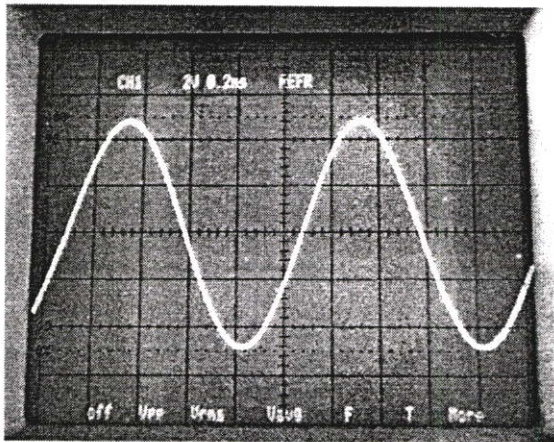
ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
<b>วัตถุประสงค์ที่ 3. บอกการดูแลรักษาดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง</b>				
10.	ข้อใดเป็นวิธีดูแลรักษา ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป ที่ถูกต้อง ก. ตั้งความสว่างที่หน้าจอบ้าง ข. ปิดและเปิดเครื่องในช่วงเวลาติดๆกัน ค. ตั้งความคมชัดที่หน้าจออย่างพอเหมาะ ง. ถูกทุกข้อ			
<b>วัตถุประสงค์ที่ 4. บอกหน้าที่ของปุ่มปรับดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง</b>				
11.	ปุ่ม <i>HOLD-OFF</i> ทำหน้าที่อะไร ก. ควบคุมช่วงเวลาการหยุดระหว่างการกวาดสัญญาณ ข. ควบคุมการปรับระดับสัญญาณการทริกเกอร์ ค. เป็นแหล่งกำเนิดการทริก ง. ปรับความเร็วของการกวาดสัญญาณโดยต่อเนื่อง			
12.	ถ้าต้องการปรับระดับสัญญาณทริกเกอร์สามารถปรับที่ปุ่มปรับใด ก. ปุ่ม LEVEL ข. ปุ่ม VAR ค. ปุ่ม TR ง. ปุ่ม HOLD OFF			
13.	ปุ่ม <i>FOCUS</i> มีหน้าที่ทำอะไร ก. ปรับความแรงของสัญญาณ ข. ปรับความคมชัดของเส้นแสง ค. ปรับความสว่างของเส้นแสง ง. ปรับความลาดเอียง			
14.	ปุ่ม <i>INTENSITY</i> มีหน้าที่ทำอะไร ก. ปรับเส้นแสงไปมา ข. ปรับความคมชัดของเส้นแสง ค. ปรับความสว่างของเส้นแสง ง. ปรับความลาดเอียง			

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
<b>วัตถุประสงค์ที่ 4. บอกหน้าที่ของปุ่มปรับดิจิทัลอสตอเรจอสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง</b>				
15.	<p>ปุ่มปรับใดของดิจิทัลอสตอเรจอสซิลโลสโคปใช้วัดสัญญาณโดยอัตโนมัติ</p> <p>ก. ปุ่ม AUTO SET</p> <p>ข. ปุ่ม RUN</p> <p>ค. ปุ่ม SAVE</p> <p>ง. ปุ่ม MEAS</p>			
16.	<p>ปุ่มใดใช้ตรวจสอบสายโพรบและทดสอบการทำงานของเครื่อง</p> <p>ก. ปุ่ม VOLT/DIV</p> <p>ข. ปุ่ม AUTO SET</p> <p>ค. ปุ่ม MEAS</p> <p>ง. ปุ่ม PROBE ADJUST</p>			
17.	<p>ถ้าต้องการปรับเส้นแสงให้เป็นเส้นตรงไม่ลาดเอียงต้องใช้ไขควงแบนปรับจุดใด</p> <p>ก. ปุ่ม POSITION</p> <p>ข. ปุ่ม FOCUS</p> <p>ค. ปุ่ม TR</p> <p>ง. ปุ่ม INTENSITY</p>			
<b>วัตถุประสงค์ที่ 5. สามารถอธิบายการตรวจสอบเครื่องก่อนการวัดสัญญาณได้อย่างถูกต้อง</b>				
18.	<p>ก่อนการใช้ดิจิทัลอสตอเรจอสซิลโลสโคปปุ่มปรับข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. ปุ่ม POSITION ตำแหน่งตรงกลาง</p> <p>ข. ปุ่ม HOLD OFF ช้ายสุด</p> <p>ค. ปุ่ม LEVEL ตำแหน่งช้ายสุด</p> <p>ง. ปุ่ม VAL ช้ายสุด เมื่อสุดมีตัวล็อก</p>			

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
วัตถุประสงค์ที่ 5. สามารถอธิบายการตรวจสอบเครื่องก่อนการวัดสัญญาณได้อย่างถูกต้อง				
19.	<p>ก่อนการใช้งานเครื่องควรทำสิ่งใดก่อนเป็นอันดับแรก</p> <p>ก. ปรับปุ่ม FOCUS ตำแหน่งตรงกลาง</p> <p>ข. เปิดเครื่องและรอการทำงาน 5 –10 วินาที</p> <p>ค. จัดวางตำแหน่งเครื่องให้มีความเหมาะสมและปลอดภัย</p> <p>ง. สอบเทียบกราวด์</p>			
20.	<p>จากรูปด้านหลังดิจิทัลอสจอสซิลิโคนโคปส่วนที่วงกลมคือ</p>  <p>ก. สายไฟ 220 โวลท์</p> <p>ข. ช่องฟิวส์</p> <p>ค. สายต่อ RS232</p> <p>ง. ช่องต่อ BNC</p>			
21	<p>ข้อใดไม่ต้องการใช้ในการปรับแต่งเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ</p> <p>ก. ดิจิตอลอสจอสซิลิโคนโคป</p> <p>ข. มัลติมิเตอร์</p> <p>ค. สายวัดโพรบ</p> <p>ง. ไชขวงแบน</p>			
22.	<p>การเตรียมเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ ปุ่ม POSITION ต้องปรับไปตำแหน่งใดก่อน</p> <p>ก. หมุนซ้ายสุด</p> <p>ข. หมุนขวาสุด</p> <p>ค. หมุนตรงกลาง</p> <p>ง. ตำแหน่งใดก็ได้</p>			

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
วัตถุประสงค์ที่ 5. สามารถอธิบายการตรวจสอบเครื่องก่อนการวัดสัญญาณได้อย่างถูกต้อง				
23.	<p>จากรูปการปรับค่าชดเชยสายโพรบที่ได้เกิดจากสาเหตุใด</p>  <p>ก. ปรับมากเกินไป ข. ปรับน้อยเกินไป ค. ปรับพอดี ง. ไม่มีข้อใดถูก</p>			
24.	<p>การสอบเทียบกราวด์ ปุ่มปรับของ CH เลือกตำแหน่งใด</p> <p>ก. AC ข. GND ค. DC ง. ถูกทุกข้อ</p>			
วัตถุประสงค์ที่ 6. สามารถอธิบายการใช้ดิจิตอลสตอเรจจออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้าได้				
25.	<p>เมนูย่อยของปุ่มปรับ MEAS แรงดัน <math>V_{max}</math> หมายถึง</p> <p>ก. ส่วนสูงระดับแรงดัน ข. ระดับแรงดันต่ำ ค. ระดับแรงดันสูงสุด ง. ระดับแรงดันต่ำสุด</p>			
26.	<p>ถ้าต้องการเลือกวัดแรงดันไฟเฉลี่ยเลือกเมนูใดจากปุ่ม MEAS</p> <p>ก. <math>V_{p-p}</math> ข. <math>V_{rms}</math> ค. <math>V_{avg}</math> ง. Tr</p>			

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
วัตถุประสงค์ที่ 6. สามารถอธิบายการใช้ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้าได้				
27.	<p>จากรูปต้องการวัดสัญญาณต่อสายโพรบที่ขั้วต่อ CH ไດ</p>  <p>ก. CH1 + ข. CH2 + ค. CH1 - ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข</p>			
28.	<p>จากรูปแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง DC มีค่าเท่ากับ</p>  <p>ก. + 5 V ข. - 5 V ค. + 15 V ง. - 0.2 V</p>			

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
วัตถุประสงค์ที่ 7. สามารถอธิบายการใช้ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคปวัดคาบเวลาและความถี่ได้				
29.	<p>ในเมนูย่อยของแสดงการวัดสัญญาณ W+ หมายถึง</p> <p>ก. ช่วงเวลาขาขึ้น</p> <p>ข. ช่วงเวลาด้านบวก</p> <p>ค. ความกว้างสัญญาณด้านบวก</p> <p>ง. ระดับแรงดันด้านบวก</p>			
30.	<p>จากรูปถ้าต้องการให้เครื่องแสดงผลการวัดสัญญาณ เป็นความถี่ ต้องเลือกเมนูใด</p>  <p>The image shows a digital oscilloscope screen with a sine wave. At the top, it displays 'CH1 2V 0.2ns FEFR'. At the bottom, there is a menu with options: 'off', 'Vpp', 'Vmax', 'Vavg', 'F', 'T', and 'More'. The 'F' option represents frequency.</p> <p>ก. More</p> <p>ข. Vavg</p> <p>ค. F</p> <p>ง. T</p>			
31.	<p>การวัดคาบเวลา <i>TIME</i> ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคปพิจารณา รูปคลื่นที่เท่าใด</p> <p>ก. ครึ่งรูปสัญญาณ</p> <p>ข. 2 รูปคลื่นสัญญาณ</p> <p>ค. ทั้งหมดบนหน้าจอ</p> <p>ง. 1 รูปคลื่นสัญญาณ</p>			

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
<b>วัตถุประสงค์ที่ 8. สามารถอธิบายการวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้อย่างถูกต้อง</b>				
32.	ในการวัดค่าความแตกต่างของสัญญาณโดยใช้ เส้น C2 หมายถึง ก. CENTER 2 ข. CURSOR 2 ค. CURSOR ของ CH 2 ง. Coupling ที่ CH 2			
33.	การวัดความแตกต่างทางด้านแอมพลิจูด (แรงดัน) จะเลือกวัดแบบใด บนเมนูย่อย CURSOR ก. $\Delta V$ ข. $\Delta t$ ค. $\nabla V$ ง. $\theta$			
34.	ข้อใดใช้คำนวณหาความต่างเฟสของสัญญาณ ก. $\frac{\theta}{T} \cdot 360$ ข. $\Delta t \cdot 380$ ค. $\omega = 2\pi f$ ง. $F = \frac{1}{T}$			
<b>วัตถุประสงค์ที่ 9. สามารถอธิบายการบันทึกค่าและเรียกสัญญาณภาพกลับคืนได้อย่างถูกต้อง</b>				
35.	ก่อนการบันทึกภาพสัญญาณที่หน้าจอ ต้องทำสิ่งใดก่อนทุกครั้ง ก. กดปุ่ม RUN เพื่อหยุดภาพที่หน้าจอ ข. กดปุ่ม HARD COPY เพื่อหยุดภาพที่หน้าจอ ค. กดปุ่ม CURS เพื่อหยุดภาพที่หน้าจอ ง. กดปุ่ม MODE เพื่อหยุดภาพที่หน้าจอ			

ข้อที่	ข้อสอบ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
วัตถุประสงค์ที่ 9. สามารถอธิบายการบันทึกค่าและเรียกสัญญาณภาพกลับคืนได้อย่างถูกต้อง				
36.	<p>เมื่อเราทำการบันทึกภาพของ CH 2 สัญลักษ์ณใดแสดงว่ามีกรบันทึกสัญญาณแล้ว</p> <p>ก. FCH 2</p> <p>ข. SCH 2</p> <p>ค. CCH 2</p> <p>ง. TCH 2</p>			

**แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)**  
**ความสอดคล้องของแบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติกับ**  
**กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

**เรื่องการใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกซิลโลสโคป วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์**

**คำชี้แจง** ให้ท่านกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ตรงกับความคิดเห็นว่าแบบทดสอบแต่ละข้อมีค่าความสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้มากหรือน้อย โดยพิจารณา ดังนี้

- +1 แบบทดสอบข้อนั้นมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด
- 0 ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนั้นมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด
- 1 แบบทดสอบข้อนั้นไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

**หมายเหตุ** ผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อจะนำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เก็บไว้ ส่วนข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.5 นำไปปรับปรุงให้ได้ตามเกณฑ์

## หน่วยที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ

ข้อที่	รายการความสามารถ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
1.	การจัดเตรียมเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ (ปิดเครื่อง)			
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้			
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้			
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้			
2.	การปรับปุ่มต่างๆให้อยู่ในตำแหน่งเพื่อเตรียมการวัดสัญญาณ			
	2.1 ปรับปุ่มควบคุมตำแหน่ง POSITION ของเส้นแสงได้			
	2.2 ปรับปุ่มเพื่อควบคุมสัญญาณทริกเกอร์ได้			
	2.3 ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนตั้ง (VERTICAL) ได้			
	2.4 ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนนอน (HORIZONTAL) ได้			
3.	การตรวจสอบสายไฟและการจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่อง			
	3.1 ตรวจสอบสายไฟและสถานะไฟฟ้าด้านหลังเครื่องได้			
	3.2 นำสายไฟเข้าขั้วเสียบแหล่งจ่ายไฟ 220 v ได้			
4.	ทำการตรวจสอบสถานะการทำงานก่อนการวัดสัญญาณ			
	4.1 เปิดเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปและรอการทำงานได้			
	4.2 ปรับปุ่มด้านหน้าเครื่องให้เส้นแสงปรากฏที่หน้าจอได้			
	4.3 ปรับปุ่มเพื่อสอบเทียบกราวด์ได้			
	4.4 ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความสว่างได้พอเหมาะ			
	4.5 ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความคมชัดได้			
5.	การปรับแต่งความเที่ยงตรงของเส้นแสง			
	5.1 ตรวจสอบเส้นแสงตำแหน่งปกติได้			
	5.2 ใช้ไขควงปรับปุ่ม TR (TRACE ROTATION) ได้			
6.	การปรับแต่งค่าชดเชยสายวัดสัญญาณ (PROBE)			
	6.1 ตรวจสอบค่าลดทอนสัญญาณที่สายวัดสัญญาณได้			
	6.2 ต่อสายวัดสัญญาณและเกี่ยวกับจุดทดสอบได้			
	6.3 ปรับปุ่มให้สัญญาณสี่เหลี่ยมมีความเหมาะสมได้			
	6.4 ใช้ไขควงปรับปุ่มค่าชดเชยที่สายวัดสัญญาณได้			

## หน่วยที่ 2 การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณแบบต่างๆ

ข้อที่	รายการความสามารถ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
<b>1.</b>	<b>การเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (DC)</b>			
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้			
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้			
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้			
	1.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้			
<b>2.</b>	<b>การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้</b>			
	2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับต่างๆก่อนการวัดสัญญาณได้			
	2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้			
	2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้			
	2.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ได้อย่างถูกต้อง			
<b>3.</b>	<b>ใช้ดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้</b>			
	3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้			
	3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสมได้			
	3.3 ปรับปุ่มการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้			
	3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้			
<b>4.</b>	<b>การเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)</b>			
	4.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับได้			
	4.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานได้อย่างถูกต้อง			
	4.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้			
	4.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้			
<b>5.</b>	<b>การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้</b>			
	5.1 ตรวจสอบปุ่มปรับต่างๆก่อนการวัดสัญญาณได้			
	5.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้			
	5.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้			
	5.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ได้อย่างถูกต้อง			

