สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

COMPETENCY BASED SKILLS TRAINING ON ELECTRICAL INSTRUMENT CALIBRATION

สันติพงษ์ คงแก้ว

SANTIPHONG KHONGKAEO

วน.
ส5832
2555
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....125735
วัน, เดือน, ปี.....30 ก.ค. 2556

ห้ id
b.12511624x
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2555

KMITL-2012-ED-M-231-046

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPETENCY BASED SKILLS TRAINING
ON ELECTRICAL INSTRUMENT CALIBRATION

SANTIPHONG KHONGKAEO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2012

KMITL-2011-ED-M-231-046

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2012
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า
นักศึกษา	นายสันติพงษ์ คงแก้ว
รหัสประจำตัว	50063512
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา หาคุณภาพ และประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 5 ชนิด คือ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคปดิจิตอลแคล้มปิเตอร์ เครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอลและเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 6 หน่วย คือ มาตรวิทยา การสอบเทียบ มาตรฐานการวัด ลำดับขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า และขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า 2) แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน 3) แบบทดสอบภาคทฤษฎี 4) แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิจัยในครั้งนี้คือ พนักงานสอบเทียบ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) จำนวน 15 คน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.38) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.45, S.D. = 0.56) และมีประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้ามีคุณภาพ สามารถใช้เป็นสื่อในการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Competency Based Skill Training on Electrical Instrument Calibration
Student	Mr. Santiphong Khongkaeo
Student ID.	50063512
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2012
Thesis Advisor	Dr. Somchai Maunsaiyat
Thesis Co-Advisor	Assist. Prof. Dr. Threraphon Thephasadin Na Ayuthya

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and determine the quality and efficiency of the Competency Based Skills Training on Electrical Instrument Calibration of five instrument types, including Digital Multimeter, Oscilloscope, Digital Clamp Meter, Digital Tachometer and Digital Thermometer. Research instrument for data collection included 1) the training software for electrical instrument calibration, which consisted of six units, including the metrology, the calibration, measurement standard, the processes of calibration, the electrical instrument, and the procedure electrical instrument calibration, 2) the quality evaluation forms of content and media production technique by six experts, 3) the achievement test, and 4) the competency based rating scale of calibrating the electrical instrument. Sample in the study was 15 technical staff at the Industrial Instrument Calibration Center in the Technology Promotion Association (Thailand-Japan). The statistics used for analysis of data were the mean and the standard deviation.

Research results showed that the quality of the developed software for the competency based skills training on electrical instrument calibration was at a very good level both in the content ($\overline{X}$ = 4.67, SD. = 0.38) and in the media production technique ($\overline{X}$ = 4.45, SD. = 0.56). The efficiency of the training software was higher than 80 percent hypothesis. Therefore, the developed software for the competency based skills training on electrical instrument calibration could be used efficiently as a training program for calibrating the electrical instrument.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำให้คำปรึกษา ตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคระกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ช่วยตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพดีมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณพนักงานสอบเทียบ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลและให้ความร่วมมือในการทำการวิจัย ตลอดจนผู้บริหารฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม ที่กรุณาให้ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลมานำเสนอเพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัย

ขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดามารดาและกัลยามิตรทุกคนที่ให้กำลังใจในการทำงานวิจัยและขอน้อมรำลึกถึงพระคุณครูที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยมาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้านี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้รับการฝึกให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามความคาดหวัง หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำขอรับไว้ด้วยความขอบพระคุณยิ่ง

สันติพงษ์ คงแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า	6
2.2 การพัฒนาโมดูลการฝึกแบบ CBST	49
2.3 การออกแบบและสร้างบทเรียนฝึกทักษะสมรรถนะฐาน	51
2.4 การวัดผลและการหาประสิทธิภาพ	56
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	60
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	64
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	64
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	74
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 77

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า 77

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า 80

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ 84

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 84

5.2 สมมติฐานการวิจัย 84

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 84

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 84

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัย 85

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย 85

5.7 สรุปผลการวิจัย 86

5.8 อภิปรายผลการวิจัย 86

5.9 ข้อเสนอแนะ 87

บรรณานุกรม 89

ภาคผนวก 91

ภาคผนวก ก. หนังสือราชการ 92

ภาคผนวก ข. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 101

ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์ข้อมูล 103

ภาคผนวก ง. แบบทดสอบภาคทฤษฎี แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ 129

ภาคผนวก จ. ตัวอย่างบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า 147

ภาคผนวก ฉ. คู่มือการใช้ บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า 151

ประวัติผู้เขียน 157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณพื้นฐาน หน่วยพื้นฐาน และสัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบเอสไอ	7
4.1	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพ ด้านเนื้อหาของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ	77
4.2	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ	79
4.3	ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี	81
4.4	ผลคะแนนจากการประเมินความสามารถการฝึกทักษะ	82
ค.1	ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า	104
ค.2	ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่อของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า	105
ค.3	ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)	106
ค.4	ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)	113
ค.5	ผลการทดสอบภาคทฤษฎี บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า	122
ค.6	ผลการประเมินความสามารถการฝึกทักษะ บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	บทบาทของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติในการสอบเทียบ	9
2.2	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	12
2.3	ขนาดแรงดันรูปคลื่นไซน์	13
2.4	ออสซิลโลสโคปชนิด 1 ลำแสง ยี่ห้อ Tektronix รุ่น 2235A	13
2.5	แผนภาพบล็อกออสซิสโลสโคป ชนิด 1 ลำแสง	14
2.6	ตัวอย่างแคล้มป์มิเตอร์แบบเข็มชี้บ่ายเบน	15
2.7	แคล้มป์มิเตอร์แบบดิจิตอล	16
2.8	แสดงหลักการทำงานของแคล้มป์มิเตอร์แบบดิจิตอล	17
2.9	ตัวนับรอบ (Revolution Counter) และนาฬิกาจับเวลา (Stop Watch)	17
2.10	ตัวนับรอบและนาฬิกาจับเวลาจะเริ่มทำงานพร้อม ๆ กัน	18
2.11	หลักการทำงานของ Tachometer แบบใช้แสงสะท้อน	19
2.12	การใช้งาน Tachometer แบบใช้แสงสะท้อน	19
2.13	หลักการทำงานของ Tachometer แบบสัมผัส	20
2.14	วิธีใช้งาน Tachometer แบบสัมผัส	20
2.15	หลักการทำงานของ Tachometer แบบไม่สัมผัส (Non-Contact) ที่มี Modulated Carrier	21
2.16	แสดงปลายจุดต่อ 2 จุดของโลหะ 2 ชนิด	21
2.17	ปลายจุดต่อ 2 จุดเปิดออกทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า	22
2.18	วงจรการทดลองของเพลเทียร์ (Peltier)	22
2.19	ปลายจุดต่อ 2 จุดของโลหะ ต่างชนิดกัน	23
2.20	โลหะแทรก	23
2.21	กฎของอุณหภูมิแทรก	24
2.22	ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function DC Voltage	25
2.23	Front Panel ของ 5500A	26
2.24	แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน DC Voltage	26
2.25	แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน DC Voltage	26
2.26	ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function AC Voltage	27
2.27	แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน AC Voltage	28
2.28	แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน AC Voltage	28
2.29	ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function DC Current	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.30	แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน DC Current	29
2.31	แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน DC Current	30
2.32	ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function AC Current	31
2.33	แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน AC Current	31
2.34	แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน AC Current	31
2.35	ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function Resistance	33
2.36	แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน Resistance	33
2.37	แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน Resistance	33
2.38	แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน Resistance	34
2.39	แสดงสาย Coaxial และ Terminal 50 Ω	35
2.40	แสดงรูปสัญญาณ Vp-p ของ V/DIV	37
2.41	แสดงรูปสัญญาณ Time Mark	38
2.42	แสดงรูปสัญญาณ Rise Time	38
2.43	แสดงรูปสัญญาณ Bandwidth	39
2.44	Frequency Response	39
2.45	แสดงรูปสัญญาณ Sine Wave	40
2.46	แสดงการต่อ UUC กับ Standard 5500A ที่กระแส ≤ 11A	41
2.47	แสดงการต่อ UUC กับ Standard 5500A โดยใช้ 50 Turn Current Coil	41
2.48	ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function DC Current Clamp	42
2.49	แสดงการต่อ UUC กับ Standard 5500A ที่กระแส ≤ 11A	43
2.50	แสดงการต่อ UUC กับ Standard 5500A โดยใช้ 50 Turn Current Coil	43
2.51	ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function AC Current Clamp	44
2.52	การสอบเทียบ Tachometer แบบใช้แสงสะท้อน (Non-Contact)	46
2.53	แสดงการถอดฝาครอบของ Tachometer	47
2.54	การสอบเทียบ Tachometer แบบสัมผัส (Contact)	47
2.55	แสดงโครงสร้างการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Thermometer) ในฟังก์ชัน TC Measurement	49 41
2.57	การใช้แนวคิดในการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึกในการจำลองรูปแบบการเรียนรู้กับการพัฒนาชุดการฝึกบทเรียนช่วยฝึกความสามารถ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.58	รูปแบบโครงสร้างการออกแบบระบบการสอนวิชาชีพ (The Professional Practice of Instructional Systems Design Module)	53
3.1	แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะ	66
3.2	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี	70
3.3	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ	73
จ.1	หน้า Title ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ	148
จ.2	หน้าสารบัญและวัตถุประสงค์ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ	148
จ.3	หน้าเนื้อหาเรื่องมาตราวิทยาของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ	148
จ.4	หน้าเนื้อหาเรื่องการสอบเทียบและมาตรฐานการวัดของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ	149
จ.5	หน้าเนื้อหาเรื่องลำดับขั้นการสอบเทียบของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ	149
จ.6	หน้าเนื้อหาเรื่องเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ	149
จ.7	หน้าเนื้อหาเรื่องขั้นตอนการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ	150
จ.8	หน้าเนื้อหาตัวอย่างการสอบเทียบ Digital Multimeterในฟังก์ชัน AC Voltage ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม เครื่องมือวัดมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบการควบคุมกระบวนการผลิต การวัดและทดสอบที่มีความถูกต้องและแม่นยำเป็นหลักประกันทางเทคนิคที่สำคัญสำหรับแสดงว่าผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดทางคุณภาพ ความสำคัญของการสอบเทียบและการทดสอบที่ได้รับการยอมรับและถือเป็นข้อกำหนดของมาตรฐานการประกันคุณภาพที่สำคัญ ๆ เพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดในกระบวนการผลิตที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาไม่มีคุณภาพตามมาตรฐาน ซึ่งเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการวัดค่าต่าง ๆ จำเป็นได้รับการสอบเทียบตามมาตรฐาน เป็นการสร้างความมั่นใจว่าเครื่องมือวัดและทดสอบที่ใช้ยังคงทำงานได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้ตามคุณลักษณะทางมาตรวิทยา

ซึ่งการสอบเทียบมาตรฐาน (Calibration) คือ การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องมือวัดกับเครื่องอ้างอิง หรือเครื่องมือวัดมาตรฐานที่รู้ค่าความถูกต้อง เพื่อหาความสัมพันธ์หรือปรับแต่งให้เครื่องมือวัดที่ได้รับการสอบเทียบมาตรฐานทำงานอย่างถูกต้อง และรายงานผลการสอบเทียบเครื่องมือวัด ทำให้ผู้ใช้งานมั่นใจได้ว่า เครื่องมือวัดที่ใช้งานมีการทำงานที่ถูกต้องเชื่อถือได้และเหตุผลของการสอบเทียบเทียบเครื่องมือวัดก็เนื่องจากธรรมชาติของเครื่องมือวัดทุกชนิดล่วนต้องมีการเสื่อมสภาพไปตามเวลา ไม่ว่าเราจะใช้งานหรือไม่ก็ตาม เครื่องมือวัดส่วนใหญ่เมื่อแรกใช้งานผลของการวัดจะถูกต้อง แต่เมื่อเวลาผ่านไปเครื่องมือวัดก็จะเริ่มอ่านค่าคลาดเคลื่อนสืบเนื่องการเสื่อมสภาพทางองค์ประกอบของเครื่องมือวัด ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากเครื่องมือวัดเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงเพราะอาจจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ในปัจจุบันห้องปฏิบัติการสอบเทียบด้านไฟฟ้า ได้เปิดให้บริการสอบเทียบเครื่องมือวัดมีมากมาย โดยส่วนใหญ่ประสบปัญหาว่าเครื่องมือวัดที่หลากหลายชนิด ทำให้มีขั้นตอนและวิธีการสอบเทียบที่หลากหลายตามชนิดของตัวเครื่องมือด้วยเช่นกัน ซึ่งในการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้ายังขาดสื่อที่มีคุณภาพที่ใช้ในการอบรม ฝึกทักษะให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานในการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าและผู้ที่สนใจงานสอบเทียบด้านไฟฟ้า สำหรับสื่อที่มีอยู่นั้นจะอยู่ในรูปแบบเอกสารบางส่วน และอีกส่วนถูกเก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์ จึงไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานได้ดีพอ เป็นผลให้พนักงานที่ปฏิบัติงานขาดทักษะ ไม่เข้าใจขั้นตอนการทำงานที่เป็นระบบ เกิดการสับสนในการปฏิบัติงาน ทำให้เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติงานหรือเกิดความเสียหายต่อเครื่องมือมาตรฐานและเครื่องมือที่ทำการสอบเทียบในขณะนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความสำคัญของปัญหาของการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ปฏิบัติงานเป็นพนักงานสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้เจอปัญหาจึงเกิดแนวคิดที่จะทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยการนำระบบการฝึกทักษะ CBST (Competency Based Skill Training) มาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา กล่าวคือ CBST เป็นระบบ ซึ่งแต่ละหัวข้อบทเรียนจะถูกย่อยลงเป็นทักษะความสามารถย่อย ซึ่งผู้รับการฝึกแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติ โดยมีการเรียนรู้จากเนื้อหาที่มีการแสดงผ่านสื่อภาพเคลื่อนไหว ที่มีการปฏิบัติแสดงให้จริง มีการทบทวนในเนื้อหาแต่ละส่วนและเมื่อศึกษาเนื้อหานั้น ๆ จบแล้วจะมีการทดสอบให้ผ่านอีกครั้ง ซึ่งเป็นระบบการฝึกที่มีประสิทธิภาพ เป็นประโยชน์ในกระบวนการสอบเทียบช่วยแก้ปัญหาที่ได้กล่าวมาในข้างต้นและเกิดประสิทธิภาพในวิธีการสอบเทียบเป็นที่น่าเชื่อถือของผลการสอบเทียบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 คุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า อยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\overline{X} \geq 3.5$)

1.3.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าสามารถนำมาใช้เป็นบทเรียนช่วยฝึกทักษะ โดยร้อยละ 80 ของผู้รับการฝึกด้วยบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.4 กรอบความคิดที่ใช้ในการวิจัย

แนวคิดในการวิจัยเรื่อง “บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า” อาศัยขั้นตอนการออกแบบจากคู่มือการพัฒนาโมดูลการฝึก CBST หรือ Competency Based Skills Training (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. 2543: 11-14) มาประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 เรียนรู้ (Know)

1.4.2 แสดง (Show)

1.4.3 ปฏิบัติงานจริง (Do)

1.4.4 ทบทวน (Review)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.5 ทดสอบให้ผ่าน (Pass Through)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาและพัฒนาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยมีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย คือ พนักงานสอบเทียบ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัด อุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) จำนวน 30 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ พนักงานสอบเทียบ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัด อุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) จำนวน 15 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1.5.2 เนื้อหาที่ใช้สร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 6 หน่วย โดยมีรายละเอียดเนื้อหา ดังนี้