ข้อที่	รายการความสามารถ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
6.	ใช้ดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้			
	6.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้			
	6.2 ปรับปรุงปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสมได้			
	6.3 ปรับปรุงการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบต่างๆได้			
	6.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้			
	6.5 ปรับปรุงการวัดความถี่ของสัญญาณได้			
	6.6 อ่านค่าและบันทึกค่าความถี่ของสัญญาณได้			
	6.7 ปรับปรุงการวัดคาบเวลาของสัญญาณได้			
	6.8 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณได้			

## หน่วยที่ 3 การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ

ข้อที่	รายการความสามารถ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
1.	การเตรียมวัดสัญญาณความต่างเฟสของสัญญาณได้			
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสซิทิลโลสโกปได้			
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสซิทิลโลสโกปได้			
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้			
	1.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้			
2.	การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้			
	2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้			
	2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้			
	2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้			
	2.4 ทำการสอบเทียบกราด์ทั้ง 2 แชนแนลได้อย่างถูกต้อง			
3.	วัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลา $\Delta t$ ของสัญญาณได้			
	3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทั้ง 2 แชนแนลได้			
	3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณทั้ง 2 แชนแนลมีความเหมาะสมได้			
	3.3 ปรับปุ่มใช้ CURSOR วัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลาได้			
	3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าความแตกต่างทางแกนเวลา $\Delta t$ ได้			
4.	คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้			
	4.1 ปรับปุ่มเลือกการวัดคาบเวลา (TIME) ของสัญญาณได้			
	4.2 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณได้			
	4.3 คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้			
	4.4 บันทึกค่าความแตกต่างของสัญญาณได้			

## หน่วยที่ 4 การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

ข้อที่	รายการความสามารถ	เกณฑ์การพิจารณา		
		1	0	-1
1.	การเตรียมเครื่องเพื่อบันทึกสัญญาณที่หน้าจอ			
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้			
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้			
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้			
	1.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้			
2.	ตรวจสอบสัญญาณและค่าการวัดที่ต้องการบันทึกบนหน้าจอ			
	2.1 ปรับปุ่มวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกที่หน้าจอได้			
	2.2 ปรับปุ่มแสดงค่าการวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกได้			
3.	การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน			
	3.1 ปรับปุ่มเพื่อบันทึกสัญญาณที่หน้าจอได้			
	3.2 ปรับปุ่มให้หน้าจอหยุดนิ่งได้			
	3.3 บันทึกสัญญาณทั้ง 2 แชนแนล ลงหน่วยความจำของเครื่องได้			
4.	การเรียกสัญญาณที่บันทึกกลับคืน			
	4.1 ตรวจสอบเครื่องก่อนการเรียกสัญญาณที่บันทึกกลับคืนมาได้			
	4.2 ปรับปุ่มเพื่อเรียกสัญญาณกลับคืนที่หน้าจอได้			
5.	การเก็บรักษาเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป			
	5.1 จัดเก็บเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้			
	5.2 จัดเก็บสายวัดสัญญาณ (PROBE) ได้			
	5.3 จัดเก็บสายไฟฟ้า 220 V ได้			
	5.4 จัดเก็บขาตั้งเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้			
	5.5 นำเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปเก็บเข้าที่ได้อย่างถูกต้อง			

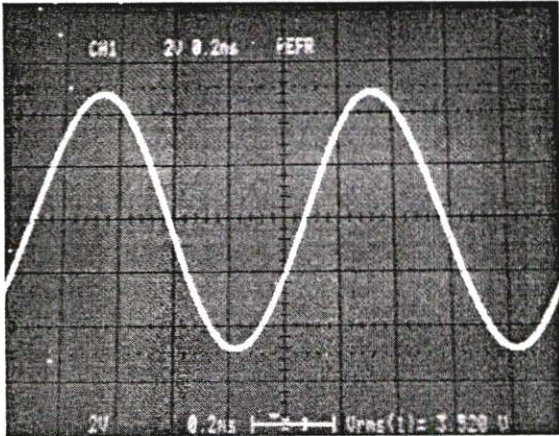
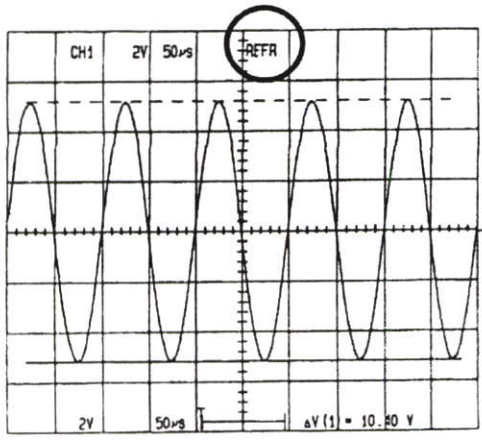
### ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกรายการความสามารถการ  
ฝึกปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

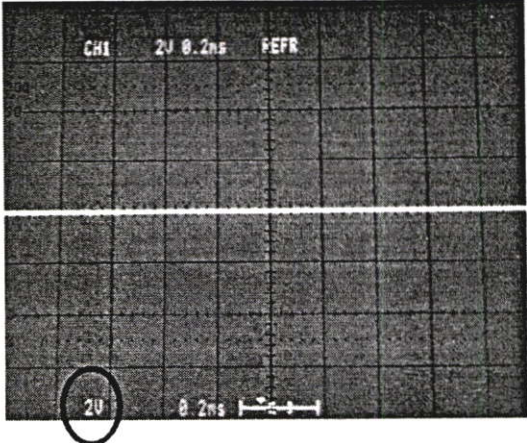
ตารางที่ ค (1) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎี  
กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
<b>วัตถุประสงค์ที่ 1. สามารถบอกส่วนประกอบต่างๆและหน้าที่ของดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้</b>			
1	การปรับปุ่ม X 10 ที่สายวัดสัญญาณ (PROBE) หมายถึง ก. เพิ่มขนาดสัญญาณ 10 เท่า ข. ลดทอนสัญญาณลง 10 เท่า ค. ปรับแรงดันขนาดไม่เกิน 10 VOLT ง. ปรับแรงดันที่ 10 VOLT/DIV	3	1
2	ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป ก. วัดความถี่ของสัญญาณ ข. วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ค. วัดความต่างเฟสของสัญญาณ ง. วัดความเข้มของสัญญาณ	2	0.67
3	ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปต่างจากออสซิลโลสโคปธรรมดาคือ ก. วัดความต่างเฟสของสัญญาณได้ ข. สามารถวัดคาบเวลาได้ ค. สามารถบันทึกภาพสัญญาณได้ ง. แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้	2	0.67
4	หน้าจอแสดงผลของดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปแตกต่างจาก ออสซิลโลสโคปคือ ก. แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้ ข. มีเส้นแสงสามารถปรับความสว่างได้ ค. สามารถปรับเส้นแสงให้ตรงได้ ง. แสดงผลการวัดเป็นตัวเลข	3	1

## ตารางที่ ค (1) ต่อ

ข้อ ที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
วัตถุประสงค์ที่ 2. สามารถอธิบายความหมายต่างๆบนจอแสดงผลได้อย่างถูกต้อง			
5.	<p>จากหน้าจอแสดงผลข้อใดถูกต้องที่สุด</p>  <p>ก. แรงดัน <math>V_{rms}</math> ของ CH2 เท่ากับ 3.520 V          ข. แรงดัน <math>V_{p-p}</math> ของ CH1 เท่ากับ 3.520 V          ค. ปุ่มปรับ VOLT/DIV ของ CH 1 ที่ 0.2 ms /DIV          ง. ปุ่มปรับ VOLT/DIV ของ CH 1 ที่ 2 VOLT /DIV</p>	3	1
6.	<p>จากรูป สัญลักษณ์ภายในวงกลมหมายถึง</p>  <p>ก. แสดงสถานะสัญญาณมาเดี่ยว          ข. แสดงสถานะสัญญาณมาต่อเนื่อง          ค. แสดงสถานะการบันทึกราคา          ง. แสดงสถานะการทำงานปกติ</p>	3	1

## ตารางที่ ค (1) ต่อ

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
วัตถุประสงค์ที่ 2. สามารถอธิบายความหมายต่างๆบนจอแสดงผลได้อย่างถูกต้อง			
7.	<p>จากรูปสัญญาณที่ได้ภายในวงกลมหมายถึง</p>  <p>ก. ค่า Volt/Div ของ CH1                      ข. ค่า Volt/Div ของ CH2            ค. ค่า Time/Div ของ CH1                    ง. ค่าแรงดัน Vp-p</p>	3	1
วัตถุประสงค์ที่ 3. บอกการดูแลรักษาดีจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง			
8.	<p>ข้อใดเป็นการทำความสะอาดที่หน้าจอของดีจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปที่ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. ใช้สำลีชุบน้ำอุ่นแล้วเช็ดแรงๆ            ข. ใช้ผ้าเช็ดเบาๆ            ค. ใช้ผ้าชุบแอลกอฮอล์แล้วเช็ด            ง. ใช้ผ้าสำลีเช็ดแรงๆ</p>	3	1
9.	<p>เพราะเหตุใดจึงไม่ควรนำแท่งแม่เหล็กเข้าใกล้เครื่อง</p> <p>ก. เพราะสนามแม่เหล็กจะทำให้รูปคลื่นที่ได้ผิดเพี้ยนไป            ข. เพราะจะทำให้ความเข้มของแสงสว่างมากจนเกินไป            ค. เพราะจะทำให้เครื่องร้อนเสียหายได้            ง. เพราะจะทำให้เครื่องเกิดระเบิดได้</p>	3	1

## ตารางที่ ค (1) ต่อ

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
<b>วัตถุประสงค์ที่ 3. บอกการดูแลรักษาดิจิทัลอสตอเรจอสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง</b>			
10.	ข้อใดเป็นวิธีดูแลรักษา ดิจิทัลอสตอเรจอสซิลโลสโคป ที่ถูกต้อง ก. ตั้งความสว่างที่หน้าจอมากๆ ข. ปิดและเปิดเครื่องในช่วงเวลาติดๆกัน ค. ตั้งความคมชัดที่หน้าจออย่างพอเหมาะ ง. ถูกทุกข้อ	3	1
<b>วัตถุประสงค์ที่ 4. บอกหน้าที่ของปุ่มปรับดิจิทัลอสตอเรจอสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง</b>			
11.	ปุ่ม <i>HOLD-OFF</i> ทำหน้าที่อะไร ก. ควบคุมช่วงเวลาการหยุดระหว่างการกวาดสัญญาณ ข. ควบคุมการปรับระดับสัญญาณการทริกเกอร์ ค. เป็นแหล่งกำเนิดการทริก ง. ปรับความเร็วของการกวาดสัญญาณ โดยต่อเนื่อง	3	1
12.	ถ้าต้องการปรับระดับสัญญาณทริกเกอร์สามารถปรับที่ปุ่มปรับใด ก. ปุ่ม LEVEL ข. ปุ่ม VAR ค. ปุ่ม TR ง. ปุ่ม HOLD OFF	3	1
13.	ปุ่ม <i>FOCUS</i> มีหน้าที่ทำอะไร ก. ปรับความแรงของสัญญาณ ข. ปรับความคมชัดของเส้นแสง ค. ปรับความสว่างของเส้นแสง ง. ปรับความลาดเอียง	3	1
14.	ปุ่ม <i>INTENSITY</i> มีหน้าที่ทำอะไร ก. ปรับเส้นแสงไปมา ข. ปรับความคมชัดของเส้นแสง ค. ปรับความสว่างของเส้นแสง ง. ปรับความลาดเอียง	3	1

ตารางที่ ค (2) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกการความสามารถการฝึกปฏิบัติกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ

ที่	รายการความสามารถ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
1.	การจัดเตรียมเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ (ปิดเครื่อง)		
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้	3	1
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้	2	0.67
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	3	1
2.	การปรับปุ่มต่างๆให้อยู่ในตำแหน่งเพื่อเตรียมการวัดสัญญาณ		
	2.1 ปรับปุ่มควบคุมตำแหน่ง POSITION ของเส้นแสงได้	3	1
	2.2 ปรับปุ่มเพื่อควบคุมสัญญาณทริกเกอร์ได้	3	1
	2.3 ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนตั้ง (VERTICAL) ได้	3	1
	2.4 ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนนอน (HORIZONTAL) ได้	3	1
3.	การตรวจสอบสายไฟและการจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่อง		
	3.1 ตรวจสอบสายไฟและสถานะไฟฟ้าด้านหลังเครื่องได้	3	1
	3.2 นำสายไฟเข้าขั้วเสียบแหล่งจ่ายไฟ 220 V ได้	3	1
4.	ทำการตรวจสอบสถานะการทำงานก่อนการวัดสัญญาณ		
	4.1 เปิดเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปและรอการทำงานได้	3	1
	4.2 ปรับปุ่มด้านหน้าเครื่องให้เส้นแสงปรากฏที่หน้าจอได้	3	1
	4.3 ปรับปุ่มเพื่อสอบเทียบกรวดได้	3	1
	4.4 ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความสว่างได้พอเหมาะ	2	0.67
	4.5 ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความคมชัดได้	2	0.67
5.	การปรับแต่งความเที่ยงตรงของเส้นแสง		
	5.1 ตรวจสอบเส้นแสงตำแหน่งปกติได้	2	0.67
	5.2 ใช้ไขควงปรับปุ่ม TR (TRACE ROTATION) ได้	3	1
6.	การปรับแต่งค่าชดเชยสายวัดสัญญาณ (PROBE)		
	6.1 ตรวจสอบค่าลดทอนสัญญาณที่สายวัดสัญญาณได้	3	1
	6.2 ต่อสายวัดสัญญาณและเกี่ยวกับจุดทดสอบได้	2	0.67

## ตารางที่ ค (2) ต่อ

ที่	รายการความสามารถ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
6.3	ปรับปรุงให้สัญญาณสี่เหลี่ยมมีความเหมาะสมได้	2	0.67
6.4	ใช้ไขควงปรับปรุงค่าชดเชยที่สายวัดสัญญาณได้	3	1

ตารางที่ ค (3) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกการความสามารถการฝึกปฏิบัติกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง การวัดสัญญาณแบบต่างๆ

ที่	รายการความสามารถ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
<b>1.</b>	<b>การเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (DC)</b>		
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสโตนเรจออกสซิลโลสโคปได้	2	0.67
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสโตนเรจออกสซิลโลสโคปได้	2	0.67
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	3	1
	1.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้	3	1
<b>2.</b>	<b>การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้</b>		
	2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับต่างๆก่อนการวัดสัญญาณได้	3	1
	2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	3	1
	2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้	3	1
	2.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ได้อย่างถูกต้อง	3	1
<b>3.</b>	<b>ใช้ดิจิทัลสโตนเรจออกสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้</b>		
	3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้	3	1
	3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสมได้	2	0.67
	3.3 ปรับปุ่มการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้	3	1
	3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้	3	1
<b>4.</b>	<b>การเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)</b>		
	4.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับได้	3	1
	4.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	2	0.67
	4.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	3	1
	4.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้	3	1
<b>5.</b>	<b>การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้</b>		
	5.1 ตรวจสอบปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	3	1
	5.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	3	1
	5.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้	3	1
	5.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ได้อย่างถูกต้อง	3	1

## ตารางที่ ค (3) ต่อ

ที่	รายการความสามารถ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
6.	ใช้ดิจิทัลสตอเรจออกซิลโคปวัตแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้		
	6.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้	3	1
	6.2 ปรับปรุงปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสมได้	3	1
	6.3 ปรับปรุงการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบต่างๆได้	2	0.67
	6.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้	3	1
	6.5 ปรับปรุงการวัดความถี่ของสัญญาณได้	3	1
	6.6 อ่านค่าและบันทึกค่าความถี่ของสัญญาณได้	3	1
	6.7 ปรับปรุงการวัดคาบเวลาของสัญญาณได้	3	1
	6.8 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณได้	3	1

ตารางที่ ค (4) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกการความสามารถการฝึกปฏิบัติกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ

ที่	รายการความสามารถ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
<b>1.</b>	<b>การเตรียมวัดสัญญาณความต่างเฟสของสัญญาณได้</b>		
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสซิลโลสโคปได้	2	0.67
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกสซิลโลสโคปได้	2	0.67
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	3	1
	1.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้	3	1
<b>2.</b>	<b>การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้</b>		
	2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	3	1
	2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	3	1
	2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้	2	0.67
	2.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ทั้ง 2 แชนแนลได้อย่างถูกต้อง	2	0.67
<b>3.</b>	<b>วัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลา <math>\Delta t</math> ของสัญญาณได้</b>		
	3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทั้ง 2 แชนแนลได้	3	1
	3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณทั้ง 2 แชนแนลมีความเหมาะสมได้	3	1
	3.3 ปรับปุ่มใช้ CURSURE วัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลาได้	2	0.67
	3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าความแตกต่างทางแกนเวลา $\Delta t$ ได้	3	1
<b>4.</b>	<b>คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้</b>		
	4.1 ปรับปุ่มเลือกการวัดคาบเวลา (TIME) ของสัญญาณได้	2	0.67
	4.2 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณได้	3	1
	4.3 คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้	3	1
	4.4 บันทึกค่าความแตกต่างของสัญญาณได้	2	0.67

ตารางที่ 5) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบบันทึกการความสามารถการฝึกปฏิบัติกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

ที่	รายการความสามารถ	ผลการพิจารณา	
		$\sum R$	IOC
1.	การเตรียมเครื่องเพื่อบันทึกสัญญาณที่หน้าจอ		
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้	3	1
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้	2	0.67
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	3	1
	1.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้	3	1
2.	ตรวจสอบสัญญาณและค่าการวัดที่ต้องการบันทึกบนหน้าจอ		
	2.1 ปรับปรุงวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกที่หน้าจอได้	3	1
	2.2 ปรับปรุงแสดงค่าการวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกได้	3	1
3.	การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน		
	3.1 ปรับปรุงเพื่อรอการบันทึกสัญญาณที่หน้าจอได้	3	1
	3.2 ปรับปรุงให้หน้าจอหยุดนิ่งได้	3	1
	3.3 บันทึกสัญญาณทั้ง 2 แชนแนล ลงหน่วยความจำของเครื่องได้	3	1
4.	การเรียกสัญญาณที่บันทึกกลับคืน		
	4.1 ตรวจสอบเครื่องก่อนการเรียกสัญญาณที่บันทึกกลับคืนมาได้	3	1
	4.2 ปรับปรุงเพื่อเรียกสัญญาณกลับคืนที่หน้าจอได้	3	1
5.	การเก็บรักษาเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป		
	5.1 จัดเก็บเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้	3	1
	5.2 จัดเก็บสายวัดสัญญาณ (PROBE) ได้	2	0.67
	5.3 จัดเก็บสายไฟฟ้า 220 V ได้	2	0.67
	5.4 จัดเก็บขาตั้งเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้	3	1
	5.5 นำเครื่องสตอเรจออสซิลโลสโคปเก็บเข้าที่ได้อย่างถูกต้อง	2	0.67

### ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบภาคทฤษฎี
- ผลการประเมินแบบทดสอบภาคทฤษฎี
- แบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ
- ผลการประเมินระดับความสามารถการฝึกปฏิบัติ
- การหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

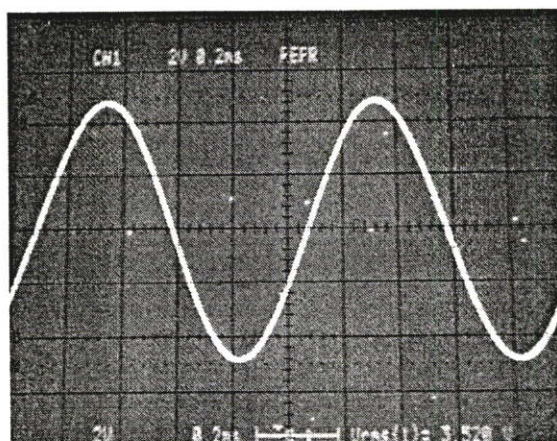
## แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคทฤษฎี)

วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการใช้งานดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป

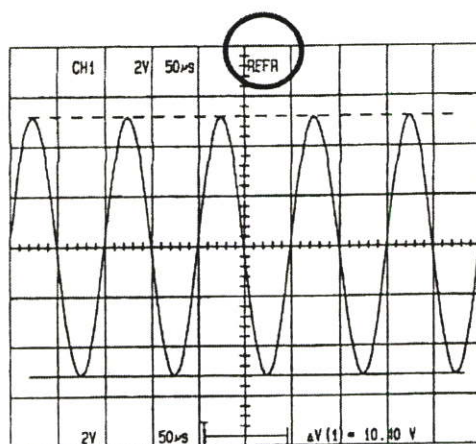
**คำชี้แจง** เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว กากบาท ( X ) ลงหน้าคำตอบที่ถูกต้อง

- 1 การปรับปุ่ม X 10 ที่สายวัดสัญญาณ (PROBE) หมายถึง
  - ก. เพิ่มขนาดสัญญาณ 10 เท่า
  - ข. ลดทอนสัญญาณลง 10 เท่า
  - ค. ปรับแรงดันขนาดไม่เกิน 10 VOLT
  - ง. ปรับแรงดันที่ 10 VOLT/DIV
  
- 2 ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป
  - ก. วัดความถี่ของสัญญาณ
  - ข. วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
  - ค. วัดความต่างเฟสของสัญญาณ
  - ง. วัดความเข้มของสัญญาณ
  
- 3 ดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปต่างจากออสซิลโลสโคปธรรมดา คือ
  - ก. วัดความต่างเฟสของสัญญาณได้
  - ข. สามารถวัดคาบเวลาได้
  - ค. สามารถบันทึกภาพสัญญาณได้
  - ง. แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้
  
- 4 หน้าจอแสดงผลของดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปแตกต่างจากออสซิลโลสโคปคือ
  - ก. แสดงรูปสัญญาณที่วัดได้
  - ข. มีเส้นแสงสามารถปรับความสว่างได้
  - ค. สามารถปรับเส้นแสงให้ตรงได้
  - ง. แสดงผลการวัดเป็นตัวเลข

5. จากหน้าจอแสดงผลข้อใดถูกต้องที่สุด

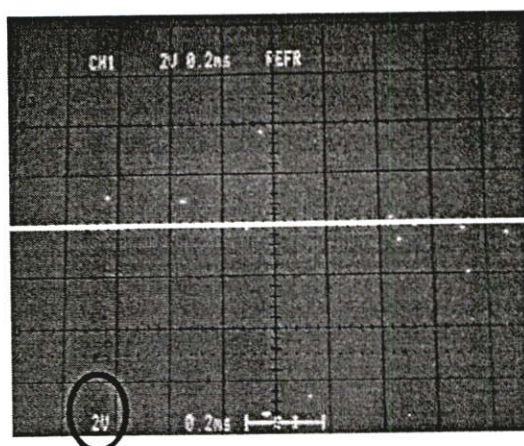


- ก. แรงดัน  $V_{rms}$  ของ CH2 เท่ากับ 3.520 V  
 ข. แรงดัน  $V_{p-p}$  ของ CH1 เท่ากับ 3.520 V  
 ค. ปุ่มปรับ VOLT/DIV ของ CH 1 ที่ 0.2 ms /DIV  
 ง. ปุ่มปรับ VOLT/DIV ของ CH 1 ที่ 2 VOLT /DIV
6. จากรูป สัญลักษณ์ภายในวงกลมหมายถึง



- ก. แสดงสถานะสัญญาณมาเดี่ยว  
 ข. แสดงสถานะสัญญาณมาต่อเนื่อง  
 ค. แสดงสถานะการบันทึกค่า  
 ง. แสดงสถานะการทำงานปกติ

7. จากรูปสัญญาณที่ได้ภายในวงกลมหมายถึง



- ก. ค่า Volt/Div ของ CH1                      ข. ค่า Volt/Div ของ CH2  
 ค. ค่า Time/Div ของ CH1                    ง. ค่าแรงดัน Vp-p

8. ข้อใดเป็นการทำความสะอาดที่หน้าจอของดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคปที่ถูกต้องที่สุด

- ก. ใช้สำลีชุบน้ำอุ่นแล้วเช็ดแรงๆ  
 ข. ใช้ผ้าเช็ดเบาๆ  
 ค. ใช้ผ้าชุบแอลกอฮอล์แล้วเช็ด  
 ง. ใช้ผ้าสำลีเช็ดแรงๆ

9. เพราะเหตุใดจึงไม่ควรนำแท่งแม่เหล็กเข้าใกล้เครื่อง

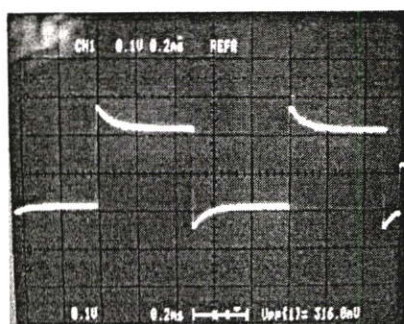
- ก. เพราะสนามแม่เหล็กจะทำให้รูปคลื่นที่ได้ผิดเพี้ยนไป  
 ข. เพราะจะทำให้ความเข้มของแสงสว่างมากจนเกินไป  
 ค. เพราะจะทำให้เครื่องร้อนเสียหายได้  
 ง. เพราะจะทำให้เครื่องเกิดระเบิดได้

10. ข้อใดเป็นวิธีดูแลรักษาดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป ที่ถูกต้อง

- ก. ตั้งความสว่างที่หน้าจอมากๆ  
 ข. ปิดและเปิดเครื่องในช่วงเวลาติดๆกัน  
 ค. ตั้งความคมชัดที่หน้าจออย่างพอเหมาะ  
 ง. ถูกทุกข้อ

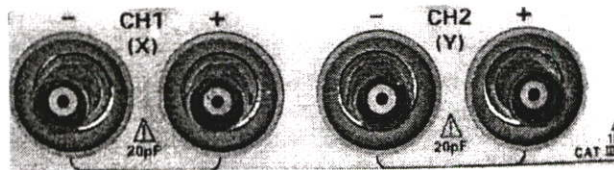
11. ปุ่ม *HOLD-OFF* ทำหน้าที่อะไร
  - ก. ควบคุมช่วงเวลาการหยุดระหว่างการกวาดสัญญาณ
  - ข. ควบคุมการปรับระดับสัญญาณการทริกเกอร์
  - ค. เป็นแหล่งกำเนิดการทริก
  - ง. ปรับความเร็วของการกวาดสัญญาณโดยต่อเนื่อง
  
12. ถ้าต้องการปรับระดับสัญญาณทริกเกอร์สามารถปรับที่ปุ่มปรับใด
  - ก. ปุ่ม LEVEL
  - ข. ปุ่ม VAR
  - ค. ปุ่ม TR
  - ง. ปุ่ม HOLD OFF
  
13. ปุ่ม *FOCUS* มีหน้าที่ทำอะไร
  - ก. ปรับความแรงของสัญญาณ
  - ข. ปรับความคมชัดของเส้นแสง
  - ค. ปรับความสว่างของเส้นแสง
  - ง. ปรับความลาดเอียง
  
14. ปุ่ม *INTENSITY* มีหน้าที่ทำอะไร
  - ก. ปรับเส้นแสงไปมา
  - ข. ปรับความคมชัดของเส้นแสง
  - ค. ปรับความสว่างของเส้นแสง
  - ง. ปรับความลาดเอียง
  
15. ปุ่มปรับใดของดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปใช้วัดสัญญาณโดยอัตโนมัติ
  - ก. ปุ่ม AUTO SET
  - ข. ปุ่ม RUN
  - ค. ปุ่ม SAVE
  - ง. ปุ่ม MEAS

16. ก่อนการใช้ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคปปรับข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
- ปุ่ม POSITION ตำแหน่งตรงกลาง
  - ปุ่ม HOLD OFF ซ้ายสุด
  - ปุ่ม LEVEL ตำแหน่งซ้ายสุด
  - ปุ่ม VAL ซ้ายสุด เมื่อสุดมีตัวล็อก
17. ก่อนการใช้งานเครื่องควรถ่าสิ่งใดก่อนเป็นอันดับแรก
- ปรับปุ่ม FOCUS ตำแหน่งตรงกลาง
  - เปิดเครื่องและรอการทำงาน 5-10 วินาที
  - จัดวางตำแหน่งเครื่องให้มีความเหมาะสมและปลอดภัย
  - สอบเทียบกราวด์
- 18 ข้อใดไม่ต้องใช้ในการปรับแต่งเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ
- ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป
  - มัลติมิเตอร์
  - สายวัดโพรบ
  - ไขควงแบน
19. จากรูปการปรับค่าชดเชยสายโพรบที่ได้เกิดจากสาเหตุใด



- ปรับมากเกินไป
- ปรับน้อยเกินไป
- ปรับพอดี
- ไม่มีข้อใดถูก

20. การสอบเทียบกราวด์ ปุ่มปรับของ CH เลือกตำแหน่งใด
- AC
  - GND**
  - DC
  - ถูกทุกข้อ
21. เมนุย่อยของปุ่มปรับ MEAS แรงดัน  $V_{max}$  หมายถึง
- ส่วนสูงระดับแรงดัน
  - ระดับแรงดันต่ำ
  - ระดับแรงดันสูงสุด
  - ระดับแรงดันต่ำสุด
22. ถ้าต้องการเลือกวัดแรงดันไฟเฉลี่ยเลือกเมนูใดจากปุ่ม MEAS
- Vp-p
  - Vrms
  - Vavg**
  - Tr
23. จากรูปต้องการวัดสัญญาณต่อสายโพรบที่ขั้วต่อ CH ใด

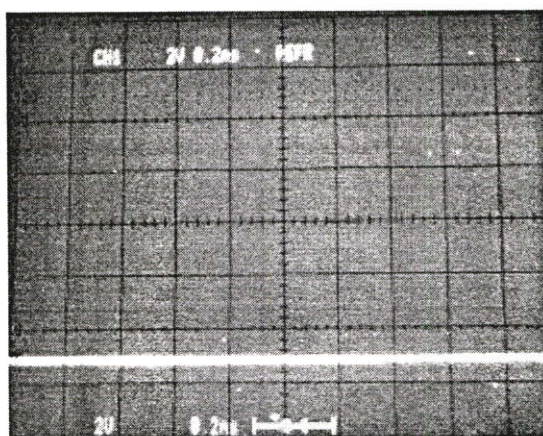


- CH1 +
- CH2 +
- CH1 -
- ถูกทั้งข้อ ก และ ข

24. ในเมนูย่อยของแสดงการวัดสัญญาณ W+ หมายถึง

- ก. ช่วงเวลาขาขึ้น
- ข. ช่วงเวลาด้านบวก
- ค. ความกว้างสัญญาณด้านบวก
- ง. ระดับแรงดันด้านบวก

25. จากรูปแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง DC มีค่าเท่ากับ