1. มาตรวิทยา
2. การสอบเทียบ
3. มาตรฐานการวัด
4. ลำดับขั้นตอนการสอบเทียบ
5. เครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 5 ชนิด คือ
    1) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)
    2) ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)
    3) ดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ (Digital Clamp Meter)
    4) เครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล (Digital Tachometer)
    5) เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Thermometer)
6. ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

1.5.3 ตัวแปรที่ต้องศึกษา

ตัวแปรที่ต้องศึกษาในการวิจัย ได้แก่

1. คุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 กลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการฝึกทักษะ ด้วยบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้ ต้องมีความรู้พื้นฐานในด้านการสอบเทียบ

1.6.2 การใช้บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า เป็นการสร้างสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 เครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า หมายถึง อุปกรณ์เครื่องมือวัดและทดสอบที่ประกอบด้วยคุณสมบัติพื้นฐานด้านไฟฟ้า จำนวน 5 ชนิด คือ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป ดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ เครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล และเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล

1.7.2 บทเรียนช่วยฝึกทักษะ หมายถึง สื่อที่ใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอข้อมูล ข้อแนะนำคำสั่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และสีสันต่าง ๆ พร้อมยกตัวอย่าง สาธิต แนะนำขั้นตอน ให้ลงมือปฏิบัติจริงในเนื้อหาการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

1.7.3 แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง แบบประเมินบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ประกอบด้วย

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยมีการประเมินประกอบด้วย ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์ ความเหมาะสมของเนื้อหากับผู้รับการฝึก ความเหมาะสมของการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหา ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาแต่ละหน่วย ความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของเนื้อหา ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบ

2. แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยมีการประเมินประกอบด้วย การนำเสนอ ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สี ตัวอักษร เสียงบรรยาย การปฏิสัมพันธ์ และเวลาในการนำเสนอ

1.7.4 ประสิทธิภาพของบทเรียน หมายถึง คะแนนทางการประเมินความสามารถการฝึกทักษะของผู้รับการฝึกด้วยบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยร้อยละ 80 ของผู้รับการฝึก เมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.7.5 แบบทดสอบภาคทฤษฎี หมายถึง แบบวัดความรู้ ความเข้าใจ รายละเอียดต่าง ๆ ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า เพื่อวัดความสามารถของผู้รับการฝึกในส่วนของเนื้อหา หน่วยที่ 1 ถึง 5 ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.6 แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ หมายถึง แบบวัดความสามารถในหน่วยที่ 6 โดยกำหนดรายการและรายละเอียดต่าง ตามวิธีการปฏิบัติเพื่อเป็นเกณฑ์ให้คะแนนตามความสามารถ

1.7.7 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหา การสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า และผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

2.1 การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

2.2 การพัฒนา โมดูลการฝึกแบบ CBST

2.3 การออกแบบและสร้างบทเรียนฝึกทักษะสมรรถนะฐาน

2.4 การหาประสิทธิภาพและการประเมินผล

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

2.1.1 มาตรวิทยา (Metrology)

มาตรวิทยา หมายถึง ศาสตร์แห่งการวัด หรือวิชาที่ว่าด้วยเรื่องของการวัดไม่ว่าจะเป็นสาขาใดก็ตาม เป็นการวัดที่รวมเอาทั้งทฤษฎีและทุกมิติของการปฏิบัติมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้สามารถวัดได้อย่างถูกต้องตามความต้องการ และสามารถรายงานค่าของผลการวัดได้ โดยการรายงานนั้นได้รวมเอาการประเมินความไม่แน่นอนของการวัดไว้ด้วย

มาตรวิทยาได้รวมถึงการกำหนดให้มีหน่วยของการวัด โดยการทำให้เป็นจริงขึ้นจากคำนิยามด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทำหน่วยเมตร โดยใช้ปรากฏการณ์ของแสงที่เคลื่อนที่ในสุญญากาศ นอกจากนี้รวมไปถึงการจัดให้มีโซ่ของความสามารถสอบกลับได้ของการวัด (Traceability) โดยการสอบเทียบ (Calibration) และการทำเอกสารที่แสดงค่าที่ได้จากการวัดพร้อมกับความไม่แน่นอน (Uncertainty) ของการวัด

ระบบของหน่วยวัด (The System of Units)

ระบบ SI (International System of Unit) เป็นระบบหน่วยวัดสากลที่นิยมกันทุกประเทศร่วมทั้งเป็นระบบหน่วยวัดซึ่งเป็นพื้นฐานของวิทยาการสมัยใหม่ ระบบหน่วยวัด SI พัฒนามาจากหน่วยวัดเมตริก ซึ่งจุดกำเนิดจากระบบเมตริกฝรั่งเศส SI ย่อมาจากภาษาฝรั่งเศส System International d' Unit´ เริ่มใช้ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2503 ในการประชุมวิชาการน้ำหนักและการวัด (General Conference of Weights and Measures) ประเทศไทยและประเทศอื่น เป็นสมาชิกของการประชุมนี้ และใช้ระบบ SI เป็นหน่วยวัดหลักในประเทศ

หน่วย SI คือ หน่วยของการวัดที่มีพื้นฐานมาจากปริมาณของหน่วยวัดโดยการทำให้เป็นจริงจากคำจำกัดความของแต่ละปริมาณรากฐาน หน่วยรากฐาน (Base Units) เป็นหน่วยวัดรากฐานที่หน่วยวัดอื่น ๆ ทั้งหมดสามารถสอบกลับมาได้หน่วยรากฐานทั้ง 7 หน่วย ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความยาว (Length) หน่วยวัดความยาวตามหน่วย SI คือ เมตร (Meter, m) จำกัดความว่า เมตร คือ ระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ในสุญญากาศในช่วงเวลา 1/299 792 458 วินาที

- มวล (Mass) หน่วยวัดมวลตามหน่วย SI คือ กิโลกรัม (Kilogram, kg) จำกัดความว่า กิโลกรัม คือ หน่วยของมวล ซึ่งเท่ากับมวลแบบประถมระหว่างประเทศของกิโลกรัมรูปทรงกระ บอก ทำจากโลหะผสม Platinum Iridium เก็บไว้ที่ BIPM เมือง Sevres ประเทศฝรั่งเศส

- เวลา (Time) หน่วยวัดเวลาตามหน่วย SI คือ วินาที (Second, s) จำกัดความว่า วินาที คือ ระยะเวลาเท่ากับ 9 192 631 770 คาบของการแผ่รังสีที่สมนัยกับการเปลี่ยนระดับไฮเปอร์ไฟน์สองระดับของอะตอม Cesium -133 ในสถานะพื้นฐาน

- กระแสไฟฟ้า (Electric Current) หน่วยวัดกระแสไฟฟ้าตาม SI คือ แอมแปร์ (Ampere, A) จำกัดความว่า แอมแปร์ คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้าซึ่งทำให้เกิดแรงนิวตันต่อความยาว 1 เมตร ระหว่างเส้นลวดสองเส้นที่มีความยาวอนันต์ มีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็กมากจนไม่ต้องคำนึงถึง วางขนานกันห่างกัน 1 เมตรในสุญญากาศ

- อุณหภูมิ ทางเทอร์โมไดนามิค (Thermodynamic Temperature) หน่วยวัดอุณหภูมิตามหน่วย SI คือ เคลวิน (Kelvin, K) จำกัดความว่า เคลวิน คือ หน่วยของอุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิกส์ ซึ่งเท่ากับ 1/273.16 ของอุณหภูมิเทอร์โมไดนามิกส์ของจุดสามสภาวะของน้ำ

- ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) หน่วยวัดความเข้มการส่องสว่าง คือ แคนเดลา (Candela, cd) ซึ่งจำกัดความว่า แคนเดลา คือความเข้มของการส่องสว่างในทิศทางที่กำหนดให้ของแหล่งกำเนิดแสงสีเดียวที่ความถี่ 540×10^{12} เฮริทซ์ ด้วยความเข้มการส่องสว่างในทิศทางนั้น 1/683 วัตต์ ต่อสเตอร์เรเดียน

- ปริมาณสาร (Amount of Substance) หน่วยวัดปริมาณสาร คือ โมล (Mole, mol) ซึ่งจำกัดความว่า โมล คือหน่วยของปริมาณสารของระบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบมูลฐาน ซึ่งมีจำนวนเท่ากับอะตอมใน 0.012 กิโลกรัมของ คาร์บอน -12

ตารางที่ 2.1 ปริมาณพื้นฐาน หน่วยพื้นฐาน และสัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบเอสไอ

Base Quantity	Symbol	Base Unit	Symbol
length	*l, h, r, m*	meter	m
mass	*m*	kilogram	kg
time, duration	*t*	second	s
electric current	*I, i*	ampere	A
thermodynamic temperature	*T*	kevin	K
amount of substance	*n*	mole	mol
luminous intensity	I_v	candela	cd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การสอบเทียบ

นิยามของ การสอบเทียบ คือ ชุดของการดำเนินการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกโดยเครื่องมือวัด หรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องวัดที่เป็นวัสดุกับค่าสมนัยที่รู้ของปริมาณที่วัดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ (Set of operations that establish, under specified conditions, the relationship between values of quantities indicated by a measuring instrument or measuring system, or values represented by a material measure or a reference material, and the corresponding values realized by standards: VIM 6.11)

การสอบเทียบ หมายถึง การตัดสินและทำเอกสารแสดงความบ่ายเบนของค่าชี้บอกของเครื่องมือวัดหรือค่าที่ระบุของวัสดุวัดจากค่าจริงที่ยอมรับได้ (Conventional True Value) ของปริมาณที่ถูกวัดค่าจริงที่ยอมรับได้ คือค่าจริงที่มีความไม่แน่นอนของการวัดที่เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งในที่นี้คือค่ามาตรฐานที่สามารถสอบกลับได้สู่มาตรฐานแห่งชาติหรือมาตรฐานระหว่างชาติ

การสอบเทียบ ประกอบด้วยปัจจัยหลักดังต่อไปนี้

(ก.) ตัดสินความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกของเครื่องมือวัดกับค่ามาตรฐาน ภายใต้สภาวะที่กำหนดและ ณ วัน เวลาที่ระบุ

(ข.) ออกใบรายงานผลการสอบเทียบที่รายงานทั้งค่าความบ่ายเบนหรือค่าแก้ พร้อมกับความไม่แน่นอนของการวัด

2.1.3 มาตรฐานการวัด

มาตรฐานการวัดเป็นปัจจัยอันสำคัญยิ่งในระบบการวัด หน่วยวัดที่เป็นที่ยอมรับกันระ หว่างประเทศรวมกับมาตรฐานการวัดที่เท่าเทียมกัน มีความสำคัญต่อระบบการค่าและความร่วมมือระหว่างประเทศระดับความเชื่อมั่นในความเท่าเทียมกันของมาตรฐานการวัด ย่อมได้มาจากการทำการเปรียบเทียบระหว่างกัน (Inter Comparison) และความสามารถของผู้ปฏิบัติการที่ทำการวิจัยอยู่ในห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ซึ่งผลคือความเชื่อถือในมาตรฐานการวัดเหล่านี้สามารถถ่ายทอดมาสู่ผู้ใช้งานได้โดยผ่านลูกโซ่ของการสอบกลับได้ (Chain of Traceability) การจัดลำดับขั้นของมาตรฐานในที่นี้ได้จาก International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology: VIM ซึ่งได้นิยามไว้ดังนี้

<u>มาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standard)</u> หมายถึง มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ หรือเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีคุณสมบัติทางมาตรวิทยาสูงสุดและมีค่าเป็นที่ยอมรับโดยปราศจากการอ้าง อิงถึงมาตรฐานอื่นที่เป็นปริมาณเดียวกัน (Standards that is designated or widely acknowledged as having the highest metrological qualities and whose value is accepted without reference to other standards of the same quantity: VM 6.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary Standard) หมายถึง มาตรฐานที่ได้ค่ามาจากการเปรียบเทียบกับมาตรฐานปฐมภูมิของปริมาณเดียวกัน (Standard whose value is assigned by comparison with a primary standard of the same quantity: VIM 6.5)

มาตรฐานการวัดระหว่างชาติ (International Measurement Standards) คือ มาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับโดยความตกลงร่วมกันระหว่างประเทศ เพื่อเป็นฐานในการกำหนดค่าของมาตรฐานอื่นทั้งหมดที่เกี่ยวข้องระหว่างประเทศ (Standard recognized by an international agreement to serve internationally as the basis for assigning values to other standard of the quantity concerned: VIM 6.2)

มาตรฐานการวัดแห่งชาติ (National Measurement Standards) มาตรฐานการวัดแห่งชาติ คือ มาตรฐานที่เป็นที่ได้รับการกำหนดโดยทางการ เพื่อให้เป็นรากฐานในการกำหนดค่าของมาตร ฐานอื่นทั้งหมดของปริมาณที่เกี่ยวข้องในประเทศ (Standard recognized by a national decision to serve, in a country, as the basis for assigning values to other standards of the quantity concerned: VIM 6.3)

มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard) คือ มาตรฐานที่โดยทั่วไป มีคุณสมบัติทางมาตรวิทยาสูงสุดมีไว้ ณ จุดใช้งานหรือในหน่วยงาน ซึ่งการวัดที่กระทำในหน่วยงานได้มาจากมาตรฐานนี้ (Standard, generally having the highest metrological quality available at a given location or in a given organization, from which measurements made there are derived: VIM 6.6)

มาตรฐานถ่ายทอด (Transfer Standard) คือ มาตรฐานที่ใช้สำหรับการนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานอื่น (A standard used as an intermediary to compare standards: VIM 6.8)

มาตรฐานขั้นใช้งาน (Working Standard) คือ มาตรฐานที่ใช้สำหรับการสอบเทียบ หรือการตรวจสอบกับวัสดุวัดเครื่องมือวัดหรือวัสดุอ้างอิง (Standard that is used to calibrate of check material measures, measuring instruments or reference materials: VIM 6.7)

มาตรฐานขั้นใช้งานจะสอบเทียบกับมาตรฐานอ้างอิงเสมอและมาตรฐานใช้งานนี้ อาจใช้สำหรับงานประจำ เพื่อให้มั่นใจว่าการวัดที่กระทำเป็นไปอย่างถูกต้อง บางครั้งก็เรียกว่า มาตรฐานสำหรับตรวจสอบ (Check Standard)

2.1.4 ลำดับขั้นของการสอบเทียบ

ระดับระหว่างชาติ ในระดับระหว่างชาติหรือระหว่างประเทศนั้นมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standards) ได้มาจากการทำให้เป็นจริง (Realize) จากนิยามของหน่วยวัดระบบ SI โดย Conference General des Poidset Mesures: CGPM ซึ่งหน่วยงานที่รับผิดชอบสำหรับการพัฒนามาตรฐานปฐมภูมิและจัดให้มีการเปรียบเทียบผลการวัดระหว่างประเทศ ในระดับที่มีความถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงสุด คือ Bureau International des Poidset Mesures: BIPM ซึ่งมีสำนักงานตั้งอยู่ที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส

ระดับสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติของแต่ละประเทศถือเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รักษามาตรฐานทางมาตรวิทยาขั้นสูงสุดของประเทศ โดยทั่วไปก็จะรักษามาตรฐานการวัดแห่งชาติของประเทศซึ่งคือแหล่งที่มาของความสอบกลับได้สำหรับปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องของประเทศนั้น ๆ ในกรณีที่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติมีความสามารถถึงขั้นที่นำหน่วยวัด SI จากนิยามมาทำให้เป็นจริงได้ มาตรฐานแห่งชาตินั้นถือได้ว่ามาตรฐานนั้นมีความเทียบเท่ามาตรฐานปฐมภูมิหรือสามารถสอบกลับได้โดยตรงกับหน่วยวัด SI นั้น แต่ในกรณีที่สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติยังไม่มีความสามารถถึงขั้นที่จะนำนิยามมาทำให้เป็นจริงได้ การทำให้มั่นใจว่าสามารถสอบกลับได้ถึงหน่วยวัด SI จะกระทำโดยการถ่ายทอดจากประเทศอื่น