- ก. + 5 V
- ข. - 5 V
- ค. + 15 V
- ง. - 0.2 V

26. ในการวัดค่าความแตกต่างของสัญญาณโดยใช้ เส้น C2 หมายถึง

- ก. CENTER 2
- ข. CURSOR 2
- ค. CURSOR ของ CH 2
- ง. Coupling ที่ CH 2

27. การวัดความแตกต่างทางด้านแกนตั้ง (แรงดัน) จะเลือกวัดแบบใด  
บนเมนูย่อย CURSOR

ก.  $\Delta V$

ข.  $\Delta t$

ค.  $\nabla V$

ง.  $\theta$

28. ข้อใดใช้คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณ

ก.  $\frac{\theta}{T} \cdot 360$

ข.  $\Delta t \cdot 380$

ค.  $\omega = 2\pi f$

ง.  $F = \frac{1}{T}$

29. ก่อนการบันทึกภาพสัญญาณที่หน้าจอ ต้องทำสิ่งใดก่อนทุกครั้ง

ก. กดปุ่ม RUN เพื่อหยุดภาพที่หน้าจอ

ข. กดปุ่ม HARD COPY เพื่อหยุดภาพที่หน้าจอ

ค. กดปุ่ม CURS เพื่อหยุดภาพที่หน้าจอ

ง. กดปุ่ม MODE เพื่อหยุดภาพที่หน้าจอ

30. เมื่อเราทำการบันทึกภาพของ CH 2 สัญลักษณ์ใดแสดงว่ามีการบันทึก  
สัญญาณแล้ว

ก. FCH 2

ข. SCH 2

ค. CCH 2

ง. TCH 2

ตารางที่ 1 (1) ผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคทฤษฎี)

ข้อที่	ผู้เรียน 1 ถึง 20																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
6	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1

ตารางที่ ง(1) (ต่อ)

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

# แบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ

## การทดลองที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ

### เครื่องมือและอุปกรณ์

ดิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคป	จำนวน 1 เครื่อง
สายวัดสัญญาณ (Probe)	จำนวน 2 เส้น
ไขควงวงแบนขนาดเล็ก	จำนวน 1 ชุด

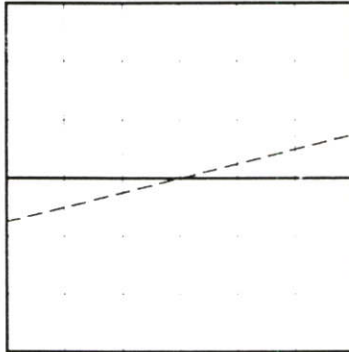
### ให้นักศึกษาปฏิบัติกรทดลองตามคำสั่งต่อไปนี้

- ให้นักศึกษาเตรียมเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ (ปิดเครื่อง)
  - จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคป
  - เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคป
  - เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งาน
- ให้นักศึกษาปรับปุ่มต่างๆให้อยู่ในตำแหน่งเพื่อเตรียมการวัดสัญญาณ
  - ปรับปุ่มควบคุมตำแหน่ง POSITION ของเส้นแสง
  - ปรับปุ่มเพื่อควบคุมสัญญาณทริกเกอร์
  - ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนตั้ง (VERTICAL)
  - ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนนอน (HORIZONTAL)
- ให้นักศึกษาตรวจสอบสายไฟและการจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่อง
  - ตรวจสอบสายไฟและสถานะไฟฟ้าด้านหลังเครื่อง
  - นำสายไฟเข้าขั้วเสียบแหล่งจ่ายไฟ 220 V
- ให้นักศึกษาตรวจสอบสถานะการทำงานก่อนการวัดสัญญาณ
  - เปิดเครื่องดิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคปและรอการทำงาน
  - ปรับปุ่มด้านหน้าเครื่องให้เส้นแสงปรากฏที่หน้าจอ
  - ปรับปุ่มเพื่อสอบเทียบกราวด์
  - ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความสว่าง
  - ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความคมชัด

5. ให้นักศึกษาปรับแต่งความเที่ยงตรงของเส้นแสง ดังรูป

5.1 ตรวจสอบเส้นแสงตำแหน่งปกติ

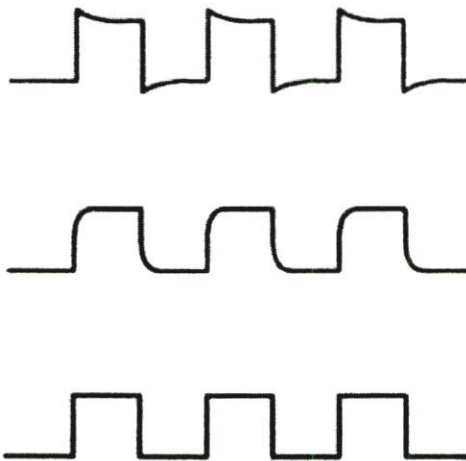
5.2 ใช้ไขควงปรับปุ่ม TR (TRACE ROTATION)



6. ให้นักศึกษาปรับแต่งค่าชดเชยสายวัดสัญญาณ (PROBE) ดังรูป

6.1 ตรวจสอบค่าลดทอนสัญญาณที่สายวัดสัญญาณ

6.2 ต่อสายวัดสัญญาณและเกี่ยวกับจุดทดสอบ



## การทดลองที่ 2 การใช้งานดิจิตอลสต่อเรจออกซิลโลสโคป

### เครื่องมือและอุปกรณ์

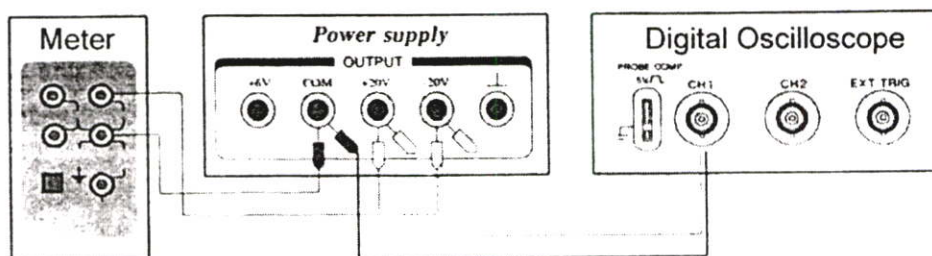
ดิจิตอลสต่อเรจออกซิลโลสโคป	จำนวน 1 เครื่อง
เครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator)	จำนวน 1 เครื่อง
แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (Power Supply)	จำนวน 1 เครื่อง
สายวัดสัญญาณ (Probe)	จำนวน 2 เส้น
มัลติมิเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง
ชุดฝึกการทดลอง	จำนวน 1 ชุด

### ให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลองตามคำสั่งต่อไปนี้

#### ตอนที่ 1 การทดลองวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ปฏิบัติตามคำสั่งต่อไปนี้

##### 1. ให้นักศึกษาเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ดังนี้

- 1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิตอลสต่อเรจออกซิลโลสโคป
- 1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิตอลสต่อเรจออกซิลโลสโคป
- 1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งาน
- 1.4 ต่อวงจรตามรูปที่ 1



รูปที่ 1

##### 2. ให้นักศึกษาการปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงดังต่อไปนี้

- 2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับต่างๆก่อนการวัดสัญญาณ
- 2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณ
- 2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงาน
- 2.4 ทำการสอบเทียบกราวด์

### 3. ให้นักศึกษาใช้ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงค่าตามตารางที่ 1

- 3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
- 3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสม
- 3.3 ปรับปุ่มการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
- 3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงลงในตารางที่ 1

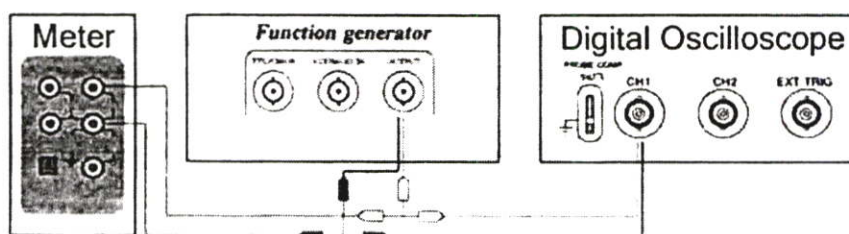
ตารางที่ 1

แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (Volt)	มัลติมิเตอร์ (Volt)	ดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคป	
		จำนวนช่องทางแนวตั้ง	(Volt)
5			
-15			

### ตอนที่ 2. การทดลองวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ปฏิบัติตามคำสั่งต่อไปนี้

#### 1. ให้นักศึกษาเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ขั้นตอนดังนี้

- 1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ
- 1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานตามรูปการทดลอง
- 1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งาน
- 1.4 ต่อวงจรตามรูปการทดลองที่ 2
- 1.5 ตั้งค่าเครื่องกำเนิดสัญญาณ (Function Generator) คลื่นรูปไซน์ ความถี่ตามตารางที่ 2
- 1.6 ปรับขนาด Amplitude ของเครื่องกำเนิดสัญญาณ ( ปุ่ม LEVEL) ตำแหน่งกึ่งกลาง



รูปที่ 2

#### 2. ให้นักศึกษาปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับโดย

- 2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับดิจิตอลสโตเรจออกซิลโลสโคปก่อนการวัดสัญญาณ
- 2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณ
- 2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงาน
- 2.4 ทำการสอบเทียบกราวด์

### 3. ให้นักศึกษาใช้ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขั้นตอนดังนี้

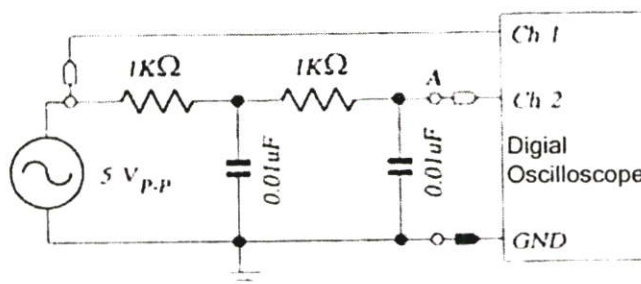
- 3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
- 3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสม
- 3.3 ปรับปุ่มการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบต่างๆ ตามตารางที่ 2
- 3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับลงในตารางที่ 2
- 3.5 ปรับปุ่มการวัดความถี่ของสัญญาณ
- 3.6 อ่านค่าและบันทึกค่าความถี่ของสัญญาณในตารางที่ 2
- 3.7 ปรับปุ่มการวัดคาบเวลาของสัญญาณ
- 3.8 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณในตารางที่ 2

#### ตารางที่ 2

ความถี่ของสัญญาณ จากแหล่งจ่าย (KHz)	ค่าที่วัดได้จากดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป						
	Vp-p	Vp	Vrms	Time	Frequency	Vmax	Vmin
1							
2							

#### ตอนที่ 3. การทดลองวัดความต่างเฟสของสัญญาณ ปฏิบัติตามคำสั่งต่อไปนี้

1. ให้นักศึกษาเตรียมวัดความต่างเฟสของสัญญาณขั้นตอนดังนี้
  - 1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป
  - 1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป
  - 1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งาน
  - 1.4 ต่อดวงจรรูปที่ 3 ความถี่ตามตารางที่ 3



รูปที่ 3

## 2. ให้นักศึกษาปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณขั้นตอนดังนี้

- 2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณ
- 2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณ
- 2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงาน
- 2.5 ทำการสอบเทียบกราวด์ทั้ง 2 แชนแนล

## 3. ให้นักศึกษาวัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลา $\Delta t$ ของสัญญาณ

- 3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทั้ง 2 แชนแนล
- 3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณทั้ง 2 แชนแนลมีความเหมาะสม
- 3.3 ปรับปุ่มใช้ CURSOR วัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลา
- 3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าความแตกต่างทางแกนเวลา  $\Delta t$  ลงในตารางที่ 3

## 4. ให้นักศึกษาคำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณ

- 4.1 ปรับปุ่มเลือกการวัดคาบเวลา (TIME) ของสัญญาณ
- 4.2 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณลงในตารางที่ 3
- 4.3 คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณ
- 4.4 บันทึกค่าความแตกต่างของสัญญาณลงในตารางที่ 3

**ตาราง 3**

ความถี่ (KHz)	ระยะแตกต่างของสัญญาณ ( $\theta$ )	คาบเวลาของสัญญาณ (t)	ค่าความต่างเฟส (Degree)
5			
20			

### ตอนที่ 4. การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

#### 1. ให้นักศึกษาเตรียมวัดความต่างเฟสของสัญญาณขั้นตอนดังนี้

- 1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป
- 1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป
- 1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งาน
- 1.4 ต่อดวงจรตามรูปที่ 3 (ตอนที่ 3)

#### 2. ให้นักศึกษาตรวจสอบสัญญาณและค่าการวัดที่ต้องการบันทึกบนหน้าจอดังนี้

- 2.1 ปรับปุ่มวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกที่หน้าจอ
- 2.2 ปรับปุ่มแสดงค่าการวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึก

### 3. ให้นักศึกษำบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืนดังนี้

- 3.1 ปรับปรุงเพื่อรอกการบันทึกสัญญาณที่หน้าจอ
- 3.2 ปรับปรุงให้หน้าจอหยุดนิ่ง
- 3.3 บันทึกสัญญาณทั้ง 2 แชนแนล

### 4. ให้นักศึกษาการเรียกสัญญาณที่บันทึกกลับคืนดังนี้

- 4.1 ตรวจสอบเครื่องก่อนการเรียกสัญญาณที่บันทึกกลับคืนมา
- 4.2 ปรับปรุงเพื่อเรียกสัญญาณกลับคืนที่หน้าจอได้

### 5. ให้นักศึกษาเก็บรักษาเครื่องดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป

- 5.1 จัดเก็บเครื่องมือที่ใช้งานดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป
- 5.2 จัดเก็บสายวัดสัญญาณ (PROBE)
- 5.3 จัดเก็บสายไฟฟ้า 220 V
- 5.4 จัดเก็บขาตั้งเครื่องดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป
- 5.5 นำเครื่องสตอเรจออสซิลโลสโคปเก็บเข้าที่

**แบบบันทึกรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ**  
**เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป**

ชื่อผู้เรียน.....วันที่.....

**คำชี้แจง**

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

**รายละเอียดของระดับความสามารถ**

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

**เกณฑ์การประเมิน**

ผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น เข้ารับการประเมินจากครูฝึก ผู้เรียนต้องผ่านการประเมินด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

## หน่วยที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ

ร.ก.	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
1.	<b>การจัดเตรียมเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ (ปิดเครื่อง)</b>				
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิตอลสต่อเรจออกสซิลโลสโคปได้				
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิตอลสต่อเรจออกสซิลโลสโคปได้				
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องมือเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้				
2.	<b>การปรับปุ่มต่างๆให้อยู่ในตำแหน่งเพื่อเตรียมการวัดสัญญาณ</b>				
	2.1 ปรับปุ่มควบคุมตำแหน่ง POSITION ของเส้นแสงได้				
	2.2 ปรับปุ่มเพื่อควบคุมสัญญาณทริกเกอร์ได้				
	2.3 ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนตั้ง (VERTICAL) ได้				
	2.4 ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนนอน (HORIZONTAL) ได้				
3.	<b>การตรวจสอบสายไฟและการจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่อง</b>				
	3.1 ตรวจสอบสายไฟและสถานะไฟฟ้าด้านหลังเครื่องได้				
	3.2 นำสายไฟเข้าขั้วเสียบแหล่งจ่ายไฟ 220 V ได้				
4.	<b>ทำการตรวจสอบสถานะการทำงานก่อนการวัดสัญญาณ</b>				
	4.1 เปิดเครื่องดิจิตอลสต่อเรจออกสซิลโลสโคปและรอการทำงานได้				
	4.2 ปรับปุ่มด้านหน้าเครื่องให้เส้นแสงปรากฏที่หน้าจอได้				
	4.3 ปรับปุ่มเพื่อสอบเทียบกราวด์ได้				
	4.4 ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความสว่างได้พอเหมาะ				
	4.5 ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความคมชัดได้				
5.	<b>การปรับแต่งความเที่ยงตรงของเส้นแสง</b>				
	5.1 ตรวจสอบเส้นแสงตำแหน่งปกติได้				
	5.2 ใช้ไขควงปรับปุ่ม TR (TRACE ROTATION) ได้				
6.	<b>การปรับแต่งค่าชดเชยสายวัดสัญญาณ (PROBE)</b>				
	6.1 ตรวจสอบค่าลดทอนสัญญาณที่สายวัดสัญญาณได้				
	6.2 ต่อสายวัดสัญญาณและเกี่ยวกับจุดทดสอบได้				

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
	6.3 ปรับปรุงให้สัญญาณสี่เหลี่ยมมีความเหมาะสมได้				
	6.4 ใช้ไขควงปรับปรุงค่าชดเชยที่สายวัดสัญญาณได้				
	รวมคะแนน				
	รวมคะแนนทั้งหมด				

## หน่วยที่ 2 การวัดสัญญาณแบบต่างๆ

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
<b>1.</b>	<b>การเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (DC)</b>				
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้				
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้				
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้				
	1.4 ต่อดวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้				
<b>2.</b>	<b>การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้</b>				
	2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับต่างๆก่อนการวัดสัญญาณได้				
	2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้				
	2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้				
	2.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ได้อย่างถูกต้อง				
<b>3.</b>	<b>ใช้ดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้</b>				
	3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้				
	3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสมได้				
	3.3 ปรับปุ่มการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้				
	3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้				
<b>4.</b>	<b>การเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)</b>				
	4.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับได้				
	4.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานได้อย่างถูกต้อง				
	4.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้				
	4.4 ต่อดวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้				
<b>5.</b>	<b>การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้</b>				
	5.1 ตรวจสอบปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้				
	5.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้				
	5.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้				
	5.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ได้อย่างถูกต้อง				

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
6.	ใช้ดิจิทัลสตอเรจออกสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้				
	6.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้				
	6.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสมได้				
	6.3 ปรับปุ่มการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบต่างๆได้				
	6.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้				
	6.5 ปรับปุ่มการวัดความถี่ของสัญญาณได้				
	6.6 อ่านค่าและบันทึกค่าความถี่ของสัญญาณได้				
	6.7 ปรับปุ่มการวัดคาบเวลาของสัญญาณได้				
	6.8 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณได้				
	รวมคะแนน				
	รวมคะแนนทั้งหมด				

### หน่วยที่ 3 การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
1.	การเตรียมวัดสัญญาณความต่างเฟสของสัญญาณได้				
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้				
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้				
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องมือเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้				
	1.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้				
2.	การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้				
	2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้				
	2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้				
	2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้				
	2.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ทั้ง 2 แชนแนลได้อย่างถูกต้อง				
3.	วัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลา $\Delta t$ ของสัญญาณได้				
	3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทั้ง 2 แชนแนลได้				
	3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณทั้ง 2 แชนแนลมีความเหมาะสมได้				
	3.3 ปรับปุ่มใช้ CURSOR วัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลาได้				
	3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าความแตกต่างทางแกนเวลา $\Delta t$ ได้				
4.	คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้				
	4.1 ปรับปุ่มเลือกการวัดคาบเวลา (TIME) ของสัญญาณได้				
	4.2 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณได้				
	4.3 คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้				
	4.4 บันทึกค่าความแตกต่างของสัญญาณได้				
	รวมคะแนน				
	รวมคะแนนทั้งหมด				

## หน่วยที่ 4 การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

ที่	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
1.	การเตรียมเครื่องเพื่อบันทึกสัญญาณที่หน้าจอ				
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้				
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้				
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้				
	1.4 ต่อวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้				
2.	ตรวจสอบสัญญาณและค่าการวัดที่ต้องการบันทึกบนหน้าจอ				
	2.1 ปรับปุ่มวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกที่หน้าจอได้				
	2.2 ปรับปุ่มแสดงค่าการวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกได้				
3.	การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน				
	3.1 ปรับปุ่มเพื่อรอการบันทึกสัญญาณที่หน้าจอได้				
	3.2 ปรับปุ่มให้หน้าจอหยุดนิ่งได้				
	3.3 บันทึกสัญญาณทั้ง 2 แชนแนล ลงหน่วยความจำของเครื่องได้				
4.	การเรียกสัญญาณที่บันทึกกลับคืน				
	4.1 ตรวจสอบเครื่องก่อนการเรียกสัญญาณที่บันทึกกลับคืนมาได้				
	4.2 ปรับปุ่มเพื่อเรียกสัญญาณกลับคืนที่หน้าจอได้				
5.	การเก็บรักษาเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป				
	5.1 จัดเก็บเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้				
	5.2 จัดเก็บสายวัดสัญญาณ (PROBE) ได้				
	5.3 จัดเก็บสายไฟฟ้า 220 V ได้				
	5.4 จัดเก็บขาตั้งเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้				
	5.5 นำเครื่องสตอเรจออสซิลโลสโคปเก็บเข้าที่ได้อย่างถูกต้อง				
	รวมคะแนน				
	รวมคะแนนทั้งหมด				

## ผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ

### รายละเอียดของระดับความสามารถ

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

### เกณฑ์การประเมิน

ผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น เข้ารับการประเมินจากครูฝึก ผู้เรียนต้องผ่านการประเมินด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

ตารางที่ ง (2) แสดงผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางภาคปฏิบัติของผู้เรียน 1 ถึง 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	การจัดเตรียมเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ (ปิดเครื่อง)																				
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลตลอดวงจร ออสซิลโลสโคปได้	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลตลอดวงจร ออสซิลโลสโคปได้	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
2.	การปรับปุ่มต่างๆให้อยู่ในตำแหน่งเพื่อเตรียมการวัดสัญญาณ																				
	2.1 ปรับปุ่มควบคุมตำแหน่ง POSITION ของเส้นแสงได้	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	2.2 ปรับปุ่มเพื่อควบคุมสัญญาณทริกเกอร์ได้	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2
	2.3 ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนตั้ง (VERTICAL) ได้	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2
	2.4 ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนอน (HORIZONTAL) ได้	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2
3.	การตรวจสอบสายไฟและการจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่อง																				
	3.1 ตรวจสอบสายไฟและสถานะไฟฟ้าด้านหลังเครื่องได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	3.2 นำสายไฟเข้าขั้วเสียบแหล่งจ่ายไฟ 220 V ได้	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2

ตารางที่ ง (2) (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียน 1 ถึง 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4.	ทำการตรวจสอบสถานะการทำงานก่อนการวัดสัญญาณ																				
	4.1 เปิดเครื่องดิจิทัลสตอเรจออกซิไดส์ โดส โทปและ รอกการทำงานได้	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4.2 ปรับปุ่มด้านหน้าเครื่องให้เห็นแสงปรากฏที่หน้าจอได้	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3
	4.3 ปรับปุ่มเพื่อสอบเทียบกราวด์ได้	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3
	4.4 ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความสว่างได้พอเหมาะ	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3
	4.5 ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความคมชัดได้	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3
5.	การปรับแต่งความเที่ยงตรงของเส้นแสง																				
	5.1 ตรวจสอบเส้นแสงตำแหน่งปกติได้	2	3	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2
	5.2 ใช้ไขควงปรับปุ่ม TR (TRACE ROTATION) ได้	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6.	การปรับแต่งค่าชดเชยสายวัดสัญญาณ (PROBE)																				
	6.1 ตรวจสอบค่าลดทอนสัญญาณที่สายวัดสัญญาณได้	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3
	6.2 ต่อสายวัดสัญญาณและเกี่ยวกับจุดทดสอบได้	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2
	6.3 ปรับปุ่มให้สัญญาณที่เห็นมีความเหมาะสมได้	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3
	6.4 ใช้ไขควงปรับปุ่มค่าชดเชยที่สายวัดสัญญาณได้	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	รวมคะแนนทั้งหมด	46	48	48	46	51	52	46	53	50	47	57	53	56	51	49	48	53	56	56	56

ตารางที่ ง (3) แสดงผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 2 การวัดสัญญาณแบบต่างๆ

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียน 1 ถึง 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	การเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (DC)																				
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลตลอดวงจร ออสซิลโลสโคปได้	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลตลอดวงจร ออสซิลโลสโคปได้	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องมือเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	1.4 ต่อดวงจรมหาศาลยวดยานเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2.	การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้																				
	2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับต่างๆก่อนการวัดสัญญาณได้	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3
	2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	2.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ได้อย่างถูกต้อง	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2
3.	ใช้ดิจิทัลสตอโรออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้																				
	3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3
	3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสมได้	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	3.3 ปรับปุ่มการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3

ตารางที่ ง (3) (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียน 1 ถึง 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3
4.	การเตรียมการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)																				
	4.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานได้อย่างถูกต้อง	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4.3 เลือกจัดวางเครื่องมือเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	4.4 ค่อาจรและแนะนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3
5.	การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้																				
	5.1 ตรวจสอบปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	5.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	3	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3
	5.3 เปิดเครื่องและระอการทำงานได้	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3
	5.4 ทำการสอบเทียบกราวด์ได้อย่างถูกต้อง	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3
6.	ใช้จุดสอดตอระอชิลโสลโคปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้																				
	6.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3
	6.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณที่ปรากฏมีความเหมาะสมได้	2	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3
	6.3 ปรับปุ่มการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบต่างๆได้	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3
	6.4 อ่านค่าและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียน 1 ถึง 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	6.5 ปรับปรุงการวัดความถี่ของสัญญาณได้	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	6.6 อ่านค่าและบันทึกค่าความถี่ของสัญญาณได้	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
	6.7 ปรับปรุงการวัดคาบเวลาของสัญญาณได้	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	6.8 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	<b>รวมคะแนนทั้งหมด</b>	78	75	76	81	80	78	75	78	78	82	72	80	76	74	73	77	81	82	82	82

ตารางที่ ง (4) แสดงผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 3 การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียน 1 ถึง 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	การเตรียมวัดสัญญาณความต่างเฟสของสัญญาณได้																				
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอปเรจ ออสซิลโลสโคปได้	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอปเรจ ออสซิลโลสโคปได้	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	1.4 ต่อดวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2.	การปรับปุ่มต่างๆ เพื่อเตรียมการวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้																				
	2.1 ตรวจสอบปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3
	2.2 ปรับปุ่มปรับก่อนการวัดสัญญาณได้	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
	2.3 เปิดเครื่องและรอการทำงานได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	2.4 ทำการสอบเทียบร้าวคัททั้ง 2 แชนแนลได้อย่างถูกต้อง	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3
3.	วัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลา $\Delta t$ ของสัญญาณได้																				
	3.1 เลือกการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทั้ง 2 แชนแนลได้	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3
	3.2 ปรับปุ่มปรับให้สัญญาณทั้ง 2 แชนแนลมีความเหมาะสม	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2
	3.3 ปรับปุ่มใช้ CURSOR วัดค่าความแตกต่างทางแกนเวลาได้	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียน 1 ถึง 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	3.4 อ่านค่าและบันทึกค่าความแตกต่างทางแกนเวลา $\Delta t$ ได้	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3
4.	คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้																				
	4.1 ปรับปรุงเลือกการวัดคาบเวลา (TIME) ของสัญญาณได้	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3
	4.2 อ่านค่าและบันทึกค่าคาบเวลาของสัญญาณได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4.3 คำนวณหาค่าความต่างเฟสของสัญญาณได้	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	1	2	3	2	2
	4.4 บันทึกค่าความแตกต่างของสัญญาณได้	3	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	รวมคะแนนทั้งหมด	39	38	41	42	45	42	37	44	40	35	45	40	44	42	43	37	44	45	43	43

ตารางที่ ๕ (5) แสดงผลการประเมินแบบทดสอบความสามารถการฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 4 การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียน 1 ถึง 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	การเตรียมเครื่องเพื่อบันทึกสัญญาณที่หน้าจอ																				
	1.1 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลตลอดจนจอ ออสซิลโลสโคปได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	1.2 เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลตลอดจนจอ ออสซิลโลสโคปได้	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	1.3 เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	1.4 ต่อดวงจรและนำสายวัดสัญญาณเข้ากับจุดที่ต้องการวัดได้	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3
2.	ตรวจสอบสัญญาณและค่าการวัดที่ต้องการบันทึกบนหน้าจอ																				
	2.1 ปรับปุ่มวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกที่หน้าจอได้	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2
	2.2 ปรับปุ่มแสดงค่าการวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกได้	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
3.	การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน																				
	3.1 ปรับปุ่มเพื่อรอการบันทึกสัญญาณที่หน้าจอได้	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	3.2 ปรับปุ่มให้หน้าจอหยุดนิ่งได้	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	3.3 บันทึกสัญญาณทั้ง 2 แชนแนล ลงหน่วยความจำของ เครื่องได้	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

ที่	รายการความสามารถ	ผลการประเมินระดับความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติจากผู้เรียน 1 ถึง 20																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4.	การเรียงสัญญาณที่บันทึกกลับคืน																				
	4.1 ตรวจสอบเครื่องก่อนการเรียงสัญญาณที่บันทึกกลับคืนมาได้	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	4.2 ปรับปรุงเพื่อเรียงสัญญาณกลับคืนที่หน้าจอได้	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3
5.	การเก็บรักษาเครื่องดิจิทัลสตอเรจออกซิลโดสโคป																				
	5.1 จัดเก็บเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออกซิลโดสโคป	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	5.2 จัดเก็บสายวัดสัญญาณ (PROBE) ได้	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	5.3 จัดเก็บสายไฟฟ้า 220 V ได้	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	5.4 จัดเก็บขาค้างเครื่องดิจิทัลสตอเรจออกซิลโดสโคปได้	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3
	5.5 นำเครื่องสตอเรจออกซิลโดสโคปเก็บเข้าที่ได้อย่างถูกต้อง	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3
	รวมคะแนนทั้งหมด	43	39	41	44	45	43	42	44	43	40	45	39	45	43	44	36	46	47	49	49

ตารางที่ 6) การหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
1	0.65	0.50
2	0.60	0.40
3	0.60	0.20
4	0.75	0.50
5	0.35	0.70
6	0.60	0.20
7	0.70	0.60
8	0.75	0.30
9	0.70	0.20
10	0.65	0.30
11	0.25	0.30
12	0.70	0.40
13	0.70	0.20
14	0.75	0.30
15	0.75	0.50
16	0.35	0.30
17	0.75	0.30
18	0.75	0.50
19	0.60	0.20
20	0.75	0.50
21	0.70	0.40
22	0.75	0.30
23	0.70	0.40
24	0.50	0.20
25	0.55	0.70
26	0.60	0.40
27	0.65	0.30
28	0.75	0.30

ตารางที่ ๖ (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (D)
29	0.70	0.20
30	0.65	0.30
ค่าเฉลี่ย	0.64	0.36

หาค่าเชื่อมั่นใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_1^2} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \times \left[ \frac{37.57 - 6.41}{37.57} \right]$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ  $r_{tt} = 0.857$

### ภาคผนวก จ

- แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเนื้อหา )
- แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ )
- ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเนื้อหา )
- ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ )

**แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)**  
**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์**  
**เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป**

คำชี้แจง : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใด โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน คะแนนความคิดเห็นคือ  
 ดีมาก = 5 , ดี = 4 , ปานกลาง = 3 , น้อย = 2 , ควรปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ความเหมาะสมของภาพ ภาษา เสียง					
1.1 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้นำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบหน่วยการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
1.3 ภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
1.4 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบหน่วยการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
1.5 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบหน่วยการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
1.6 เสียงดนตรีที่ใช้ประกอบหน่วยการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
2.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	.....	.....	.....	.....	.....
2.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์	.....	.....	.....	.....	.....
2.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
2.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
2.5 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
2.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
2.7 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	.....	.....	.....	.....	.....
3. แบบทบทวนความรู้					
3.1 จำนวนข้อสอบแบบทบทวนความรู้	.....	.....	.....	.....	.....
3.1 ความชัดเจนของคำถามและคำตอบ	.....	.....	.....	.....	.....
3.2 ความเหมาะสมของคำถามและตัวเลือก	.....	.....	.....	.....	.....
3.3 แบบฝึกทบทวนความรู้ทำให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์	.....	.....	.....	.....	.....