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติมีหน้าที่ทำให้มั่นใจว่ามาตรฐานปฐมภูมิที่รักษาไว้นั้นสามารถเปรียบเทียบได้ในระดับนานาชาติและมีหน้าที่รับผิดชอบในการกระจายค่ามาตรฐานสู่ผู้ใช้งานได้แก่ ห้องปฏิบัติการสอบเทียบหน่วยงานของรัฐและภาคอุตสาหกรรม

ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองโดยบุคคลที่สามหรือองค์กรให้การรับรองที่มีประจำในแต่ละประเทศที่ให้การรับรองโดยการตรวจประเมินความสามารถทางเทคนิคตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ซึ่งหนึ่งในข้อกำหนดที่สำคัญได้แก่ความสามารถสอบกลับได้ของการวัดถึงหน่วยวัด SI การให้การรับรองโดยทั่วไปหมายถึงการรับรองความสามารถของการวัดพร้อมกับความไม่แน่นอนน้อยที่สุดที่ห้องปฏิบัติการสามารถกระทำได้ซึ่งได้มาจากการใช้เครื่องมือวัด มาตรฐานการวัด และวิธีการวัดที่เหมาะสมนั่นเอง

ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรอง จำเป็นจะต้องแสดงหลักฐานความสามารถสอบกลับได้ของการวัดที่ได้จาการสอบเทียบมาตรฐานอ้างอิงของห้องปฏิบัติการกับสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติหรือห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการับรองที่มีความสามารถของการวัดดีกว่าตน

การสอบเทียบที่กระทำภายในโรงงาน การสอบเทียบที่กระทำขึ้นเองภายในโรงงานเพื่อทำให้มั่นใจว่าเครื่องมือตรวจและทดสอบทั้งหมดที่มีผลต่อคุณภาพ ได้รับการสอบเทียบกับมาตรฐานอ้างอิงของโรงงานและมาตรฐานอ้างอิงของโรงงานควรจะต้องได้รับการสอบเทียบกับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการับรอง หรือจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติแล้วแต่กรณี ซึ่งความสามารถในการทำการสอบเทียบเองจะต้องคำนึงถึงความสามารถของผู้ปฏิบัติการ (การศึกษา การฝึกอบรม ความชำนาญ และประสบการณ์) วิธีการในการวัด เครื่องมือวัดและมาตรฐานการวัด ห้องปฏิบัติการ (สภาวะแวดล้อม) ตลอดจนระบบการบันทึกผลเพื่อให้มั่นใจในความถูกต้องและแม่นยำของการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับมาตรฐาน	องค์กร	ขอบข่ายงาน
Traceability System National Standards	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	- จัดหา รักษา และพัฒนามาตรฐานแห่งชาติ - พัฒนาให้องค์กรเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือในระดับนานาชาติ - เป็นองค์กรนำในการพัฒนาและผลักดันให้เกิดระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ
Secondary Standards	ห้องปฏิบัติการสอบเทียบของภาครัฐและเอกชน	ถ่ายทอดความถูกต้องของมาตรฐานการวัดจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งไปสู่มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standards) ของภาคอุตสาหกรรม
Working Standards	ห้องปฏิบัติการสอบเทียบในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ	รักษามาตรฐานขั้นใช้งาน (Working Standards) โดยสอบกลับได้ (Traceability) ถึงมาตรฐานแห่งชาติสู่เครื่องมือตรวจ และทดสอบในโรงงาน
Measuring Equipment	เครื่องตรวจวัดและทดสอบที่ต้องการสอบเทียบ	เครื่องมือตรวจ วัด และทดสอบที่ใช้ความเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

รูปที่ 2.1 บทบาทของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติในการสอบเทียบ

2.1.5 เครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

2.1.5.1 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ คือ มัลติมิเตอร์ที่ใช้การแสดงผลการวัดค่าด้วยตัวเลข ช่วยให้การวัดค่าการอ่าน มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น ช่วยแก้ความผิดพลาดที่เกิดจากการอ่านค่าผิดได้เกิดความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น และช่วยลดผลของการโหลดขณะนำดิจิตอลมัลติมิเตอร์ไปวัดแรงดันได้

ลักษณะดิจิตอลมัลติมิเตอร์

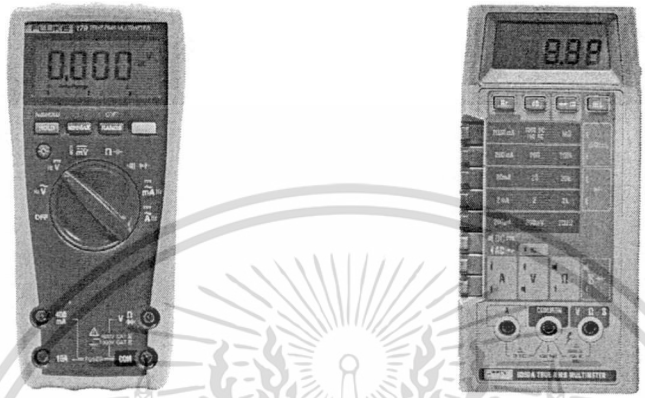
ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) เป็นมัลติมิเตอร์อีกชนิดหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาจากเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และด้านดิจิตอล โดยการรวมเอาดิจิตอลโวลต์มิเตอร์ (Digital Voltmeter) ดิจิตอลแอมมิเตอร์ (Digital Ammeter) และดิจิตอลโอห์มมิเตอร์ (Digital Ohmmeter) เข้าด้วยกัน ใช้การแสดงผลการวัดค่าด้วยตัวเลข ช่วยให้การวัดค่าและการอ่านค่ามีความถูกต้องมากขึ้น และยังช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากการอ่านค่าได้ เกิดความสะดวกในการใช้งาน

ลักษณะของดิจิตอลมัลติมิเตอร์ มีโครงสร้างที่แตกต่างไปจากมัลติมิเตอร์ชนิดเข็มชี้เพราะไม่ต้องใช้ส่วนการแสดงผลด้วยเครื่องกลไฟฟ้า (Electromechanical) แต่ใช้การแสดงผลด้วยการนับค่าเป็นตัวเลข ตามหลักการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์ดิจิตอล ในส่วนประกอบของวงจรมิเตอร์แต่ละชนิดจะประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดิจิตอล สร้างขึ้นมาเป็นวงจรทำงานในการวัดค่าแสดงค่า ช่วยให้ปริมาณความต้องการใช้กระแสจ่ายให้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ขณะวัดค่าปริมาณไฟฟ้าในวงจรน้อยลงมาก ๆ และช่วยลดผลของการโหลดที่เกิดจากการใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ลงได้ค่าปริมาณไฟฟ้าที่แสดงออกมามีความถูกต้องใกล้เคียงค่าจริงมากขึ้น

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ที่สร้างขึ้นมาใช้งานจะแบ่งลักษณะการตั้งย่านวัดใช้งานของตัวดิจิตอลมัลติมิเตอร์เป็น 2 แบบ คือ แบบแรกย่านวัดใช้งานของแต่ละชนิดการวัดปริมาณไฟฟ้า เป็นแบบย่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดอัตโนมัติ (Auto Range) ตั้งวัดเพียงครั้งเดียวสามารถวัดปริมาณไฟฟ้าได้ตั้งแต่ต่ำสุดถึงสูงสุด การปรับย่านวัดโดยอัตโนมัติปรับเองภายในตัวดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แบบที่สอง เป็นแบบย่านวัดต้องปรับด้วยมือผู้วัดเอง (Manual Range) ให้ได้ค่าปริมาณไฟฟ้าที่เหมาะสมคล้ายกับมัลติมิเตอร์ทั่วไป หากปรับแต่งไม่ถูกต้องดิจิตอลมัลติมิเตอร์ไม่สามารถวัดค่าปริมาณไฟฟ้าออกมาได้ ลักษณะดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.2



(ก) ปรับย่านวัดอัตโนมัติ (ข) ปรับย่านวัดด้วยมือ

รูปที่ 2.2 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ส่วนประกอบดิจิตอลมัลติมิเตอร์

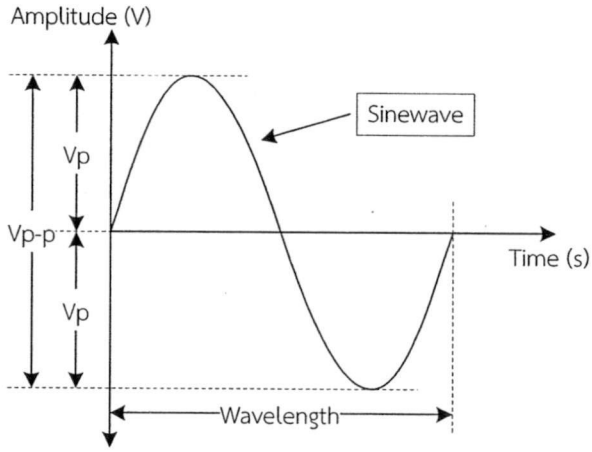
ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ เป็นมัลติมิเตอร์ที่สามารถวัดค่าปริมาณไฟฟ้าได้หลายชนิด เช่นเดียวกับมัลติมิเตอร์ชนิดเข็มชี้ เช่นวัดแรงดันไฟฟ้าตรง (DCV) แรงดันไฟฟ้าสลับ (ACV) กระแสไฟตรง (DCA) กระแสไฟสลับ (ACA) และความต้านทาน (Ω) เป็นต้น นอกจากนี้ในดิจิตอลมัลติมิเตอร์บางรุ่นยังมีความสามารถเพิ่มมากขึ้นไปอีก สามารถวัดค่าปริมาณไฟฟ้าอื่น ๆ นอกเหนือจากค่าปกติได้ เช่น วัดการต่อวงจรแสดงด้วยเสียงได้ วัดความถี่ได้ วัดค่าความจุของตัวเก็บประจุได้วัดอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ (h_{FE}) ได้และวัดขาทรานซิสเตอร์ได้ เป็นต้น

2.1.5.2 ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

ออสซิลโลสโคปหรือเรียกสั้น ๆ ว่า “สโคป” (Scope) มีชื่อเต็มมาจากแคโทดเรย์ออสซิลโลสโคป Cathode Ray Oscilloscope (CRO) หมายถึง ออสซิลโลสโคปใช้หลอดรังสีแคโทด

ออสซิลโลสโคปเป็นเครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในการวัดแสดงรูปคลื่นสัญญาณต่าง ๆ ออกมาเป็นภาพปรากฏบนจอหลอดภาพให้เห็นได้ เช่น การวัดสัญญาณกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า ที่เป็น กระแสสลับหรือ กระแสตรง การวัดความถี่ของสัญ ญาณ การวัดเฟสของสัญญาณและรวมถึงการวัดสัญญาณพัลส์ การอ่านค่าแอมพลิจูดของสัญญาณจะเป็น พีค-ทู-พีค หรือค่าพีคและค่าเวลาเป็นวินาที ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ขนาดแรงดันรูปคลื่นไซน์

Vp-p คือ แรงดันพีค-ทู-พีค (ยอดถึงยอด)

Vp คือ แรงดันพีค (คิดเพียงยอดคลื่นเดียว)

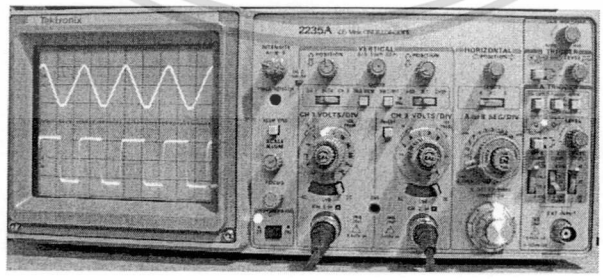
$$Vp\text{-}p = Vp + Vp = 2\,Vp$$

หลักการทำงานของออสซิลโลสโคป

ออสซิลโลสโคปจะใช้หลักการบังคับการบ่ายเบนของลำอิเล็กตรอนภายในหลอดภาพรังสีแคโทด (Cathode Ray Tube: CRT) ด้วยระบบการบ่ายเบนทางไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.4

หน้าที่หลักของออสซิลโลสโคป คือ

1. รับสัญญาณ
2. แสดงภาพของสัญญาณที่รับ
3. วิเคราะห์สัญญาณ

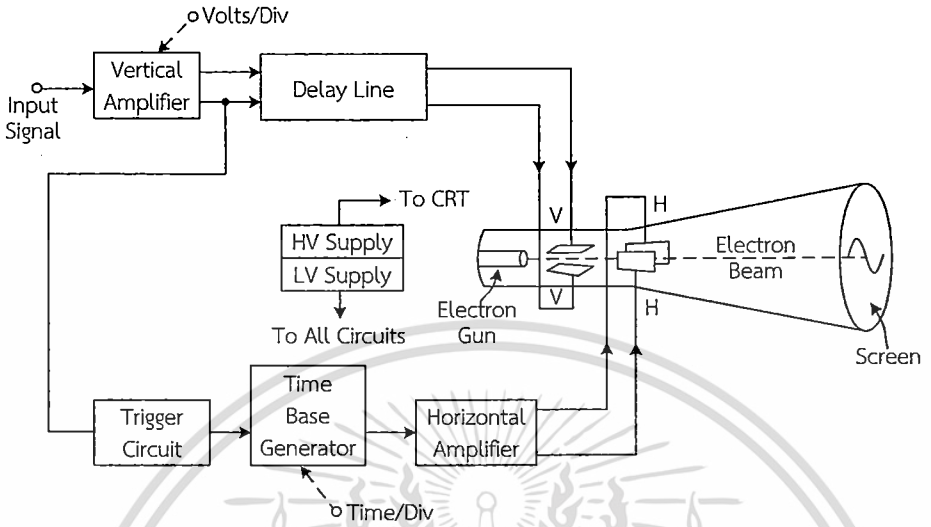


รูปที่ 2.4 ออสซิลโลสโคปชนิด 1 ลำแสง ยี่ห้อ Tektronix รุ่น 2235A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพบล็อกของออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

แผนภาพบล็อกของออสซิลโลสโคป (Oscilloscope Block Diagram: OBD) ทั่วไป แบบ 1 ลำแสง มีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.5 ดังนี้



รูปที่ 2.5 แผนภาพบล็อกออสซิลโลสโคปแบบ 1 ลำแสง

จากรูปที่ 2.5 แผนภาพบล็อกสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. หลอดรังสีแคโทด ถือว่าเป็นหัวใจของออสซิลโลสโคปด้านในหลอดภาพฉาบด้วยสารเรืองแสง เมื่ออิเล็กตรอนวิ่งกระทบจุดใดจุดนั้นจะเรืองแสงขึ้นจึงเกิดเป็นภาพให้เห็น

2. ภาคขยายสัญญาณทางแนวตั้ง ทำหน้าที่ขยายสัญญาณทางแนวตั้งให้มีความแรงขึ้นที่ส่งมาจากภาคลดทอนแรงดันทางแนวตั้ง

3. ภาคหน่วงสัญญาณ จะทำหน้าที่หน่วงสัญญาณอินพุตทางแนวตั้ง ก่อนที่จะป้อนเข้าแผ่นเพลตบ่ายเบนทางแนวตั้ง ใช้เวลาการหน่วงประมาณ 0.25 µs

4. เครื่องกำเนิดฐานเวลา หรือตัวกำเนิดการกวาด ทำหน้าที่ควบคุมรูปคลื่นฟันเลื่อย มีความถี่ถูกต้อง ก่อนป้อนให้กับภาคขยายสัญญาณทางแนวนอน