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
4. ความเหมาะสมด้านเวลา					
4.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
4.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	.....	.....	.....	.....	.....
4.3 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอทั้งหมด	.....	.....	.....	.....	.....

ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน  
(.....)

## แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

### บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

#### เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตอรี่บอร์ดออสซิลโลสโคป

คำชี้แจง : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใด โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน คะแนนความคิดเห็นคือ  
ดีมาก = 5 , ดี = 4 , ปานกลาง = 3 , น้อย = 2 , ควรปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. การจัดการบทเรียน					
1.1 การนำเสนอชื่อเรื่องหลักของหน่วยการฝึก	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 การนำเสนอชื่อเรื่องย่อยของหน่วยการฝึก	.....	.....	.....	.....	.....
1.3 ความยากง่ายในการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้เมาส์การใช้แป้นพิมพ์ การห้วงเวลา	.....	.....	.....	.....	.....
1.4 ความสะดวกและคล่องตัวในการใช้หน่วยการฝึก	.....	.....	.....	.....	.....
1.5 ความชัดเจนของคำสั่งในการใช้งานหน่วยการฝึก	.....	.....	.....	.....	.....
1.6 ภาพรวมในการออกแบบหน้าจอ	.....	.....	.....	.....	.....
1.7 ภาพรวมของวิธีการโต้ตอบของหน่วยการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
2. ความเหมาะสมของตัวอักษร สี และเสียง					
2.1 รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	.....	.....	.....	.....	.....
2.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้	.....	.....	.....	.....	.....
2.3 ภาพรวมของสีของตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
2.4 ภาพรวมของสีพื้นหลัง	.....	.....	.....	.....	.....
2.5 ภาพ กราฟิก โดยรวม	.....	.....	.....	.....	.....
2.6 ความชัดเจนของเสียง	.....	.....	.....	.....	.....
3. ความสอดคล้องของสื่อกับเนื้อหา					
3.1 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
3.2 ภาพประกอบในบทเรียนสื่อความหมาย	.....	.....	.....	.....	.....
3.3 ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนเหมาะสมและน่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....
3.4 ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
3.6 ความสอดคล้องระหว่างปริมาณของภาพ	.....	.....	.....	.....	.....

ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน  
(.....)

ตารางที่ ๑ (1) ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ( ด้านเนื้อหา )

รายการประเมิน (ด้านเนื้อหา)	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	
1. ความเหมาะสมของภาพ ภาษา เสียง						
1.1 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ เสนอเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.2 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบหน่วย การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.3 ภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	ดี
1.4 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบหน่วย การเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.5 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบหน่วย การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.6 เสียงดนตรีที่ใช้ประกอบหน่วย การเรียนรู้	3	3	5	3.66	1.15	ดี
รวม				4.16	0.57	ดี
2. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
2.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
2.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับ จุดประสงค์	4	5	5	4.66	0.58	ดีมาก
2.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วย การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
2.5 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
2.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	5	5	4.66	0.58	ดีมาก
2.7 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4	4	5	4.33	0.58	ดี
รวม				4.56	0.58	ดีมาก
3. แบบทบทวนความรู้						
3.1 จำนวนข้อสอบแบบทบทวน ความรู้	4	4	5	4.33	0.58	ดี
3.2 ความชัดเจนของคำถามและคำตอบ	4	4	5	4.33	0.58	ดี

## ตารางที่ ๑ (1) (ต่อ)

รายการประเมิน (ด้านเนื้อหา) ต่อ	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	
3.3 ความเหมาะสมของคำถามและ ตัวเลือก	4	3	5	4.00	1.00	ดี
3.4 แบบฝึกทบทวนความรู้ทำให้เกิด การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์	4	4	5	4.33	0.58	ดี
<b>รวม</b>				<b>4.24</b>	<b>0.68</b>	<b>ดี</b>
<b>4. ความเหมาะสมด้านเวลา</b>						
4.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
4.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำ บรรยาย	4	3	5	4.00	1.00	ดี
4.3 ความเหมาะสมของเวลาในการนำ เสนอทั้งหมด	3	4	4	3.66	0.58	ดี
<b>รวม</b>				<b>4.00</b>	<b>0.72</b>	<b>ดี</b>
<b>รวมทั้งฉบับ</b>				<b>4.24</b>	<b>0.63</b>	<b>ดี</b>

ตารางที่ ๑ (2) ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

รายการประเมิน (ด้านเนื้อหา)	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	
1. การจัดการบทเรียน						
1.1 การนำเสนอชื่อเรื่องหลักของ หน่วยการฝึก	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
1.2 การนำเสนอชื่อเรื่องย่อยของหน่วย การฝึก	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
1.3 ความยากง่ายในการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้เมาส์การใช้เป็นพิมพ์ การหน่วงเวลา	4	5	5	4.66	0.58	ดีมาก
1.4 ความสะดวกและคล่องตัวในการใช้ หน่วยการฝึก	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.5 ความชัดเจนของคำสั่งในการใช้งาน หน่วยการฝึก	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
1.6 ภาพรวมในการออกแบบหน้าจอ	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
1.7 ภาพรวมของวิธีการโต้ตอบของ หน่วยการเรียน	4	3	3	3.33	0.58	ปานกลาง
<b>รวม</b>				<b>4.42</b>	<b>0.58</b>	<b>ดี</b>
2. ความเหมาะสมของตัวอักษร สี และเสียง						
2.1 รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
2.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
2.3 ภาพรวมของสีของตัวอักษร	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.4 ภาพรวมของสีพื้นหลัง	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
2.5 ภาพ กราฟิก โดยรวม	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.6 ความชัดเจนของเสียง	4	4	4	4.00	0.00	ดี
<b>รวม</b>				<b>4.44</b>	<b>0.48</b>	<b>ดี</b>
3. ความสอดคล้องของสื่อกับเนื้อหา						
3.1 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจ ในการเรียน	4	4	5	4.33	0.58	ดี

## ตารางที่ จ (2) ต่อ

รายการประเมิน (ด้านเนื้อหา) ต่อ	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	
3.2 ภาพประกอบในบทเรียนสื่อ ความหมาย	5	4	5	4.66	0.58	ดีมาก
3.3 ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียน เหมาะสมและน่าสนใจ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
3.4 ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.5 ความสอดคล้องระหว่างปริมาณ ของภาพ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
รวม				4.46	0.46	ดี
รวมทั้งฉบับ				4.34	0.50	ดี

### ภาคผนวก ฉ


- ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการใช้งาน  
คิจิตอลสตอเรจออกสซิดโลสโกป


 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
 เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตูดิโอออสซิลโลสโคป

**เมนูหลัก**

  
 01011010101101101101010  
 01011010101101101101010

หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร music off


 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
 เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตูดิโอออสซิลโลสโคป

**วัตถุประสงค์**

**วัตถุประสงค์หลักเรื่อง การใช้งานดิจิทัลสตูดิโอออสซิลโลสโคป**

1. อธิบายหน้าที่และรูปแบบรับสัญญาณดิจิทัลสตูดิโอออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายหลักการใช้งานดิจิทัลสตูดิโอออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง
3. สามารถตรวจเช็คควมพร้อมดิจิทัลสตูดิโอออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถใช้งานดิจิทัลสตูดิโอออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง
5. สามารถบอกวิธีการดูแลรักษาดิจิทัลสตูดิโอออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง

**กลับเมนู**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยศึกษาความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสโคปหรือออสซิลโลสโคป

หน้า 6 / 6

แบบฝึกหัด

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์  
ศูนย์ส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

ส่วนส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

ปุ่มชดเชยไปข้างหน้า

ปุ่มหยุดชั่วคราว

ช่องรับสัญญาณ DSO ของสารวัด

ปุ่มหยุด

ปุ่มชดเชยไปข้างหลัง

ช่องรับสัญญาณ

ปุ่มเริ่มเล่นวิดีโอใหม่

กดอีกเพื่อแสดงเมนูถัดไป

ย้อนกลับ

ต่อไป

กลับเมนู

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยศึกษาความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
เรื่อง การใช้งานดิจิทัลสโคปหรือออสซิลโลสโคป

สามเหลี่ยมสีขาว เซอร์คูลาร์

หลักการทํางานเบื้องต้นของ DSO

สาริตการใช้งาน DSO

ขั้นตอนการฝึกการใช้งาน DSO

1101110010110101101001

1101110010110101101001

เมนูหลัก

แบบทดสอบ

จบการทํางาน


 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
 เรื่อง การใช้งานดิจิทัลออสซิลโลสโคป

**หลักการทํางานเบื้องต้นของ DSO**



**ความรู้พื้นฐานของ DSO**


**หน้าที่และปุ่มปรับของ DSO**



0101101010111011011010

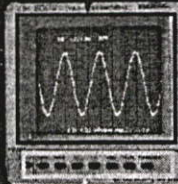
0101101010111011011010

เมนูหลัก    กลับเมนู    จบการทํางาน

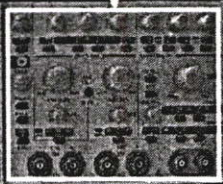

 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
 เรื่อง การใช้งานดิจิทัลออสซิลโลสโคป

หน้า 4 / 12      **ความรู้พื้นฐานของ DSO**

จอแสดงผล



ปุ่มปรับและสวิตช์ต่างๆ



ปุ่มปรับระดับการวัดสัญญาณ

1. ปุ่มควบคุมและสวิตช์ต่างๆ

หน้าที่ที่ ควบคุมและจัดการไฟโคโรงดนามาตรวัด สัญญาที่รับได้ซึ่งารถูกตั้งเป็นตรงเหมาะสม และปลงลงกับ ิการทํางานวัดสัญญาณต่างๆ เช่น การวัดแรงดันไฟฟ้า มุมต่างเฟส ความถี่และเวลาของสัญญาณรูปคลื่น เป็นต้น

ย้อนกลับ    ต่อไป    กลับเมนู



 มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร  
 เรื่อง การใช้งานดิจิทัลออสซิลโลสโคป

---

เดือนเมษาที่ไปที่ปุ่มต่างๆแล้วคลิกเพื่อดูความหมาย
**ส่วนประกอบของ DSO**




**กลับเมนู**


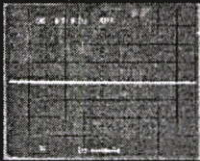

 มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร  
 เรื่อง การใช้งานดิจิทัลออสซิลโลสโคป

---

ปุ่มปรับ TR : TRACE ROTATION
**ส่วนประกอบของ DSO**

ปุ่มปรับความลาดเอียงของเส้นแสงบนจอภาพ โดยปกติแล้วจะตั้งอยู่ในระนาบขนานกับเส้นตารางทางแนวอน วิธีปรับคือใช้ไขควงแบนเล็กปรับตามรูปตำแหน่งที่อยู่ในระนาบก็ไม่ต้องปรับปุ่มนี้



**กลับเมนู**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
เรื่อง การใช้งานดิจิทัลออสซิลโลสโคป

สารบัญเนื้อหาของ DSO

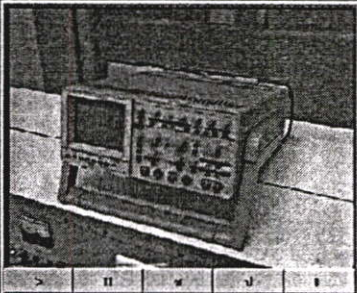
- การปรับแต่ง DSO ก่อนการวัด
- การใช้ DSO วัดสัญญาณ
- การวัดค่าความต่างเฟส
- การบันทึกภาพและการเรียกคืน



เมนูหลัก    กลับเมนู    จบการทำงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
เรื่อง การใช้งานดิจิทัลออสซิลโลสโคป

การปรับแต่ง DSO ก่อนการวัด



กลับเมนู

### ภาคผนวก ข

- คู่มือการฝึกปฏิบัติ การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป

# คู่มือการฝึกปฏิบัติ

## การใช้งานคิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคป

### บทนำ

การฝึกในหน่วยการฝึก เรื่องการใช้งานคิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคปเป็นชุดการฝึกโดยออกแบบให้ผู้เข้ารับการฝึกได้ศึกษาโดยการอ่าน และฝึกปฏิบัติด้วยตนเองเป็นหลัก สามารถทดสอบ และประเมินความสามารถของตนเองได้ตลอดระยะเวลาการฝึก เมื่อฝึกจนแน่ใจว่ามีความสามารถตามที่ต้องการแล้ว จึงให้ผู้ประเมินฝึกทดสอบวัดความสามารถการทดสอบจะเน้นการปฏิบัติจริง

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### หน่วยการฝึกที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการวัดสัญญาณ

##### 1. การเตรียมเครื่องคิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคปก่อนการวัดสัญญาณ (ปิดเครื่อง)

- จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้งานคิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง
- เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้งานคิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง
- เลือกจัดวางเครื่องเหมาะสมกับตำแหน่งการใช้งานได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มควบคุมตำแหน่ง POSITION ของเส้นแสงได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มเพื่อควบคุมสัญญาณทริกเกอร์ได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนตั้ง (VERTICAL) ได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มควบคุมทางด้านแกนนอน (HORIZONTAL) ได้อย่างถูกต้อง
- ตรวจสอบสายไฟและสถานะไฟฟ้าด้านหลังเครื่องได้อย่างถูกต้อง
- นำสายไฟเข้าขั้วเสียบแหล่งจ่ายไฟ 220 V ได้อย่างถูกต้อง

##### 2. ทำการตรวจสอบเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ (เปิดเครื่อง)

- เปิดเครื่องคิจิตอลสตอเรจอสซิลโลสโคปและรอการทำงานได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มด้านหน้าเครื่องให้เส้นแสงปรากฏที่หน้าจอได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มเพื่อสอบเทียบกราวด์ได้อย่างถูกต้อง
- ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความสว่างได้พอเหมาะ
- ปรับแต่งเส้นแสงให้มีความคมชัดได้อย่างถูกต้อง

- ตรวจสอบเส้นแสงตำแหน่งปกติได้อย่างถูกต้อง
- ใช้ไขควงปรับปุ่ม TR (TRACE ROTATION) ได้ถูกต้อง
- ตรวจสอบค่าลดทอนสัญญาณที่สายวัดสัญญาณได้อย่างถูกต้อง
- ต่อสายวัดสัญญาณและเกี่ยวกับจุดทดสอบได้อย่างถูกต้อง

### หน่วยการฝึกที่ 2 การสัญญาณแบบต่างๆ

- ทำการต่อวงจรตามการทดลองได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มเครื่องกำเนิดสัญญาณได้อย่างถูกต้อง
- ทำการวัดสัญญาณโดยต่อสาย Probe เข้ากับวงจรอย่างถูกต้อง
- เปิดเครื่องและรอการทำงานได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มปรับต่างๆ ให้สัญญาณมีความเหมาะสมอย่างถูกต้อง
- เลือกปรับปุ่ม MEANS เพื่อเลือกการวัดแรงดันแบบต่างๆ ได้ถูกต้อง
- อ่านค่าและบันทึกค่าที่หน้าจอได้อย่างถูกต้อง

### หน่วยการฝึกที่ 3 การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ

- ทำการต่อวงจรตามการทดลองได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มเครื่องกำเนิดสัญญาณได้ตามใบงานอย่างถูกต้อง
- ทำการวัดสัญญาณโดยต่อสาย Probe เข้ากับวงจรอย่างถูกต้อง
- เปิดเครื่องและรอการทำงานได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มปรับต่างๆ ให้สัญญาณมีความเหมาะสมที่หน้าจออย่างถูกต้อง
- เลือกปรับปุ่ม CURS วัดค่าความต่างเฟสได้อย่างถูกต้อง
- อ่านค่าและบันทึกค่าที่หน้าจอได้อย่างถูกต้อง

### หน่วยการฝึกที่ 4 การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน

- ทำการต่อวงจรตามการทดลองได้อย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มเครื่องกำเนิดสัญญาณได้ตามใบงานอย่างถูกต้อง
- ทำการวัดสัญญาณโดยต่อสาย Probe เข้ากับวงจรอย่างถูกต้อง
- ปรับปุ่มวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกที่หน้าจอได้
- ปรับปุ่มแสดงค่าการวัดสัญญาณที่ต้องการบันทึกได้
- ปรับปุ่มให้หน้าจอหยุดนิ่งได้อย่างถูกต้อง
- บันทึกสัญญาณทั้ง 2 แชนแนล ลงหน่วยความจำของเครื่องได้อย่างถูกต้อง
- ตรวจสอบเครื่องก่อนการเรียกสัญญาณที่บันทึกกลับคืนมาได้อย่างถูกต้อง

- ปรับปรุงเพื่อเรียกสัญญาณกลับคืนที่หน้าจอได้อย่างถูกต้อง
- ปิดเครื่องเก็บเครื่องมือที่ใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง
- จัดเก็บสายวัด Probe และสายไฟ 220 V ได้ถูกต้องปลอดภัย
- จัดเก็บขาตั้งเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปได้อย่างถูกต้อง
- นำดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปเก็บเข้าที่ได้อย่างถูกต้องเรียบร้อย

## กิจกรรมหน่วยฝึก

ก่อนการเข้ารับการประเมิน ผู้เข้ารับการฝึกจะเห็นตัวอย่างจากการนำเสนอจากสื่อ โดยผู้เข้ารับการฝึกทำการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ ทำความเข้าใจ และดูตัวอย่างสาธิตการปฏิบัติจริง เมื่อทำการเรียนตามหน่วยการฝึกที่กำหนด และมีความพร้อมในการเข้ารับการประเมิน สามารถขอเข้ารับการประเมินได้จากผู้ประเมิน โดยกิจกรรมในหน่วยการฝึกของเอกสารคู่มือเล่มนี้ได้แบ่งขั้นตอนการฝึกเป็น 6 ขั้นตอนคือ

- ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปก่อนการวัดสัญญาณ (ปิดเครื่อง)
- ขั้นตอนที่ 2. ทำการตรวจสอบเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ (เปิดเครื่อง)
- ขั้นตอนที่ 3. การใช้งานดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณแบบต่างๆ
- ขั้นตอนที่ 4. การวัดค่าความต่างเฟสของสัญญาณ
- ขั้นตอนที่ 5. การบันทึกค่าสัญญาณและการเรียกสัญญาณกลับคืน
- ขั้นตอนที่ 6. การเก็บรักษาเครื่องดิจิทัลสตอเรจออสซิลโลสโคป

## กิจกรรมหน่วยฝึก

### เรื่อง การใช้งานดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป

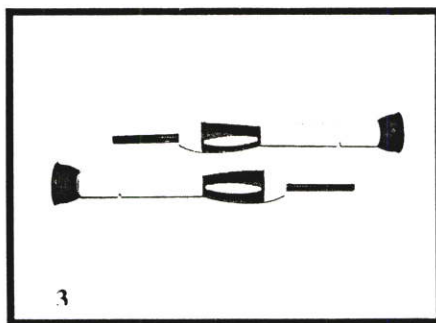
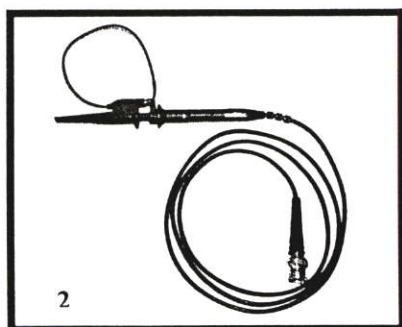
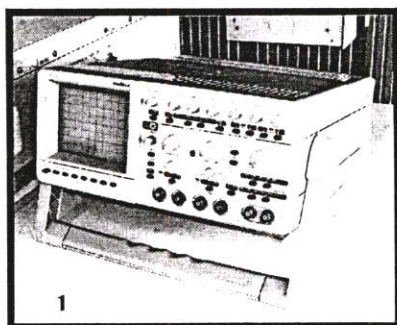
#### อุปกรณ์

1. เครื่องดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปพร้อมอุปกรณ์
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
เรื่องการใช้งานดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป
3. คู่มือการฝึก

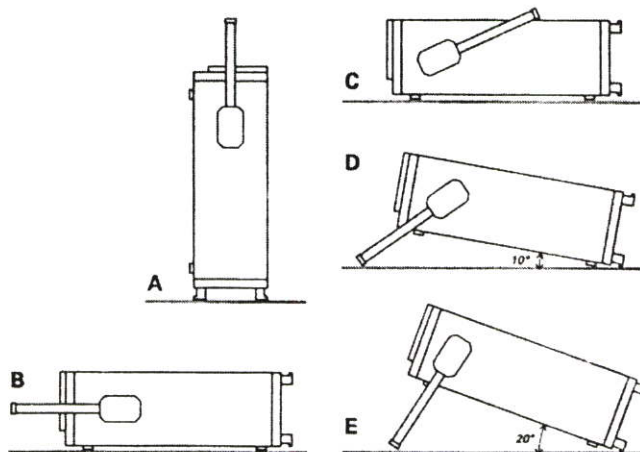
#### ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมเครื่องดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปก่อนการวัดสัญญาณ (ปิดเครื่อง)

ก่อนเริ่มลงมือการใช้งานดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปต้องมีการเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ในการประกอบการทำงานทดลองฝึกให้พร้อม ควรเตรียมสถานที่ให้พร้อมด้วย และจัดวางอุปกรณ์ประกอบให้เรียบร้อยเพื่อเตรียมการ โดยมีรายละเอียดเครื่องมือดังนี้

1. เครื่องดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป
2. สายวัดสัญญาณ (สาย Probe)
3. ไขควงปากแบนสำหรับการปรับแต่งให้ดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป

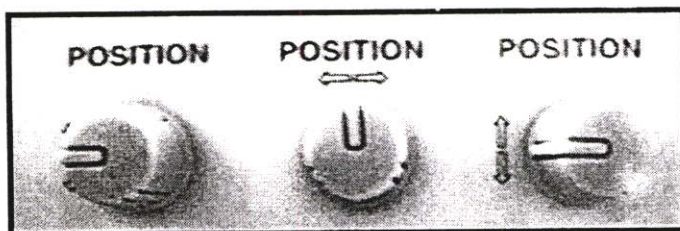


1. เลือกการจัดวางเครื่องให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยการปรับขาตั้งตามรูปด้านล่าง ณ ที่นี้ ให้เลือกตามรูป D หรือ C ตามความเหมาะสมและปลอดภัย

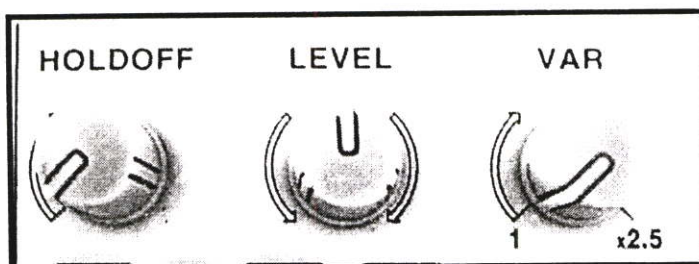


2. ให้ทำการปรับแต่งปุ่มปรับต่างๆ ที่หน้าปัทม์ ดิจิตอลสโตเรจออกสซิล โลส โคปเพื่อทำการทดสอบสภาพของเครื่องให้พร้อมใช้งาน โดยยังไม่ต้องเสียบปลั๊ก ปรับแต่งดังนี้

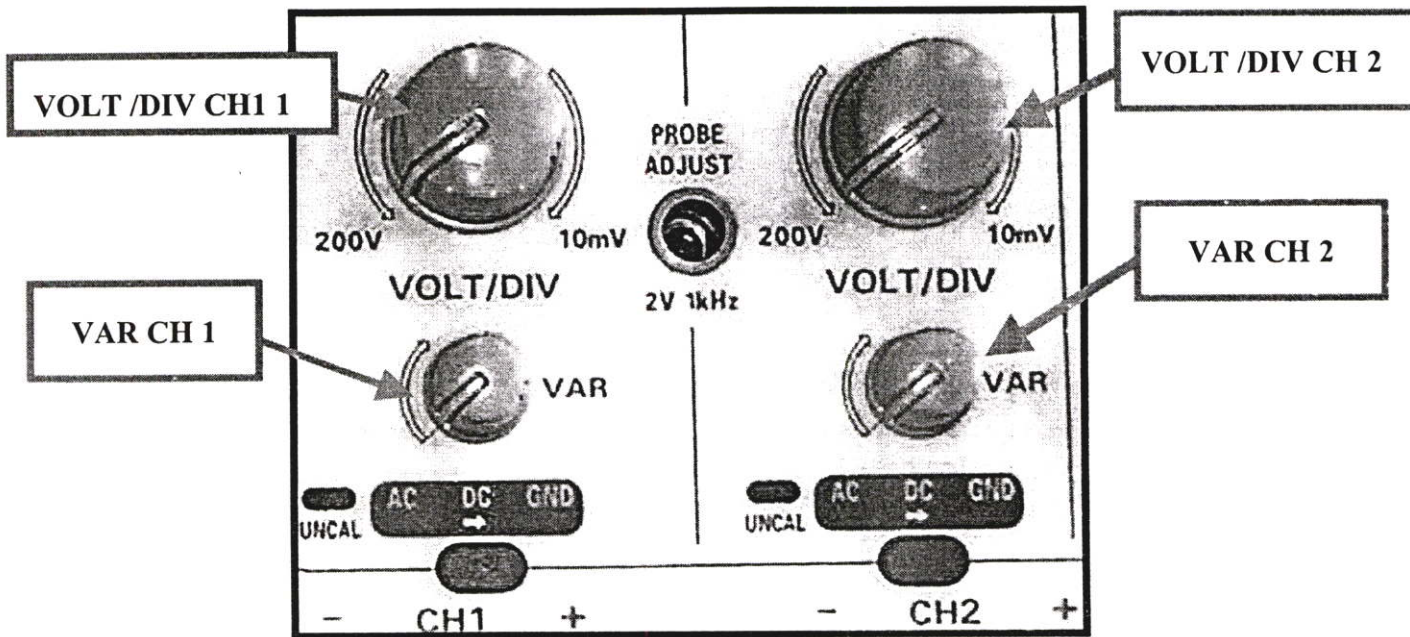
2.1 ปรับปุ่ม POSITION ให้อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางตามลูกศรทั้ง 3 ปุ่มดังรูป



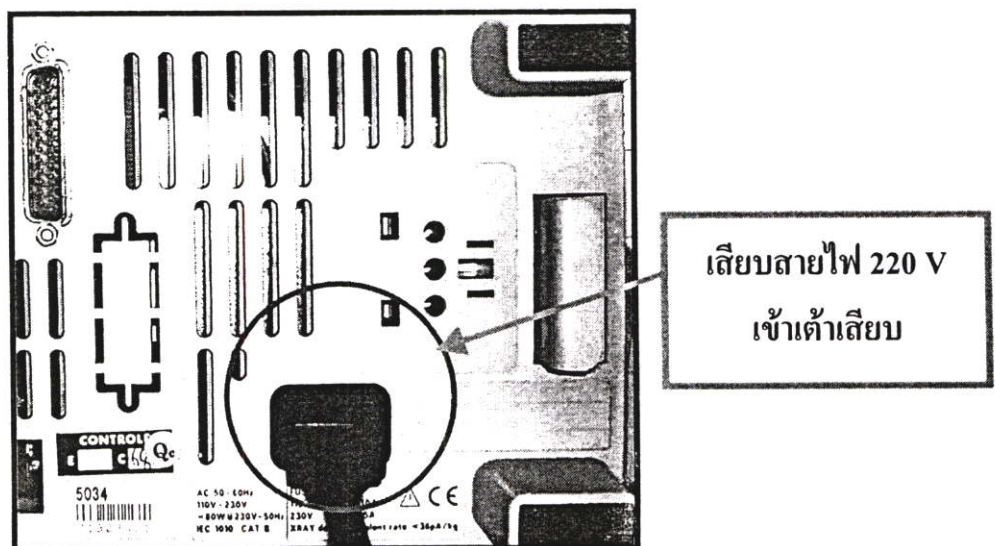
2.2 ปรับปุ่ม HOLD OFF อยู่ตำแหน่งทวนเข็มนาฬิกาตามลูกศร ปุ่ม VARIABLE อยู่ตำแหน่ง CAL ตามเข็มนาฬิกาสุดตามลูกศร และปุ่ม LEVEL อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลาง



2.3 ปรับปุ่ม TIME /DIV ตำแหน่งซ้ายสุดตามลูกศร 200 V /DIV ทั้ง 2 แชนแนล  
CH 1 และ CH 2 ตามรูปและ ปุ่ม VAR (Vertical Gain) อยู่ในตำแหน่งซ้ายสุด (เมื่อสุดจะมีตัวล็อก)