5. ภาคขยายสัญญาณทางแนวนอนทำหน้าที่ขยายสัญญาณรูปฟันเลื่อยให้มีความแรงพอก่อนป้อนเข้าแผ่นเพลตบ่ายเบนทางแนวนอน ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสถิตควบคุมลำอิเล็กตรอนให้บ่ายเบนซ้ายขวาทางแนวนอน

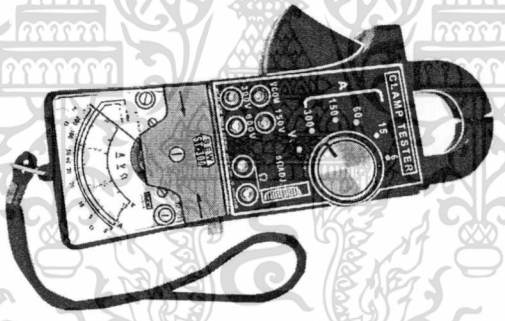
6. ภาควงจรจุดชนวน หรือวงจรซิงค์ ทำหน้าที่ควบคุมให้สัญญาณแนวนอนทำงานพร้อมกับสัญญาณแนวตั้ง ทำให้ภาพบนจอหยุดนิ่ง โดยรับสัญญาณมาจากภาคขยายแนวตั้งมาทำเป็นสัญญาณพัลส์ไปควบคุมรูปคลื่นฟันเลื่อยของภาคกำเนิดฐานเวลาให้มีความถี่ที่ถูกต้อง

7. ภาคจ่ายไฟ แรงดันไฟต่ำ Low Voltage (LV) จะจ่ายไฟให้กับทุกวงจรยกเว้น แรงดันไฟสูง High Voltage (HV) จ่ายให้กับหลอดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.3 แคล้มป์มิเตอร์ (Clamp Meter)

แคล้มป์มิเตอร์ นิยมเรียกอีกอย่างว่า คลิปแอมป์ (Clip Amp) เป็นเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ โดยไม่ต้องดับไฟหรือหยุดการทำงานของอุปกณ์ไฟฟ้า กล่าวคือ ในการวัดกระแสไฟฟ้านั้น หากใช้เครื่องวัดชนิดอื่น เช่น แอมมิเตอร์ หรือ มัลติมิเตอร์ เมื่อจะวัดกระแสไฟฟ้า (Current : I) จะต้องหยุดการทำงานของอุปกรณ์นั้นเสียก่อนทั้งในขณะก่อนและหลังจากการวัดค่าเสร็จ เพื่อทำการต่อสายไฟและเครื่องวัดเข้ากับอุปกรณ์หรือโหลดที่จะวัดค่า จากนั้นจึงจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์หรือโหลดนั้น ๆ อีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าหากใช้แคล้มป์มิเตอร์ในการวัดค่าจะสามารถทำได้ง่าย ๆ เพียงแต่คล้องแคล้มป์มิเตอร์เข้ากับสายไฟเพียงเส้นเดียวก็สามารถวัดค่าได้แล้ว ทำให้สะดวกในการตรวจวัดกระแสของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น การตรวจ วัดกระแสของตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น แคล้มป์มิเตอร์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบเข็มชี้บ่ายเบน (Analog Type) และแบบตัวเลขหรือดิจิตอล (Digital Type) แคล้มป์มิเตอร์แบบเข็มชี้บ่ายเบน (Analog Clamp Meter) ตัวอย่างแสดงรูปที่ 2.6 โดยทั่วไปจะออกแบบให้มีปุ่มล็อกเข็ม (Pointer Lock) เพื่อความสะดวกในการวัดกระแสไฟฟ้าในพื้นที่แคบ ๆ นอกจากนี้ แคล้มป์มิเตอร์ยังสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าและความต้านทานได้อีกด้วย



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแคล้มป์มิเตอร์แบบเข็มชี้บ่ายเบน

สำหรับการนำไปใช้งานวัดกระแสไฟฟ้า ทำได้โดยการกดไกคล้องก้ามปูสำหรับคล้องสายเข้ากับสายที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเพียงเส้นใดเส้นหนึ่ง ก็สามารถอ่านค่าได้ทันที แต่ถ้าหากมีกระแสจำนวนน้อยจนเข็มชี้ไม่กระดิก ให้ทำการคล้องสายหลาย ๆ รอบจนอ่านค่าได้ตามต้องการ จากนั้นนำค่าที่อ่านได้หารด้วยจำนวนรอบที่คล้อง ก็จะได้ปริมาณกระแสที่วัดได้ สำหรับการวัดค่าแรงดันและวัดความต้านทานจะต้องเสียบสายวัดให้ถูกต้อง เหมือนกับการใช้งานมัลติมิเตอร์นั่นเอง

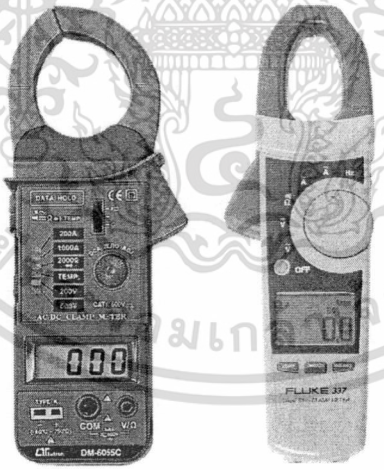
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคล้มป์มิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Clamp Meter)

ปัจจุบันแคล้มป์มิเตอร์แบบดิจิตอลถูกออกแบบให้สามารถวัดปริมาณทางไฟฟ้าหลาย ๆ อย่างภายในเครื่องเดียวกัน อาทิเช่น

- วัดกระแสไฟตรง (DC Current: DCA)
- วัดกระแสไฟสลับ (AC Current: ACA)
- วัดแรงดันไฟดีซี (DC Voltage: DCV)
- วัดแรงดันไฟเอซี (DC Voltage: ACV)
- วัดความต้านทาน (Resistance: Ω)
- วัดความต่อเนื่องโดยใช้เสียง (Buzzer:))))
- ทดสอบไดโอด (Diode: →|←)
- การคงค่าวัดหรือการคงค่าข้อมูล (Data Hole) บนหน้าจอแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display) ปุ่มนี้จะทำหน้าที่เช่นเดียวกับปุ่มล็อกเข็มชี้ (Pointer Lock) ของแคลมป์มิเตอร์แบบเข็มชี้บ่ายเบน
- การคงค่าของข้อมูลสูงสุด (Peak Hold) ใช้สำหรับวัดกระแสกระชาก หรือกระแสทรานเซียนส์ (Transient Signal) ขณะสตาร์ทมิเตอร์ หรือระบบปรับอากาศ เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ มีค่าความต้านทานภายในสูง (High Input Impedance) และทำการวัดได้แม่นยำอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กความเข้มสูง



รูปที่ 2.7 แคล้มป์มิเตอร์แบบดิจิตอล

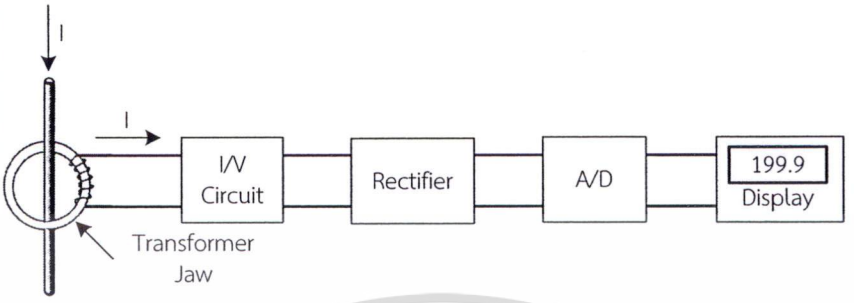
หลักการทำงานของแคล้มป์มิเตอร์แบบดิจิตอล

แคล้มป์มิเตอร์ที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสสลับนั้น เมื่อคล้องแคล้มป์มิเตอร์เข้ากับสายไฟแล้วส่วนของปากคีบหรือก้ามปูสำหรับคล้องสาย (Transformer Jaw) จะทำหน้าที่ตรวจจับสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบสายไฟฟ้า เสมือนกับเป็นหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (Current Transformer) แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

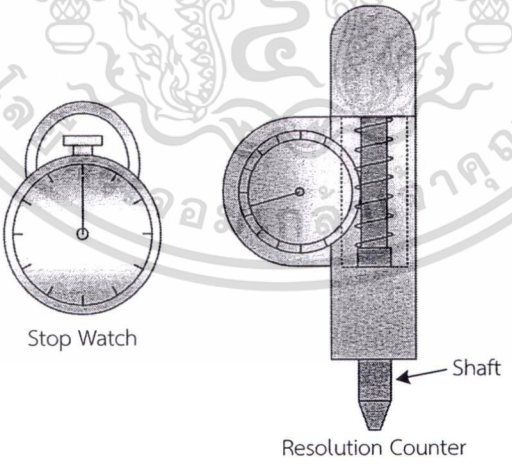
นำสัญญาณที่ได้ผ่านชุดเปลี่ยนจากกระแสเป็นแรงดันไฟฟ้า (I/V Circuit) ชุดเรียงกระแส (Rectifier) ชุดเปลี่ยนสัญญาณจากแอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D Conversion Circuit) และเข้าวงจรแสดงค่า (Display Circuit) เป็นขั้นสุดท้าย เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบถึงค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายไฟฟ้าขณะนั้น



รูปที่ 2.8 แสดงหลักการทำงานของแคล้มป์มิเตอร์แบบดิจิตอล

2.1.5.4 เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer)

Tachometer เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดอัตราความเร็วรอบ (Angular Velocity) ของอุปกรณ์บางอย่าง (Mechanical Tachometer) ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ประกอบด้วยตัวนับรอบ (Revolution Counter) และนาฬิกาจับเวลา (Stop Watch) ตัวนับรอบ (Revolution Counter) ประกอบด้วยแกน (Shaft) และเกลียวรูปตัวหนอนสำหรับขับตัว Indicator ตัว Indicator จะอ่านรอบรวมของแกน และที่ปลายสุดของแกนนี้จะสัมผัสกับอุปกรณ์ที่ต้องการวัด และส่งต่อไปยังเกลียวรูปตัว



รูปที่ 2.9 ตัวนับรอบ (Revolution Counter) และนาฬิกาจับเวลา (Stop Watch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
125735

การวัดอัตราความเร็วรอบ (Angular Velocity) ทำได้โดยการ Start และ Stop ตัวนับรอบและนาฬิกาจับเวลา พร้อม ๆ กัน จากนั้นให้นำค่าที่ได้จากนาฬิกาจับเวลาและตัวนับรอบมาคำนวณหาอัตราความเร็วรอบตามสมการ

$$\omega = \frac{n}{t}$$

เมื่อ ω = อัตราความเร็วรอบ (Angular Velocity)

n = จำนวนรอบที่วัดได้จากตัวนับรอบ (Revolution Counter)

t = ช่วงเวลาที่วัดได้จากนาฬิกาจับเวลา (Stop)

เมื่อ t มีหน่วยเป็นวินาที ดังนั้น ω จึงมีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที ค่าความถูกต้องของ Mechanical Tachometer ขึ้นอยู่กับตัวนับรอบ ช่วงเวลา และความสามารถในการ Start และ Stop ของนาฬิกาจับเวลาและตัวนับรอบว่าพร้อมกันเพียงใด

เนื่องจาก Mechanical Tachometer เป็นระบบที่มีความถูกต้องต่ำจึงได้มีการพัฒนาอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่ง โดยรวมนาฬิกาจับเวลาและตัวนับรอบเข้าไว้เป็นตัวเดียวกัน เรียกว่า Chronometric Tachometer แสดงในรูปที่ 2.10 ตัวนับรอบและนาฬิกาจับเวลาจะเริ่มทำงานพร้อม ๆ กันโดยนับรอบจะถูกกำหนดให้นับรอบตามเวลาที่ถูกกำหนดโดยนาฬิกาจับเวลา ตัว Indicator จะถูกกำหนด ให้อ่านเป็นอัตราความเร็วรอบโดยตรง ซึ่งส่วนมากจะอ่านเป็น RPM (Revolution per Minute) ความถูกต้องของเครื่องวัดความเร็วรอบชนิดนี้จะอยู่ประมาณ 0.5% ของค่าเต็มสเกล

รูปที่ 2.10 ตัวนับรอบและนาฬิกาจับเวลาจะเริ่มทำงานพร้อม ๆ กัน

Electrical Tachometer

เนื่องจากเวลาเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการวัดรอบ ความถูกต้องของการวัดเวลาจึงเป็นตัวกำหนดความถูกต้องของการวัดรอบ

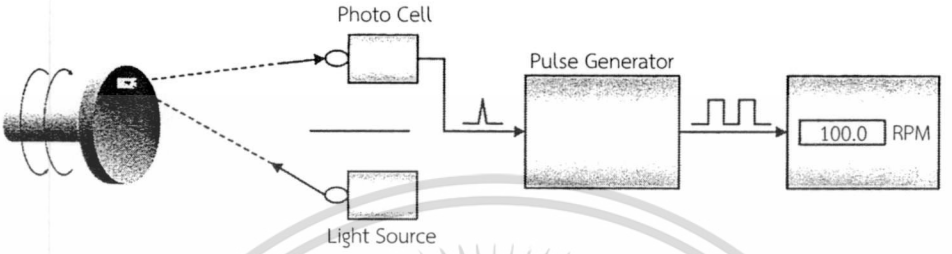
อุปกรณ์ซึ่งถูกใช้กันอย่างแพร่หลายกับ Electrical Tachometer ในการวัดเวลา คือ Electrical counter อุปกรณ์นี้มีความถูกต้องสูงมาก และผลิตออกมาใช้งานในหลายรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อที่จะใช้ในการวัดได้หลาย ๆ Function ที่เกี่ยวข้องกับเวลา Electrical counter สามารถวัดความถี่ (เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่อหน่วยเวลา) และวัดช่วงเวลา (Time Interval) ได้อย่างเที่ยงตรงจึงถูกนำมาใช้

Tachometer แบบไม่สัมผัส (Non-Contact)

พื้นฐานการทำงาน Tachometer แบบใช้แสงสะท้อนตามรูปที่ 2.11



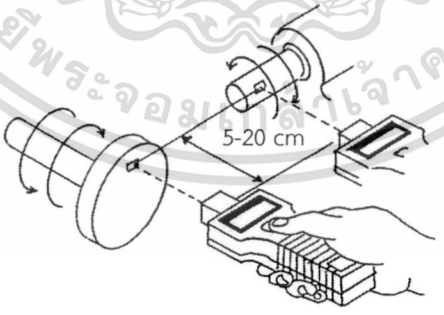
รูปที่ 2.11 หลักการทำงานของ Tachometer แบบใช้แสงสะท้อน

- Light Source ทำหน้าที่กำเนิดแสงเพื่อส่องไปยังวัตถุที่ต้องการวัด

- Photo Cell เป็นอุปกรณ์รับแสงที่จะสะท้อนกลับและทำหน้าที่เปลี่ยนแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อป้อนให้กับวงจร Pulse Generator

- Pulse Generator ทำหน้าที่สัญญาณ Pulse และ Pulse แต่ละ Pulse ที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับแสงที่สะท้อนกลับมา

- Counter และ Display ทำหน้าที่นับสัญญาณ pulse จากวงจร Pulse Generator และแสดงผลเป็นจำนวนรอบต่อเวลา (RPM)



รูปที่ 2.12 การใช้งาน Tachometer แบบใช้แสงสะท้อน

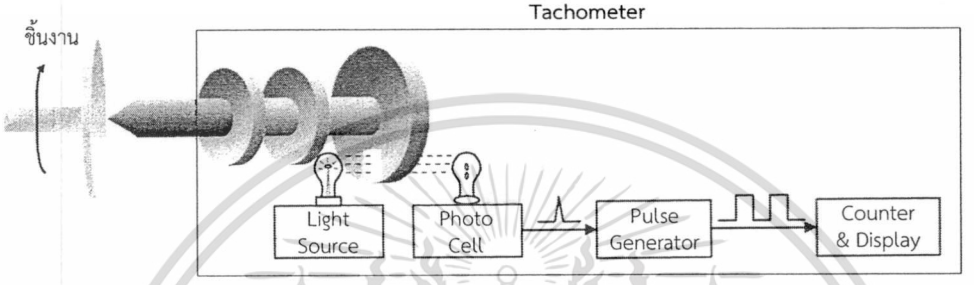
- ถือ Tachometer พร้อมทั้งกดปุ่ม Operate และเล็งลำแสงไปที่แถบสะท้อนแสงที่นำไปติดไว้กับอุปกรณ์ที่ต้องการวัด (ตามรูปที่ 2.12) แถบสะท้อนแสงที่นำไปติดควรจะมีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กไม่ใหญ่จนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระยะห่างระหว่าง Tachometer กับแถบสะท้อนแสงตามคู่มือการใช้งานของแต่ละเครื่อง

Tachometer แบบสัมผัส (Contact)

หลักการทำงานของ Tachometer แบบสัมผัส จะประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิดแสง (Ling Source) หลอดรับแสง (Photo Cell) และแผ่น Disk พร้อมช่องสำหรับแสงผ่านส่วนที่เหลือเหมือนกับ Tachometer แบบสะท้อนแสง



รูปที่ 2.13 หลักการทำงานของ Tachometer แบบสัมผัส

แต่ละรอบที่แผ่น Disk หมุนไปจะทำให้แสงจาก Ling Source ผ่านช่องไปยังหลอดรับแสง (Photo Cell) และยังทำให้ Pulse Generator ผลิตสัญญาณ Pulse ออกมาแต่ละ Pulse Generator จะเท่ากับแผ่น Disk หมุนไปหนึ่งรอบ

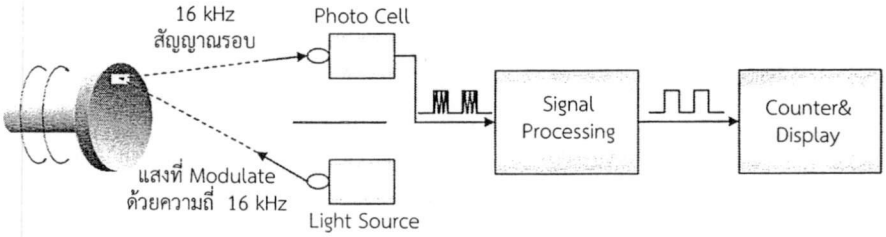
<u>การใช้งาน</u>

เลือก Adapter ให้เหมาะสมกับการใช้งาน นำ Tachometer ไปสัมผัสกับอุปกรณ์ที่ต้องการวัด ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามรูป ยึดให้คงที่พร้อมทั้งกดปุ่ม Operate

รูปที่ 2.14 วิธีใช้งาน Tachometer แบบสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tachometer แบบไม่สัมผัส (Non-Contact) ที่มี Modulated Carrier



รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของ Tachometer แบบไม่สัมผัส (Non-Contact) ที่มี Modulated Carrier

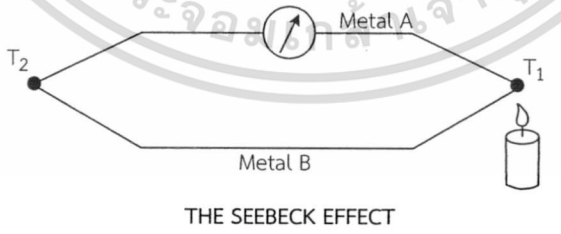
การทำงานของ Tachometer ชนิดนี้คล้ายกับการทำงานของทั้งสองแบบที่ผ่านมาต่างกันตรงที่ Light Source จะผลิตแสงที่ความถี่ประมาณ 16 kHz และหลอด Photo Cell รับสัญญาณที่ความถี่ 16 kHz เช่นกัน

ข้อดีของ Tachometer ชนิดนี้คือสามารถป้องกันสัญญาณรบกวนข้างเคียงที่อยู่ในรัศมี เช่น แสงจากหลอด Fluorescence และวิธีการใช้เหมือนกับชนิดแรกที่กล่าวมา

2.1.5.5 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple)

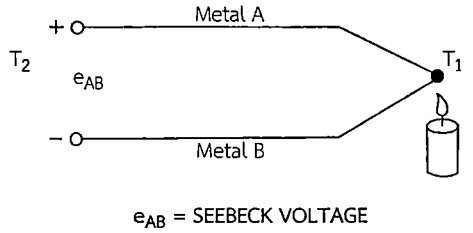
ความเป็นมาในปี ค.ศ.1821 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน Thomas Seebeck พบว่าเมื่อนำโลหะ 2 เส้น ที่ทำด้วยโลหะต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อมปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ถ้าปลายจุดต่อทั้งสองมีอุณหภูมิต่างกัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเส้นลวดทั้งสองนี้ตามรูปปริมาตรการไหลของกระแสไฟฟ้านี้จะมากน้อยเปลี่ยนแปลงไปตามผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสองดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แสดงปลายจุดต่อ 2 จุดของโลหะ 2 ชนิด

และถ้าเปิดปลายจุดต่อด้านหนึ่งออก ดังรูปที่ 2.17 จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นที่ปลายด้านเปิด แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้เรียกว่า “Seebeck Voltage”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ปลายจุดต่อ 2 จุดเปิดออกทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้ สามารถเขียนได้ดังสมการ

$$e_{AB} = \alpha \Delta T$$

α = Seebeck Coefficient (V/K)

ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิ

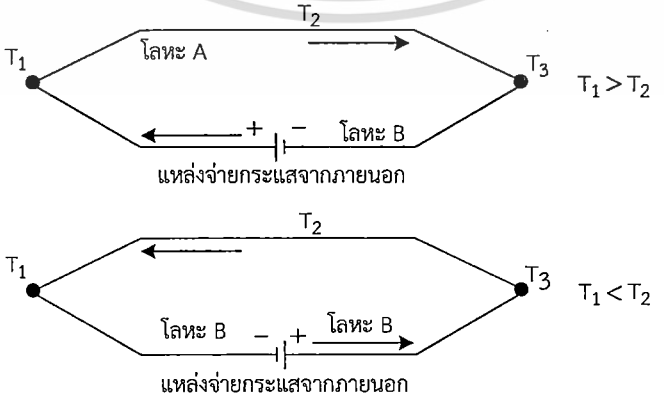
ต่อมาในปี ค.ศ. 1834 นักวิทยาศาสตร์ Jean CA.Peltier พบว่าเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อย เข้าไปในวงจรเส้นลวดลักษณะเดียวกันของซีเบค ดังรูปที่ 2.18 จะทำให้จุดต่อทั้งสองมีอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยจุดต่อปลายข้างหนึ่งจะเย็นลงและดูดรับความร้อนจากบริเวณรอบ ๆ ส่วนจุดต่ออีกด้านหนึ่งจะร้อนขึ้นและกระจายความร้อนให้กับบริเวณรอบ ๆ หรือเมื่อกลับทิศทางของกระแสไฟ ฟ้าที่ป้อนให้วงจร จะทำให้อุณหภูมิที่ปลาย

$$dQ = \pi |dt$$

Q = ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท

π = Peltier Coefficient หรือ Peltier Voltage

I = กระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2.18 วงจรการทดลองของเพลเทียร์ (Peltier)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

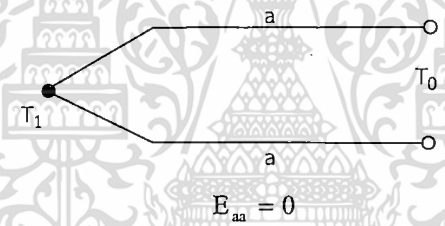
ต่อมา Thomson ได้ศึกษาถึงปรากฏการณ์ที่ทั้ง Seebeck และ Peltier ค้นพบว่ามีความสัมพันธ์กัน เขาพบว่าดังปรากฏการณ์ของ Peltier กระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้วงจรทำให้เกิดอุณหภูมิที่จุดต่อทั้งสองแตกต่างกันและยังขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิจากร้อนไปหาเย็นหรือจากเย็นไปร้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับเส้นลวดแต่ละชนิดที่นำมาต่อกันและเขายังพบว่า Peltier Voltageเป็นแหล่งจ่ายที่มีค่าไม่เท่ากับ Voltage ที่ได้ในกรณี Seebeck ที่ได้จากให้อุณหภูมิที่จุดต่อทั้งสองแตกต่างกันและ Voltage จากที่ Seebeck ยังเกิดใน Single Conductor อีกด้วย แต่แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นใน Single Conductor จะเกิดขึ้นชั่วขณะไม่เกิดขึ้นตลอดไป

ต่อมาได้มีการสรุปได้เป็นกฎของแรงเคลื่อนไฟฟ้าความร้อน (Thermoelectric Laws) ได้กฎ 3 ข้อคือ

1. Law of Homogeneous Metals (กฎของวงจรโลหะเนื้อเดียว)

"ในวงจรที่ประกอบขึ้นด้วยโลหะชนิดเดียวกัน จะไม่เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นในวงจรเมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ ณ ปลายจุดต่อทั้งสอง" ดังรูปที่ 2.19

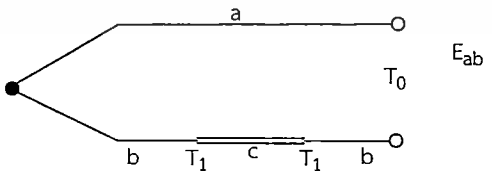
กระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้นในกรณีลวดทั้งสองเป็นโลหะต่างชนิดกันแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิด ขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสอง



รูปที่ 2.19 ปลายจุดต่อ 2 จุดของโลหะ ต่างชนิดกัน

2. Law of Intermediate Metals (กฎของโลหะแทรก)

ในวงจรเทอร์โมคัปเปิล ถ้ามีโลหะแทรกอยู่ในส่วนหนึ่งส่วนใดของวงจร หากจุดต่อของปลายโลหะแทรกทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากันแล้ว โลหะแทรกนี้จะไม่มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้น



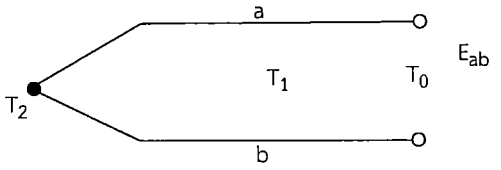
$$E_{ab} = E_{T_2} + E_{T_0}$$

รูปที่ 2.20 โลหะแทรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Law of Intermediate Temperature (กฎของอุณหภูมิแทรก)

ผลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ออุณหภูมิจะเกิดขึ้นตามอุณหภูมิแตกต่างหรือ ไม่เท่ากัน (Temperature Gradient) ในตลอดช่วงสายของ Thermocouple สุดท้ายแล้วแรงเคลื่อนไฟฟ้าในสายThermocouple ให้คิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ณ ปลายจุดต่อทั้งสอง



$$E_{ab} = (E_{T_2} - E_{T_0}) + (E_{T_1} - E_{T_0})$$
$$E_{ab} = E_{T_2} - E_{T_0}$$

รูปที่ 2.21 กฎของอุณหภูมิแทรก

จากกฎข้อนี้เป็นการแสดงให้ทราบว่า อุณหภูมิกลางสายหรือกลางวงจรไม่มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้า อุณหภูมิที่มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะได้มาจากความแตกต่างของอุณหภูมิ TR และ TM เท่านั้น

2.1.6 ขั้นตอนการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

2.1.6.1 การสอบเทียบดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)

1) การสอบเทียบดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) ในฟังก์ชัน DC Voltage

<u>การเตรียมอุปกรณ์</u>

เตรียมการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ก่อนที่จะเริ่มทำการสอบเทียบ เมื่อดำเนินการทุกขั้นตอนแล้วจะต้องทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง Standard 5500A อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนจะเริ่มทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด

1. ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟ ACV. เท่าไร (110V หรือ 220V) เมื่อแน่ใจแล้วจึงเสียบปลั๊กเตรียมความพร้อมเครื่อง

2. กดสวิทช์ Power ON

3. ให้ทำการ Zero Cal ก่อนการใช้งานทุก ๆ 7 วัน หรือกรณีอุณหภูมิห้อง เปลี่ยน > 5 ^{o}C

4. ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ (สายที่ใช้อาจจะเป็นสาย Low thermal EMF หรือสายCoaxial ขึ้นอยู่กับประเภท UUC)

หมายเหตุ : ก่อนทำการสอบเทียบทุกครั้งจะต้องทำการตรวจสอบ Battery ของ UUC ว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ทำการเปลี่ยน Battery

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการสอบเทียบ

Set ให้ Standard 5500A อยู่ใน Standby Mode โดย กดปุ่ม STBY (รูปที่ 2.23)

1. ให้ทำการ Set Zero ก่อนถ้า UUC มีปุ่มกด Zero ให้ Short ปลายสายวัดแล้วกดZero ถ้าไม่มีให้ Short ปลายสายแล้วบันทึกค่า Offset Voltage ของ UUC ไว้เพื่อชดเชยกับค่าที่สอบเทียบกับมาตรฐาน

2. ต่อสายจาก UUC เข้ากับ Standard 5500A ตามรูปที่ 2.24

หมายเหตุ : ให้ทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง UUC ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ (ถ้ามี) ใน Service Manual ของ UUC

3. จุดสอบเทียบมาตรฐานที่ใช้ทำการสอบเทียบ คือ –90, 0 และ 90% of Range

4. การเลือกขั้ว บวก / ลบ ของฟังก์ชัน DC Voltage โดยกดปุ่ม ±

หมายเหตุ : ในกรณีที่ไม่ระบุขั้ว ว่าเป็นบวกหรือ ลบ เครื่องจะ set ให้เป็นค่าบวกเสมอ

5. หลังจากนั้นป้อนค่า DC Voltage ที่ต้องการจะสอบเทียบ (รูปที่ 2.22) โดยป้อนข้อมูลเข้า จากปุ่มตัวเลขแล้วทำการเลือกหน่วยเมื่อเลือกหน่วยแล้วให้กดปุ่ม Enter และ ปุ่ม OPR เพื่อ Operate ข้อมูลจะไป ปรากฏที่จอแสดงผลดังรูปที่ 2.25

รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function DC Voltage

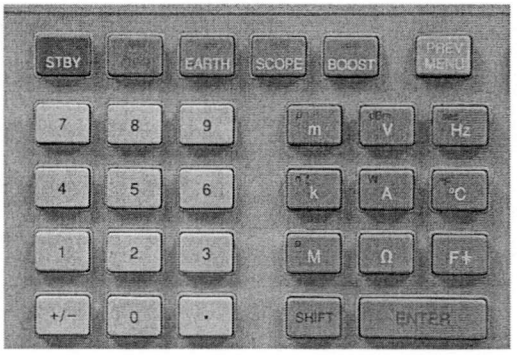
หมายเหตุ : ถ้าค่าที่ป้อนเข้าไปผิด ให้กดปุ่ม Prev Menu 1 ครั้ง แล้วทำการป้อนค่าเข้าไปใหม่ แล้วกดปุ่ม ENTER โดยข้อมูลที่ป้อนเข้าไปจะปรากฏที่หน้าจอแสดงผล

6. อ่านค่าจาก UUC และทำการบันทึกค่าที่อ่านได้ลงใน Test Record No.: IICC.FM. TE01 และกดปุ่ม STBY เพื่อหยุดค่าที่ Operate ให้กับ UUC

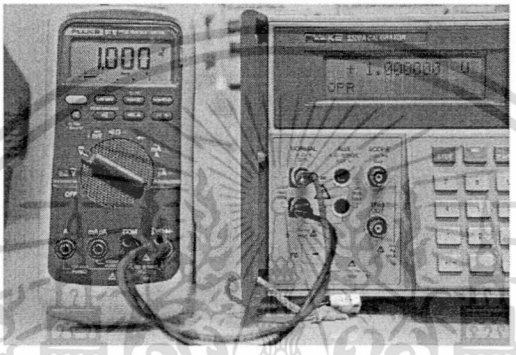
7. ให้ทำตามขั้นตอนการสอบเทียบ ตั้งแต่ข้อ 3. ถึง ข้อ 6. จนครบทุกค่าที่ต้องการสอบเทียบแล้วตรวจดูว่า ผลการสอบเทียบ Out of Spec. หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนการคำนวณค่าความไม่แน่นอน

8. ถ้าค่าที่ อ่านได้ Out of Spec.ให้ดูรายละเอียดในใบขอรับบริการว่าลูกค้าต้องการให้สอบเทียบหรือปรับเทียบ ถ้าต้องการให้ทำการปรับเทียบให้ทำการปรับเทียบตามที่ระบุไว้ใน Service Manual ของ UUC จากนั้น ทำการสอบเทียบใหม่โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 3. ถึง 6. จนครบ

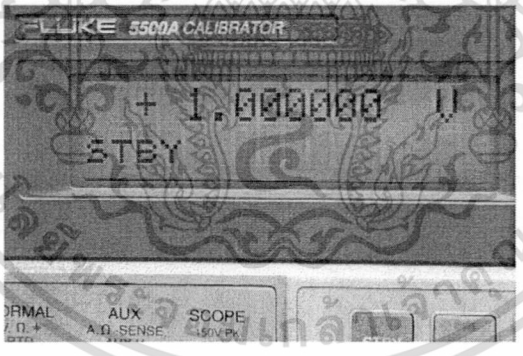
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 Front Panel ของ 5500A



รูปที่ 2.24 แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน DC Voltage



รูปที่ 2.25 แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน DC Voltage

2) การสอบเทียบดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) ในฟังก์ชัน AC Voltage

<u>การเตรียมอุปกรณ์</u>

เตรียมการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ก่อนที่จะเริ่มทำการสอบเทียบ เมื่อดำเนินการทุกขั้นตอนแล้ว จะต้องทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง Standard 5500A อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนจะเริ่มทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด

1. ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟ ACV เท่าไร (110 V หรือ 220 V) เมื่อแน่ใจแล้วจึงเสียบปลั๊ก

เตรียมความพร้อมเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กดสวิทช์ Power ON

3. ต่อสาย Two Conductor Shielded Balanced Line ที่ใช้ในการสอบเทียบ AC Voltage

ขั้นตอนการสอบเทียบ

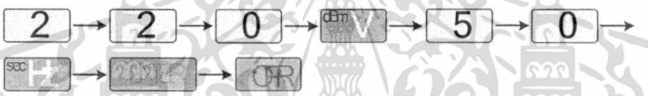
Set ให้ Standard 5500A อยู่ใน Standby mode โดย กดปุ่ม STBY (รูปที่ 2.23)

1. ต่อสายจาก UUC เข้ากับ Standard 5500A ตามรูปที่ 2.27

หมายเหตุ : ให้ทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง UUC ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ (ถ้ามี) ใน Service Manual ของ UUC

2. จุดสอบเทียบมาตรฐานที่ใช้ทำการสอบเทียบ คือ 10% และ 90% of Range

3. ป้อนค่า AC Voltage ที่ต้องการจะสอบเทียบ (รูปที่ 2.26) โดยป้อนข้อมูลเข้า จากปุ่มตัวเลขและต้องทำการเลือกหน่วยเมื่อเลือกหน่วยแล้วให้กดปุ่มใส่ค่าความถี่ของ AC Voltage ที่ต้องการสอบเทียบหลังจากนั้นกดปุ่ม Enter และ ปุ่ม OPR เพื่อ Operate.ข้อมูลจะไปปรากฏที่จอแสดงผล ดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function AC Voltage

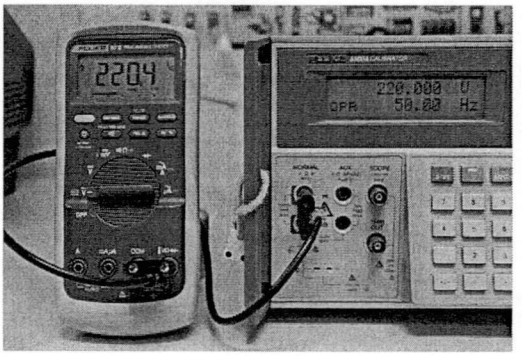
หมายเหตุ : ถ้าค่าที่ป้อนเข้าไปผิด ให้กดปุ่ม Prev Menu 1 ครั้ง แล้วทำ การป้อนค่าเข้าไปใหม่ แล้วกดปุ่ม ENTER โดยข้อมูลที่ป้อนเข้าไปจะปรากฏที่หน้าจอแสดงผล

4. อ่านค่าจาก UUC และทำการบันทึกค่าที่อ่านได้ลงใน Test Record No.: IICC.FM. TE01, IICC.FM.TE03 และกดปุ่ม STBY เพื่อหยุดค่าที่ Operate ให้กับ UUC

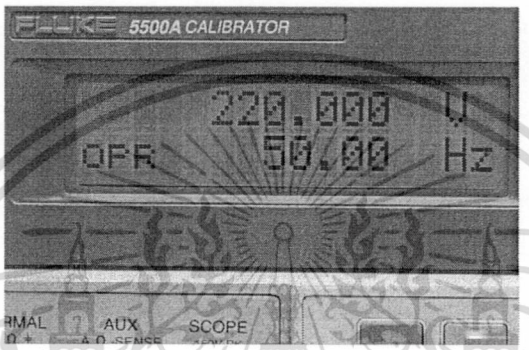
5. ให้ทำตามขั้นตอนการสอบเทียบ ตั้งแต่ข้อ 3. ถึง ข้อ 4. จนครบทุกค่าที่ต้องการสอบเทียบแล้วตรวจดู ว่าผลการสอบเทียบ Out of Spec. หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนการคำนวณค่าความไม่แน่นอน

6. ถ้าค่าที่ อ่านได้ Out of Spec. ให้ดูรายละเอียดในใบขอรับบริการว่าลูกค้าต้องการให้สอบเทียบหรือปรับเทียบ ถ้าต้องการให้ทำการปรับเทียบให้ทำการปรับเทียบตามที่ระบุไว้ใน Service Manual ของ UUC จากนั้น ทำการสอบเทียบใหม่โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 3. ถึง 4. จนครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน AC Voltage



รูปที่ 2.28 แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน AC Voltage

3) การสอบเทียบดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) ในฟังก์ชัน DC Current

<u>การเตรียมอุปกรณ์</u>

เตรียมการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ก่อนที่จะเริ่มทำการสอบเทียบ เมื่อดำเนินการทุกขั้นตอนแล้วจะต้องทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง Standard 5500A อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนจะเริ่มทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด

1. ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟ ACV เท่าไร (110 V หรือ 220 V) เมื่อแน่ใจแล้วจึงเสียบปลั๊กเตรียมความพร้อมเครื่อง

2. กดสวิทช์ Power ON

3. ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ (สายที่ใช้อาจจะเป็นสาย Low Thermal EMF หรือสาย Coaxial ขึ้นอยู่กับประเภท UUC)

หมายเหตุ : ก่อนการสอบเทียบทุกครั้งจะต้องทำการตรวจสอบ Battery ของ UUC ว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ทำการเปลี่ยน Battery

<u>ขั้นตอนการสอบเทียบ</u>

Set ให้ Standard 5500A อยู่ใน Standby mode โดย กดปุ่ม STBY (รูปที่ 2.23)

1. ต่อสายจาก UUC เข้ากับ Standard 5500A ตามรูปที่ 2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

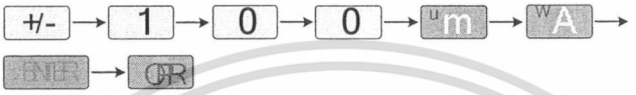
หมายเหตุ : ให้ทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง UUC ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ (ถ้ามี) ใน Service Manual ของ UUC

2. จุดสอบเทียบมาตรฐานที่ใช้ทำการสอบเทียบ คือ Open และ 90% of Range

3. การเลือกขั้ว บวก / ลบ ของฟังก์ชัน DC Current โดยกดปุ่ม ±

หมายเหตุ : ในกรณีที่ไม่ระบุขั้ว ว่าเป็นบวกหรือ ลบ เครื่องจะ set ให้เป็นค่าบวกเสมอ

4. หลังจากนั้นป้อนค่า DC Current ที่ต้องการจะสอบเทียบ (รูปที่ 2.29) โดยป้อนข้อมูลเข้า จากปุ่มตัวเลขและทำการเลือกหน่วยเมื่อเลือกหน่วยแล้วให้กดปุ่ม Enter และ ปุ่ม OPR เพื่อ Operate. ข้อมูลจะไป ปรากฏที่จอแสดงผลดังรูปที่ 2.31



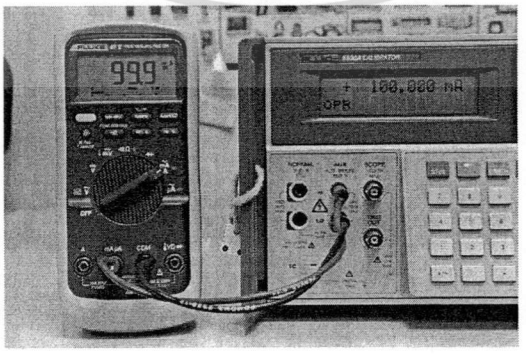
รูปที่ 2.29 ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function DC Current

หมายเหตุ : ถ้าค่าที่ป้อนเข้าไปผิด ให้กดปุ่ม Prev Menu 1 ครั้ง แล้วทำการป้อนค่าเข้าไปใหม่ และกดปุ่ม ENTER โดยข้อมูลที่ป้อนเข้าไปจะปรากฏที่หน้าจอแสดงผล

5. อ่านค่าจาก UUC และทำการบันทึกค่าที่อ่านได้ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE 01, IICC.FM.TE03 และกดปุ่ม STBY เพื่อหยุดค่าที่ Operate ให้กับ UUC

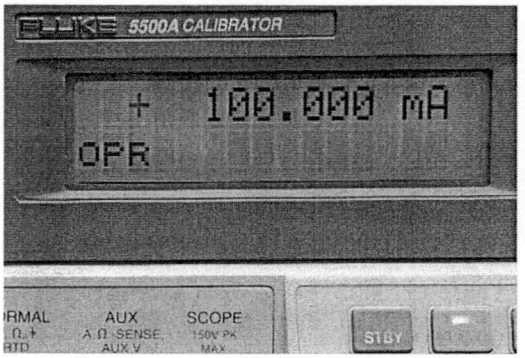
6. ให้ทำตามขั้นตอนการสอบเทียบ ตั้งแต่ข้อ 3. ถึง ข้อ 5. จนครบทุกค่าที่ต้องการสอบเทียบแล้วตรวจดูว่า ผลการสอบเทียบ Out of Spec. หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนการคำนวณค่าความไม่แน่นอน

7. ถ้าค่าที่ อ่านได้ Out of Spec. ให้ดูรายละเอียดในใบขอรับบริการว่าลูกค้าต้องการให้สอบเทียบหรือปรับเทียบ ถ้าต้องการให้ปรับเทียบให้ทำการปรับเทียบตามที่ระบุไว้ Service Manual ของ UUC จากนั้น ทำการสอบเทียบใหม่โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 3. ถึง 5. จนครบ



รูปที่ 2.30 แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน DC Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน DC Current

4) การสอบเทียบดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) ในฟังก์ชัน AC Current

การเตรียมอุปกรณ์

เตรียมการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ก่อนที่จะเริ่มทำการสอบเทียบ เมื่อดำเนินการทุกขั้นตอนแล้วจะต้องทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง Standard 5500A อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนจะเริ่มทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด

1. ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟ ACV เท่าไร (110 V หรือ 220 V) เมื่อแน่ใจแล้วจึงเสียบปลั๊กเตรียมความพร้อมเครื่อง

2. กดสวิทช์ Power ON

3. ต่อสาย Two Conductor Shielded Balanced Line ที่ใช้ในการสอบเทียบ AC Voltage

หมายเหตุ : ก่อนการสอบเทียบทุกครั้งจะต้องทำการตรวจสอบ Battery ของ UUC ว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ทำการเปลี่ยน Battery

ขั้นตอนการสอบเทียบ

Set ให้ Standard 5500A อยู่ใน Standby mode โดย กดปุ่ม STBY (รูปที่ 2.23)

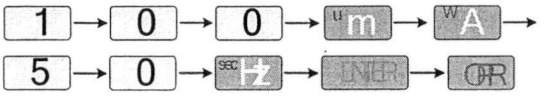
1. ต่อสายจาก UUC เข้ากับ Standard 5500A ตามรูปที่ 2.33

หมายเหตุ : ให้ทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง UUC ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ (ถ้ามี) ใน Service Manual ของ UUC

2. จุดสอบเทียบมาตรฐานที่ใช้ทำการสอบเทียบ คือ 10% และ 90% of Range

3. ป้อนค่า AC Current ที่ต้องการจะสอบเทียบ (รูปที่ 2.32) โดยป้อนข้อมูลเข้า จากปุ่มตัวเลขและต้องทำการเลือกหน่วยเมื่อเลือกหน่วยแล้วให้กดปุ่มใส่ค่าความถี่ของ AC Current ที่ต้องการสอบเทียบ หลังจากนั้นกดปุ่ม Enter และ ปุ่ม OPR เพื่อ Operate. ข้อมูลจะไปปรากฏที่จอแสดงผล ดังรูปที่ 2.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



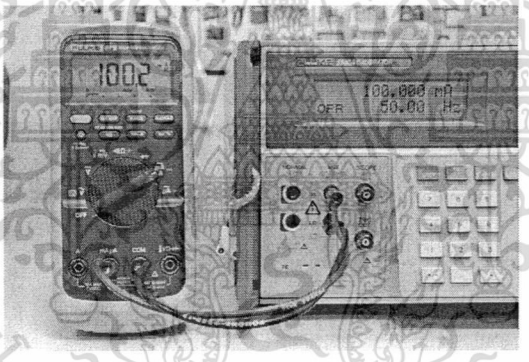
รูปที่ 2.32 ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function AC Current

หมายเหตุ : ถ้าค่าที่ป้อนเข้าไปผิด ให้กดปุ่ม Prev Menu 1 ครั้ง แล้วทำ การป้อนค่าเข้าไปใหม่ แล้วกดปุ่ม ENTER โดยข้อมูลที่ป้อนเข้าไปจะปรากฏที่หน้าจอแสดงผล

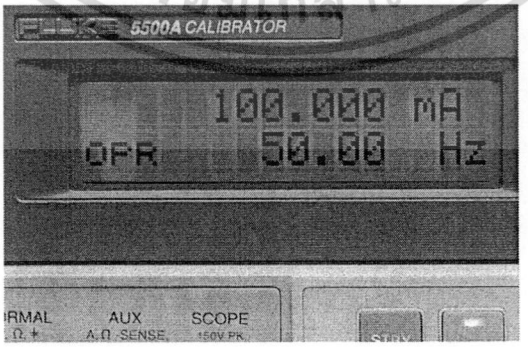
4. อ่านค่าจาก UUC และทำการบันทึกค่าที่อ่านได้ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE 01 และกดปุ่ม STBY เพื่อหยุดค่าที่ Operate ให้กับ UUC

5. ให้ทำตามขั้นตอนการสอบเทียบ ตั้งแต่ข้อ 2. ถึง ข้อ 4. จนครบทุกค่าที่ต้องการสอบเทียบแล้วตรวจดู ว่าผลการสอบเทียบ Out of Spec. หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 6

6. ถ้าค่าที่ อ่านได้ Out of Spec. ให้ดูรายละเอียดในใบขอรับบริการว่าลูกค้าต้องการให้สอบเทียบหรือปรับเทียบ ถ้าต้องการให้ทำการปรับเทียบให้ทำการปรับเทียบตามที่ระบุไว้ใน Service Manual ของ UUC จากนั้น ทำการสอบเทียบใหม่โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 2. ถึง 4. จนครบ



รูปที่ 2.33 แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน AC Current



รูปที่ 2.34 แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน AC Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การสอบเทียบดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) ในฟังก์ชัน Resistance

การเตรียมอุปกรณ์

เตรียมการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ก่อนที่จะเริ่มทำการสอบเทียบ เมื่อดำเนินการทุกขั้นตอนแล้วจะต้องทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง Standard 5500A อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนจะเริ่มทำการสอบเทียบ

1. การตรวจสอบ UUC ใช้ไฟ ACV เท่าไร (110 V หรือ 220 V) เมื่อแน่ใจแล้วจึงเสียบปลั๊ก เตรียมความพร้อมเครื่อง

2. กดสวิทช์ Power ON.

3. ให้ทำการ Zero Cal ก่อนการใช้งานทุก ๆ 7 วัน หรือกรณีอุณหภูมิห้องเปลี่ยน > 5°C

4. ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ (สายที่ใช้อาจจะเป็นสาย Low Thermal EMF หรือสาย Coaxial) ขึ้นอยู่กับการใช้งานของ UUC

หมายเหตุ : ก.) ในกรณีทำการสอบเทียบค่าความต้านทาน > 100 MΩ ให้ใช้สาย Coaxial ทำการวัด

ข.) ก่อนการสอบเทียบทุกครั้งต้องทำการตรวจสอบ Battery ของ UUC ว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ทำการเปลี่ยน Battery

ขั้นตอนการสอบเทียบ (กรณีใช้ Standard 5500A)

ให้ Set Standard 5500A อยู่ใน Standby Mode โดย กดปุ่ม STBY (รูปที่ 2.23)

1. ต่อสายจาก UUC เข้ากับ Standard 5500A ตามรูปที่ 2.36 แล้วจึงทำการ Set Zero ให้กับ UUC

หมายเหตุ : ก.) ในกรณีที่ต้องการสอบเทียบค่าความต้านทาน < 10 kΩ สำหรับ UUC แบบ 2 สาย ให้ทำการ Zero ก่อน ถ้า UUC มีปุ่ม Zero ให้ Short ปลายสายแล้วกด Zero ถ้า UUC ไม่มี ปุ่ม Zeroให้ Short ปลายสายแล้วบันทึกค่าความต้านทานของสายไว้ เพื่อชดเชย

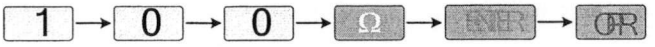
ข.) ในกรณีสอบเทียบ Resistance ตั้งแต่ 0 Ω ถึง 110 kΩ ให้ทำการสอบเทียบแบบ 4-wire

ค.) ในกรณีสอบเทียบ Resistance ตั้งแต่ > 110 kΩ ถึง 330 MΩ ให้ทำการสอบเทียบแบบ 2-wire

2. จุดสอบเทียบมาตรฐานที่ใช้ทำการสอบเทียบ คือ Short และ 90% of Range

3. ป้อนค่า ความต้านทาน ที่ต้องการจะสอบเทียบ (0 Ω - 330 MΩ) (รูปที่ 2.35) โดยป้อนข้อมูลเข้าจาก ปุ่มตัวเลข ตามรูปที่ 2.35 หลังจากนั้นให้เลือกหน่วย กดปุ่ม ENTER และ ปุ่ม OPR เพื่อ Operate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function Resistance

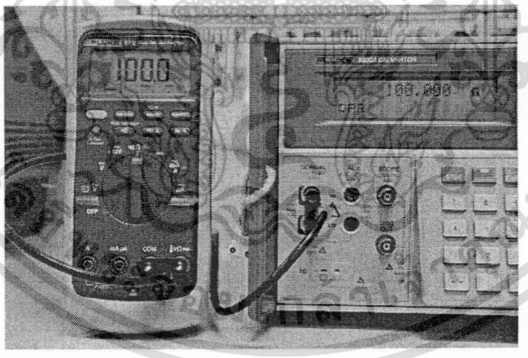
หมายเหตุ : ถ้าค่าที่ป้อนเข้าไปผิด ให้กดปุ่ม Prev Menu 1 ครั้ง แล้วป้อนค่าเข้าไปใหม่ แล้วกด ENTER โดยข้อมูลที่ป้อนเข้าไป จะปรากฏที่หน้าจอแสดงผล ดังรูปที่ 2.36

4. อ่านค่าจาก UUC พร้อมนำค่าความต้านทานของสายมาชดเชย แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE01 และกดปุ่ม STBY เพื่อหยุดค่าที่ Operate ให้กับ UUC

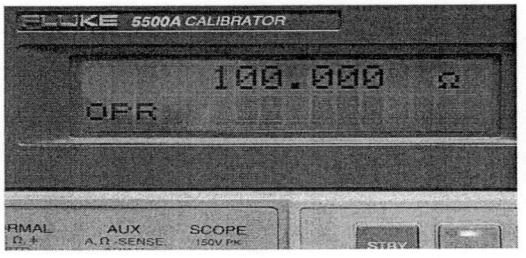
หมายเหตุ : กรณี UUC ไม่มีปุ่ม Rel หรือ Zero ในการ Short ปลายสายของการสอบเทียบช่วงค่าความต้านทานต่ำ ให้บันทึกค่าความต้านทานของสายวัดไว้เพื่อนำมาชดเชยกับค่าที่อ่านได้จาก UUC

5. ให้ทำตามขั้นตอนการสอบเทียบ ตั้งแต่ข้อ 2. ถึง ข้อ 4. จนครบทุกค่าที่ต้องการสอบเทียบแล้วตรวจดูว่าผลการสอบเทียบ Out of Spec. หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนการคำนวณค่าความไม่แน่นอน

6. ถ้าค่าที่อ่านได้ Out of Spec. ให้ดูรายละเอียดในใบขอรับบริการว่าลูกค้าต้องการให้สอบเทียบหรือปรับเทียบ ถ้าต้องการให้ปรับเทียบให้ทำการปรับเทียบตามที่ระบุไว้ใน Service Manual ของ UUCทำการสอบเทียบใหม่โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 2. ถึง 4. จนครบทุกค่าที่จะสอบเทียบ



รูปที่ 2.36 แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน Resistance



รูปที่ 2.37 แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน Resistance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการสอบเทียบ (กรณีใช้ Standard 2793-01 และ Standard 2786-20)

1. นำ Decade Resistance Box มาวางในบริเวณที่จะสอบเทียบ

2. ในกรณีที่ ไม่ใช่ Handheld Meter ให้ทำการตรวจสอบดูว่า UUC ใช้แรงดันไฟเลี้ยง (Power Supply) เป็นเท่าไร (110 V หรือ 220 V) เมื่อแน่ใจแล้วจึงเสียบปลั๊ก

3. จุดสอบเทียบมาตรฐานที่ใช้ทำการสอบเทียบ คือ Short และ 90% of Range

4. Zero ให้กับ UUC ตามคำแนะนำในคู่มือ (ถ้ามี) ถ้าไม่มีให้ Short. ปลายสาย แล้วบันทึกค่าความต้านทานไว้ เพื่อชดเชย

5. กำหนดค่า Range และที่จะสอบเทียบลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE02 ตามที่ลูกค้ากำหนดโดยดูจาก Work Order

หมายเหตุ : ให้ทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง UUC ตามระยะเวลาที่กำหนด (ถ้ามี) ใน Service Manual ของ UUC

6. ปรับ Range การวัดของ UUC ให้ตรงตามค่าที่กำหนด

7. ต่อสายวัดจาก UUC เข้ากับ Decade Resistance Box ที่ต้องการจะสอบเทียบ (รูปที่ 2.38 แสดงภาพการต่อสาย)

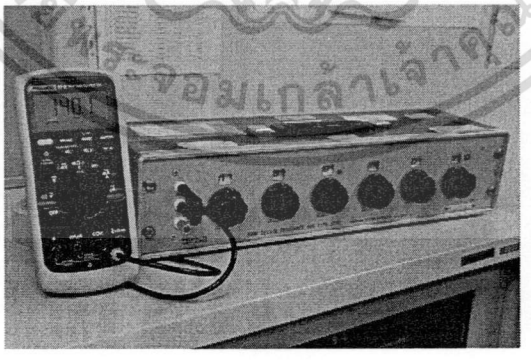
8. หมุน Dial ของ Decade Resistance Box ให้ได้ค่าตรงตามที่จะสอบเทียบ

9. อ่านค่าจาก UUC แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE02

10. ทำการสอบเทียบจนครบทุกค่า ตามขั้นตอนข้อ 3. ถึง 9.

11. ดูว่าผลการสอบเทียบ Out of Spec. หรือไม่ ถ้าไม่ ข้ามไปข้อ 12

12. หากผลการสอบเทียบ Out of Spec. ให้ดูรายละเอียดในใบขอรับบริการว่าลูกค้าต้องการให้ปรับหรือไม่ ถ้าต้องการให้ทำการปรับตามข้อปฏิบัติใน Service Manual ของ UUC ตัวนั้น ๆ แล้วจึงทำการสอบเทียบใหม่ตามข้อ 3. ถึง 9. จนครบทุกค่าที่จะสอบเทียบ



รูปที่ 2.38 แสดงการต่อ UUC กับ Standard ในฟังก์ชัน Resistance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.2 การสอบเทียบออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

การเตรียมอุปกรณ์

เตรียมการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ก่อนที่จะเริ่มทำการสอบเทียบ เมื่อดำเนินการทุกขั้น ตอนแล้วจะต้องทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง Standard 5500A และ UUC อย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนจะเริ่มทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด

1. ตรวจดูว่า Power Supply ของ UUC ใช้ไฟ ACV. เท่าไร (110 V หรือ 220 V) เมื่อดูจนแน่ใจแล้วจึงเสียบปลั๊ก เตรียมความพร้อมเครื่อง

2. ตรวจสอบ Test Leads (Probe) ที่มากับเครื่องว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่

3. เตรียม Test Leads (Probe) และ Terminal 50 Ω ตามรูปที่ 2.39

ข้อปฏิบัติขั้นต้นก่อนการสอบเทียบออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

1. ปรับปุ่ม DC Offset Alignment (V/cm) เพื่อควบคุมให้เส้นอยู่ในตำแหน่งเดิม (กลางจอภาพ) ในขณะที่หมุนปุ่ม V/cm เพื่อเปลี่ยนย่านการวัด โดย Set Input Coupling ไปตำแหน่งCommon สังเกตดูว่าเส้นยังคงอยู่ในตำแหน่งเดิมกลางจอภาพหรือไม่

2. ปรับปุ่ม Trace Rotation โดยให้เส้น (Trace) อยู่ในแนวระนาบขนานกับเส้นสเกลในแกน X

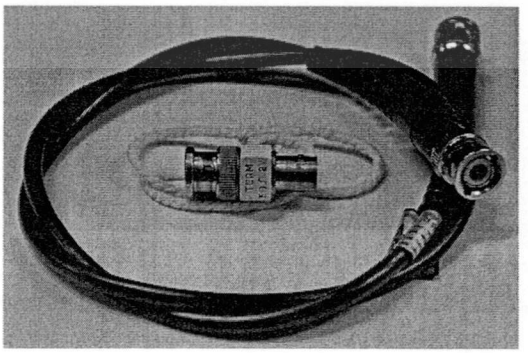
3. ปรับปุ่ม Focus ให้เส้นเล็กที่สุด

4. ปรับปุ่ม Intens ให้แสงสว่างพอเหมาะสมสำหรับอ่านค่า

5. ตรวจเช็คสาย Probe X1, X10 โดยป้อนสัญญาณรูปคลื่น Square Wave ผ่านสาย Probeสังเกตรูปคลื่นด้าน Output เป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่สมบูรณ์หรือไม่หากรูปคลื่นด้าน Output ผิดเพี้ยนให้ทำการปรับที่ตัว Probe

6. ปรับปุ่ม CH1, CH2 Time/Div ของ Oscilloscope ไปที่ตำแหน่ง Cal. (ตามสัญลักษณ์ที่ตัวเครื่อง UUC)

7. เลือก Input Coupling ไปที่ AC or DC Coupling



รูปที่ 2.39 แสดงสาย Coaxial และ Terminal 50 Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การสอบเทียบออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ในฟังก์ชัน Vertical Deflection

ขั้นตอนการสอบเทียบ

1. Set Standard 5500A พร้อมที่จะใช้งาน
2. ต่อสาย Coaxial ระหว่าง UUC กับ Standard 5500A
3. Set ปุ่ม OSC ของ Standard 5500A
4. Set Standard 5500A ที่ Mode Volt แล้วทำการปรับปุ่มเลือก Terminal 1 MΩ ของ Oscilloscope (ถ้า Input Impedance ของ Oscilloscope เป็น 50 Ω ให้ปรับปุ่มเลือก Terminal 50 Ω เพื่อให้ Matching กัน)
5. Set ปุ่ม AC or DC Coupling
6. ปรับ Volt/Div ของ Oscilloscope ที่ค่าต่ำสุดของ Range
7. Set ค่า Volt/Div ของ Standard 5500A โดยปรับปุ่ม MULT (x) และปุ่ม DIV (÷) ตาม

ค่าที่กำหนดใน Test Record No. IICC.FM.TE05 ซึ่งจะตรงกับค่า Volt/Div ของ Oscilloscope สังเกตดูรูปคลื่น Square wave จะปรากฏตามรูปที่ 2.40 ซึ่ง Amplitude ของรูปคลื่น จะมีความสูง 80% ของ Grid

8. สำหรับ Digital Storage Oscilloscope (DSO) ปรับ Amplitude ≥ 80% ของ Grid ส่วน Analog Oscilloscope (AO) ปรับ Amplitude 70% ของ Grid
9. หากความสูงของรูปคลื่นสูงหรือต่ำกว่า 80% ให้ปรับปุ่ม EDIT FIELD ที่ 5500A ให้พอดีกับเส้นสเกลพร้อมทั้งบันทึกค่า Resolution ของ UUC ไว้ในแต่ละจุดสอบเทียบที่นำไปคำนวณใน Budget Uncertainty
10. บันทึกค่า Vertical Deflection Error ลงใน Test record No.IICC.FM.TE05
11. ป้อนสัญญาณทุก Step ของ Volt/Div ของ Oscilloscope จนครบ

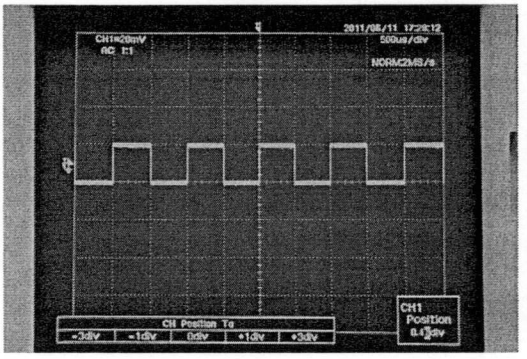
หมายเหตุ : ก.) กรณี UUC มี Impedance 50 Ω ให้ Set Input Impedance 50 Ω ที่ Standard 5500A

ข.) กรณี UUC มี Impedance 1 MΩ ให้ Set Input Impedance 1 MΩ ที่ Standard 5500A

ค.) กรณีลูกค้าระบุค่า Input Impedance มาให้สอบเทียบตามลูกค้า

ง.) กรณีการปรับ Volt ต้องการที่ปรับความไวของสัญญาณ เพื่อขยายสัญญาณให้แสดงขนาดเหมาะสมกับจอภาพ ให้ทำการปรับปุ่ม Multiplied (x 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



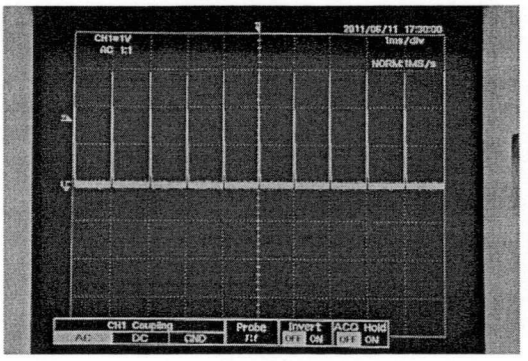
รูปที่ 2.40 แสดงรูปสัญญาณ Vp-p ของ V/DIV

2) การสอบเทียบออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ในฟังก์ชัน Horizontal Deflection

ขั้นตอนการสอบเทียบ

1. Set Standard 5500A พร้อมที่จะใช้งาน
2. ต่อสาย Coaxial ระหว่าง UUC กับ Standard 5500A
3. Set Standard 5500A ที่ Mode Marker แล้วทำการปรับปุ่มเลือก Terminal 50 Ω ต่อ Terminator 50 Ω เข้ากับตัว Oscilloscope
4. Set ปุ่ม DC Coupling
5. Set ค่า Time/Div ของ Standard 5500 A โดยปรับปุ่ม MULT (x) และปุ่ม DIV (÷) ตามค่าที่กำหนดใน Test Record No.: IICC.FM.TE05 โดยสังเกตภาพที่เกิดที่จอตามรูปที่ 2.41
6. ปรับ Time/Div ตาม Step ของ UUC โดยให้ค่าสัมพันธ์กับค่า Time/Div ของ Standard โดยเลื่อนยอดคลื่น (Pulse Frequency) ให้ขอบของคลื่นลูกที่สองตรงกับเส้นสเกลแนวตั้งของจอด้านซ้ายมือ และขอบของยอดคลื่นลูกถัดไป จะตรงกับเส้นสเกลแนวตั้งของจอด้านขวามือ
7. หากขอบของยอดคลื่นลูกถัดไป ไม่ตรงกับเส้นสเกลแนวตั้งของจอด้านขวามือให้ปรับปุ่มปรับ EDIT FIELD ของ Standard 5500A ให้ตรง พร้อมทั้งบันทึกค่า กรณี Oscilloscope เป็น Digital ให้ใช้ Cursor Resolution ของ UUC กรณี Oscilloscope เป็น Analog ให้ใช้ Scale of Resolution ของ UUC บันทึก ไว้ในแต่ละจุดสอบเทียบ เพื่อนำไปคำนวณใน Budget Uncertainty
8. บันทึกค่า Horizontal Deflection Error ที่อ่านได้จาก 5500A ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE05
9. ทำจนครบทุก Time/Div ที่ UUC
10. กรณี Oscilloscope เป็นแบบ Digital ในการอ่านค่าของ Time Mark กรณีรูปคลื่นเลื่อนตามการปรับ Edit Field ทำให้ไม่เห็น Error ของ UUC กำหนดให้ใช้วิธีตามคู่มือสอบเทียบของผู้ผลิตของ UUC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

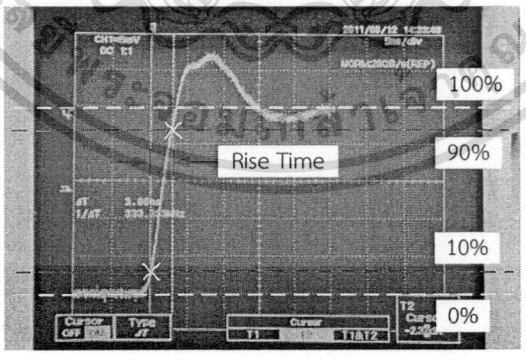


รูปที่ 2.41 แสดงรูปสัญญาณ Time Mark

3) การสอบเทียบออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ในฟังก์ชัน Rise Time

ขั้นตอนการสอบเทียบ

1. Set Standard 5500A กดปุ่ม Oscilloscope พร้อมที่จะใช้งาน
2. ต่อสาย Coaxial ระหว่าง UUC กับ Standard 5500A
3. Set Standard 5500A ที่ Mode Edge แล้วทำการปรับปุ่มเลือก Terminal 50 Ω ต่อ Terminator 50 Ω เข้ากับตัว Oscilloscope
4. Set ปุ่ม AC or DC Coupling
5. Set ค่า Frequency ของ Standard 5500A ที่ 1 MHz
6. ปรับ Volt/Div ที่ Oscilloscope ให้อ่านรูปคลื่นดังรูปที่ 2.42
7. ปรับ Time/Div Oscilloscope ไว้ที่ค่าต่ำสุด รูปคลื่นที่อ่านได้จาก Oscilloscope จะ Over Shoot ที่ 0% -100% ส่วนค่า Rise Time จุดสัญญาณที่ทำการอ่าน คือ 10% - 90% ตามรูปที่ 2.42 แล้วบันทึกผลการสอบเทียบลงในฟอร์ม Test Record No.: IICC.FM.TE05



รูปที่ 2.42 แสดงรูปสัญญาณ Rise Time

4) การสอบเทียบออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ในฟังก์ชัน Bandwidth

ขั้นตอนการสอบเทียบ

1. Set Standard 5500A พร้อมที่จะใช้งาน

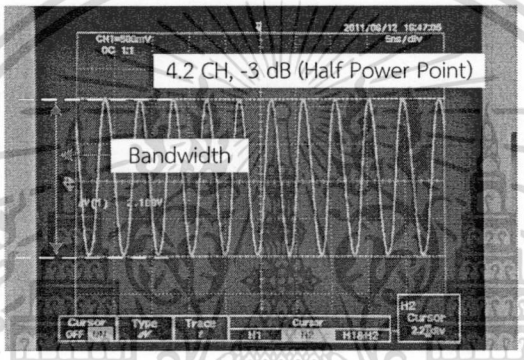
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ต่อสาย Coaxial ระหว่าง UUC กับ Standard 5500A

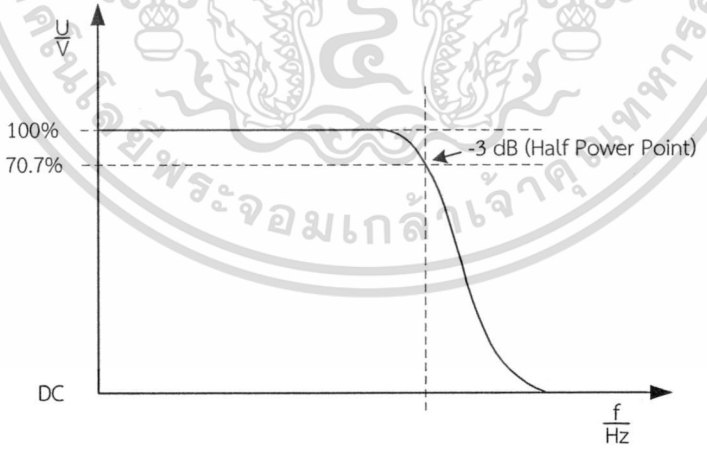
3. Set Standard 5500A ที่ Mode Levsine แล้วทำการปรับปุ่มเลือก Terminal 50 Ω ต่อTerminator 50 Ω เข้ากับ Oscilloscope

4. Set ปุ่ม AC Coupling

5. Set Volt/Div ของ Oscilloscope ตาม Manual ของผู้ผลิต ในกรณีที่ไม่มี Manual ของผู้ ผลิตมาให้ ให้ Set Volt/Div ของ Oscilloscope ค่าต่ำสุด และ Set Standard 5500A ตามความเหมาะสม ความถี่ 50 kHz ให้สัญญาณปรากฏที่ตัว Oscilloscope ให้มี Amplitude สูง 6 ช่อง จากนั้นให้ทำการปรับความถี่ ของ Standard 5500A เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยปรับปุ่ม Edit Filed และสังเกตสัญญาณให้ลดทอนลงมาที่ 4.2 ช่อง (Half Power Point, -3 dB ดังรูปที่ 2.43) อ่านค่าความถี่ ณ จุดนี้แล้วบันทึกผลลงในฟอร์ม Test Record No.: IICC.FM.TE05



รูปที่ 2.43 แสดงรูปสัญญาณ Bandwidth



รูปที่ 2.44 Frequency response

5) การสอบเทียบออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ในฟังก์ชัน การแสดงความสมบูรณ์ของรูปคลื่นที่วัดได้

<u>ขั้นตอนการสอบเทียบ</u>

1. Set Standard 5500A พร้อมใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ต่อสาย Coaxial ระหว่าง UUC กับ Standard 5500A

3. Set Standard 5500A ที่ Mode Levsine แล้วทำการปรับปุ่มเลือก Terminal 50 Ω ต่อTerminator 50 Ω เข้ากับตัว Oscilloscope

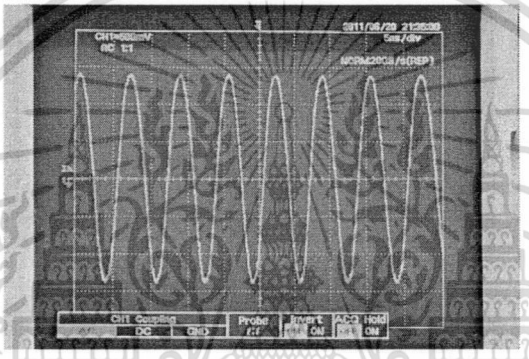
4. Set ปุ่ม AC Coupling

5. Set Oscilloscope 0.5 V/Div และ Set Standard 5500A ที่ 3 Vp-p ส่วนความถี่ที่จะป้อนขึ้นอยู่กับ Bandwidth ของ Oscilloscope โดยปกติให้ป้อนเท่ากับ Bandwidth ของ Oscilloscope

6. สัญญาณที่ปรากฏหน้าจอ Oscilloscope จะเป็นรูปคลื่น Sine Wave ดังรูปที่ 2.45

7. สังเกตความสมบูรณ์ของรูปคลื่น Sine Wave ว่ามีสัดส่วนสมบูรณ์หรือไม่

8. บันทึกผลลงในฟอร์ม Test Record No.: IICC.FM.TE05



รูปที่ 2.45 แสดงรูปสัญญาณ Sine Wave

2.1.6.3 การสอบเทียบดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ (Digital Clamp Meter)

ดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ถูกออกแบบให้สามารถวัดปริมาณทางไฟฟ้าหลาย ๆ อย่างภายในเครื่องเดียวกัน เช่น

- วัดกระแสไฟตรง (DC Current: DCA)
- วัดกระแสไฟสลับ (AC Current: ACA)
- วัดแรงดันไฟตรง (DC Voltage: DCV)
- วัดแรงดันไฟสลับ (AC Voltage: ACV)
- วัดความต้านทาน (Resistance: Ω)

วิธีการสอบเทียบดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ในฟังก์ชัน วัดแรงดันไฟตรง (DCV) วัดแรงดันไฟสลับ (ACV) และวัดความต้านทาน (Ω) ให้ใช้วิธีการสอบเทียบของดิจิตอลมัลติมิเตอร์เนื่องจากฟังก์ชันใช้งานของดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์เหมือนกันกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ส่วนในฟังก์ชัน วัดกระแสไฟตรง (DCA) และวัดกระแสไฟสลับ (ACA) ใช้วิธีการสอบเทียบดังนี้

1) การสอบเทียบดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ (Digital Clamp Meter) ในฟังก์ชัน DC Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมอุปกรณ์

1. เปิดเครื่อง Reference Standard เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง

2. เตรียมสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ

3. ตรวจสอบ Battery ของ UUC ว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้า Low Battery ให้เปลี่ยน Battery ก่อนที่จะทำการสอบเทียบ

ขั้นตอนการสอบเทียบ

Set ให้ Standard อยู่ใน Standby Mode โดย กดปุ่ม STBY

1. กรณีที่ UUC มีกระแส ≤ 11 A ให้ทำการสอบเทียบโดยใช้สาย Low Thermal EMF ขนาด 18 AWG wire Rating : 5000 VDC, 20 A ต่อกับ Standard ตามรูปที่ 2.46

รูปที่ 2.46 แสดงการต่อ UUC กับ Standard 5500A ที่กระแส ≤ 11A

รูปที่ 2.47 แสดงการต่อ UUC กับ Standard 5500A โดยใช้ 50 Turn Current Coil

หมายเหตุ : ก.) กรณี UUC ระบุตำแหน่งการวาง Clamp Meter เข้ากับ 50 Turn Coilให้วางตามตำแหน่งที่ระบุ และสังเกตทิศทางกระแสของ UUC จะมีลูกศรชี้บอก

ข.) กรณี UUC ไม่ระบุตำแหน่งการวาง Clamp Meter เข้ากับ 50 Turn Coil ให้วางตำแหน่งตรงกลาง ของตัว Clamp Meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.) กรณีหาค่า Uncertainty Due to Position of Measurement หาโดยการวัด ณ ตำแหน่ง ภายในตัว Clamp Meter คำนวณโดยใช้สมการ

$$\text{Due to Position} = \frac{\text{Max - Min}}{2}$$

2. นำ UUC มาคล้องเข้ากับ 50 Turn Current Coil ที่ต่ออยู่กับ Standard 5500A

3. ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ Clamp Meter (สายที่ใช้ Low Thermal EMF ขนาด 18 AWG Wire Rating : 5000 VDC, 20 Amps.

4. จุดสอบเทียบมาตรฐานที่ใช้ทำการสอบเทียบ คือ Open และ 90% of Range

5. ป้อนค่า DC Current ที่ต้องการจะสอบเทียบโดยป้อนข้อมูลเข้า จาก Standard 5500Aแล้วป้อนค่าที่ต้องการจะสอบเทียบ จากนั้น กดปุ่ม Enter และ ปุ่ม OPR เพื่อ Operate. ข้อมูลจะไปปรากฏที่จอแสดงผล

ข้อแนะนำ : การสอบเทียบในลักษณะที่นำ Current Source จาก Standard 5500A มาต่อร่วมกับ Standard Coil ค่า Output Current ที่ได้จะมีค่าเท่ากับ DC Current ที่ป้อน Standard 5500A คูณ กับ จำนวนรอบของ Standard Coil ซึ่งมีค่าเท่ากับ 50 รอบ

ตัวอย่าง เช่น ถ้าจะสอบเทียบ 100 ADC จะป้อนค่า 2 ADC ที่ Standard 5500A ผลลัพธ์ที่แสดงที่ตัว UUC ในกรณีที่ไม่มีการ Error จะได้ 100 ADC (2 A x 50 รอบ Coil = 100 ADC) ดังรูปที่ 2.48

รูปที่ 2.48 ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function DC Current Clamp

หมายเหตุ : ถ้าค่าที่ป้อนเข้าไปผิดให้กดปุ่ม Prev Menu 1 ครั้ง ที่ Standard 5500A แล้วทำการป้อนค่าเข้าไปใหม่ กดปุ่ม ENTER โดยข้อมูลที่ป้อนเข้าไปจะปรากฏที่หน้าจอแสดงผล

6. อ่านค่าจาก UUC และทำการบันทึกค