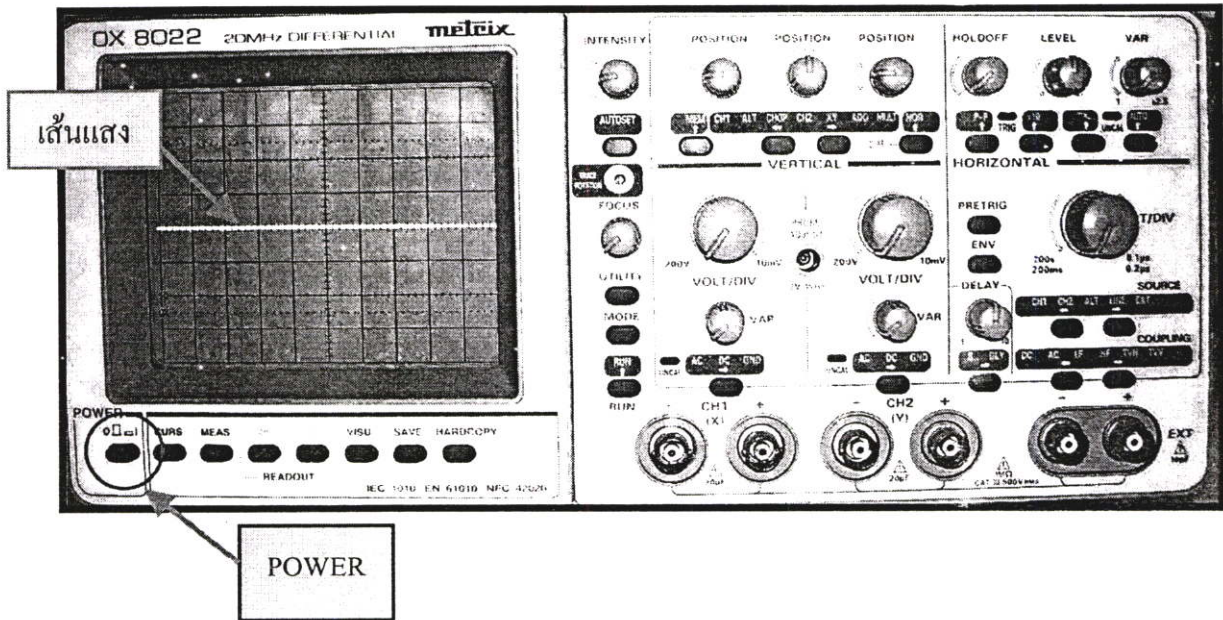


2.4 ทำการตรวจสอบไฟ AC ที่ใช้หลังเครื่องแล้วเสียบปลั๊กเข้าขั้วเสียบแหล่งจ่ายไฟ 220 V

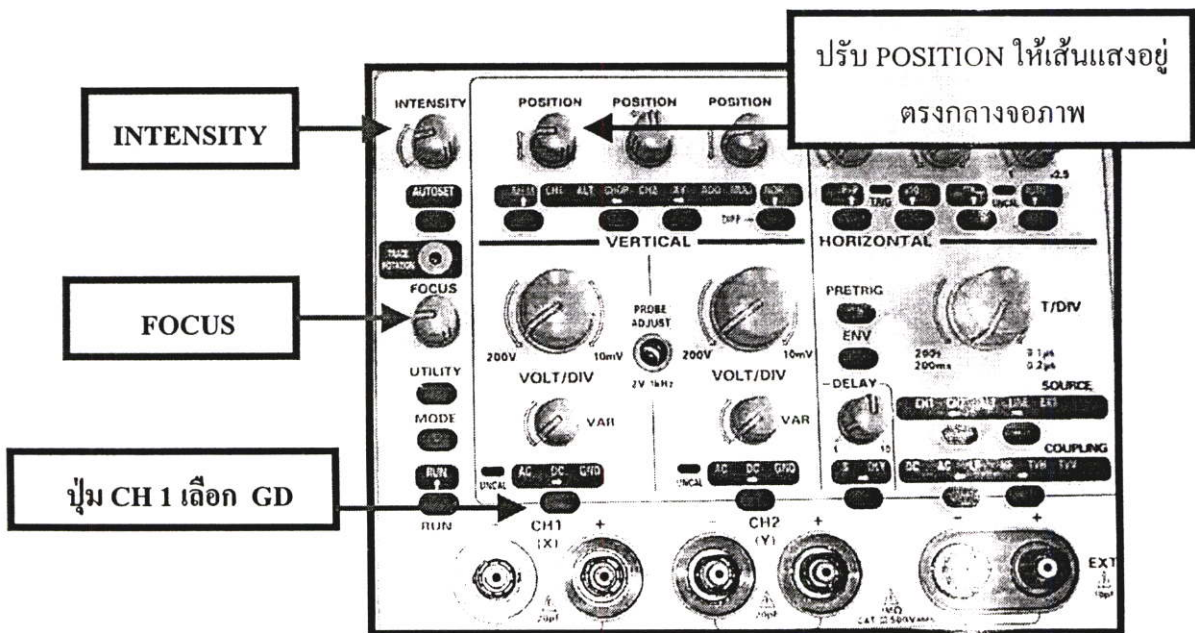


## ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบเครื่องก่อนการวัดสัญญาณ (เปิดเครื่อง)

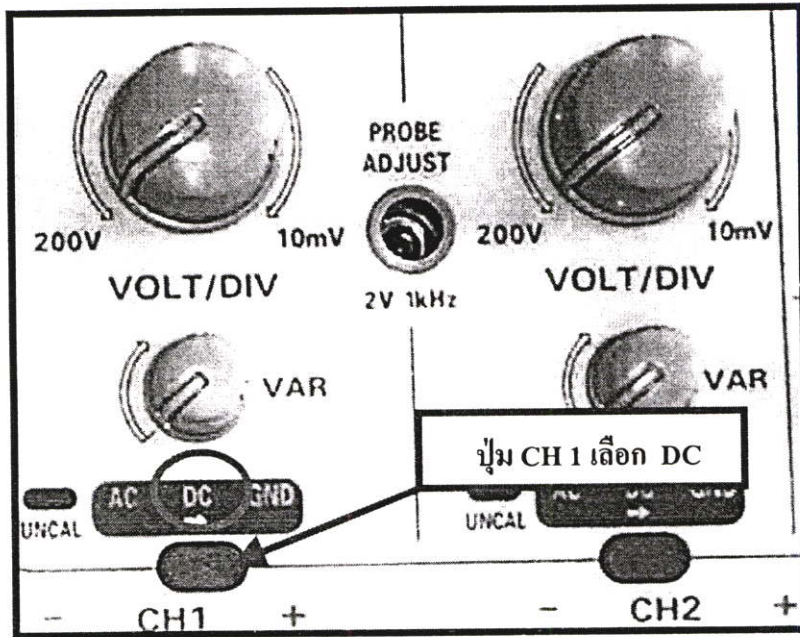
2.1 ทำการเปิดเครื่องโดยกดปุ่ม POWER จะปรากฏแสดงสถานะการทำงานและรอการทำงาน  
ของเครื่อง ประมาณ 10-12 วินาที จะปรากฏเส้นภาพบนจอภาพ



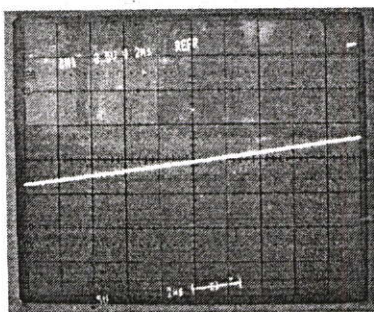
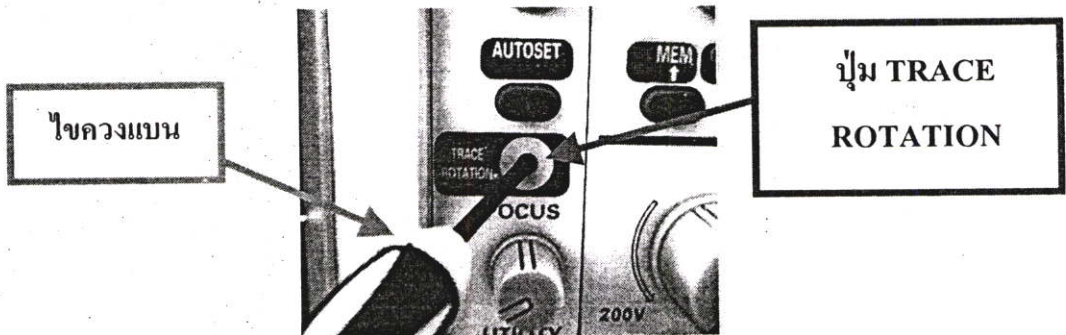
2.2 จากนั้นทำการสอบเทียบกราวด์โดยปรับปุ่ม AC - DC - GD เลือกตำแหน่ง GD (GROUND) เลื่อนปุ่ม POSITION ให้เส้นแสงอยู่ตรงกลางจอภาพ และปุ่ม INTENSITY ให้ความสว่างที่หน้าจามีความเหมาะสมและปรับปุ่ม FOCUS ปรับความเข้มมีความเหมาะสม



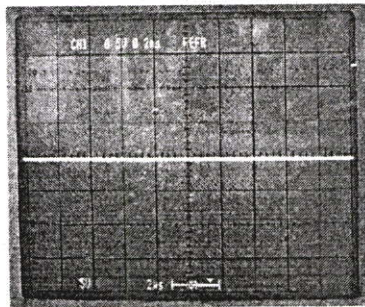
2.3 ปรับปุ่มที่ CH 1 ปุ่ม AC - DC - GND ให้เลือกตำแหน่ง DC เพื่อทำการปรับแต่งเส้นแสงที่หน้าจอ



2.4 ทำการปรับแต่งเส้นแสงถ้าเส้นแสงทำโดยปรับปุ่ม TR (TRACE ROTATION) โดยใช้ไขควงแบนให้เส้นแสงอยู่ในระนาบขนานกับเส้นตารางทางแนวนอน ถ้าเส้นแสงอยู่ในระนาบแล้วไม่ต้องทำขั้นตอนนี้ ตามรูป

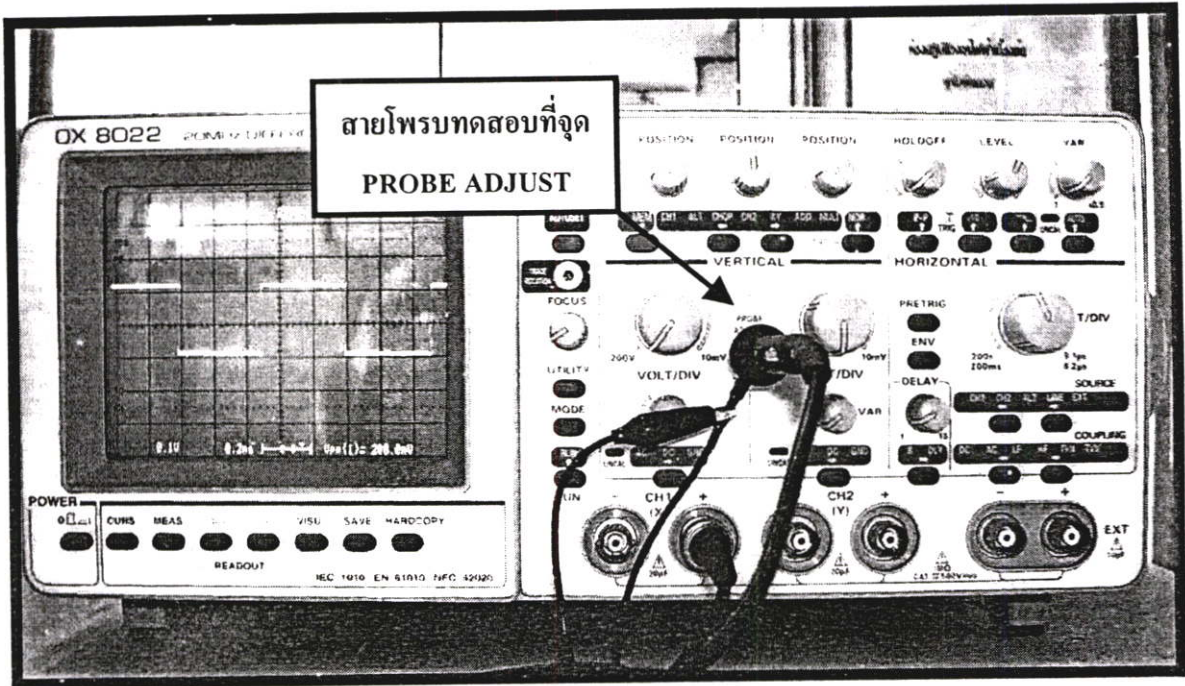


ตำแหน่งไม่ถูกต้อง

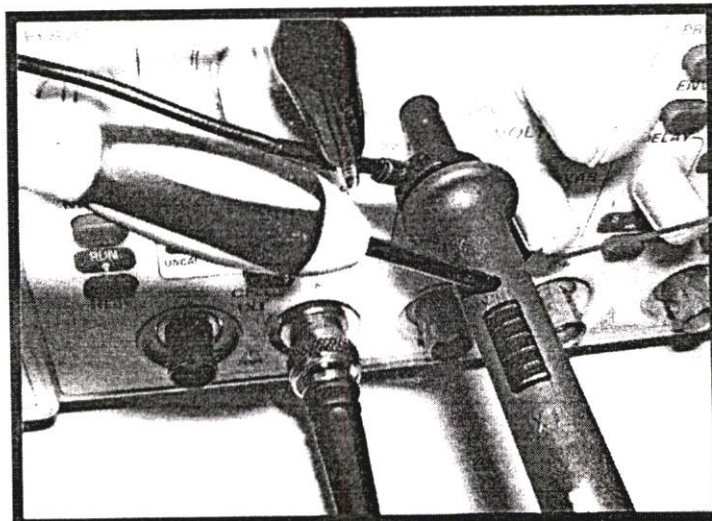


ตำแหน่งถูกต้อง

2.5 จากนั้นนำสาย Probe มาต่อขั้วINPUT ที่ CH 1 (+) และนำปลายสาย Probe ไปเกี่ยวกับจุดทดสอบ PROBE ADJUST เพื่อปรับแต่งสายโพรบ

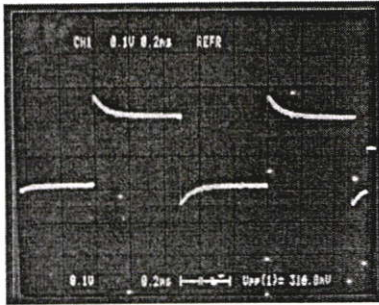


2.6 ปรับค่าชดเชยสายโพรบโดยใช้ไขควงแบนเล็กปรับปุ่มปรับที่สายโพรบ ของ CH 1 ให้สัญญาณบนหน้าจอเป็นสี่เหลี่ยมจริงอย่างถูกต้อง

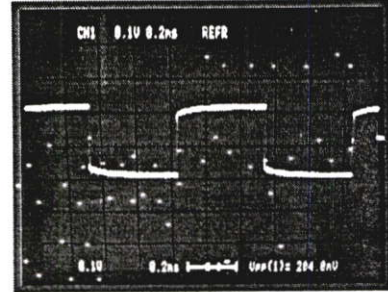


แสดงการปรับ  
แต่งสายโพรบ

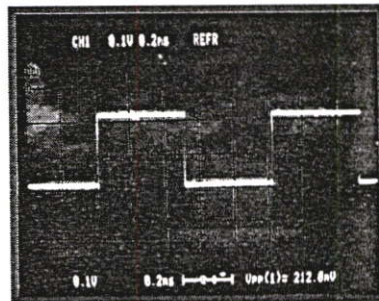
2.7 โดยสัญญาณที่ปรากฏจะเป็นรูปคลื่นสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ 2 V 1KHz จากนั้นให้ปรับปุ่มปรับต่างๆ ให้สัญญาณที่หน้าจอมีความเหมาะสม สังเกตรูปสัญญาณว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ดังรูป



ปรับมากเกินไป



ปรับน้อยเกินไป



ปรับถูกต้อง

2.8 ให้ทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.4 – 2.7 เช่นเดียวกับ CH2 โดยการใช้สายโพรบของแต่ละแชนแนล ควรใช้เฉพาะแชนแนลนั้น ไม่ควรสลับสายไปสลับสายไปมาเพราะการชดเชยของสาย Probe แต่ละแชนแนลไม่เท่ากัน เมื่อทำเสร็จแล้วขณะนี้ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคปพร้อมที่จะทำงานแล้ว

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายวิรัช วิริยาลัย
วัน เดือน ปีเกิด	7 มีนาคม 2518
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	113 หมู่ 4 ตำบลหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี รหัสไปรษณีย์ 71190
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยการอาชีพพนมทวน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ตำแหน่ง	ครู คศ. 1
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง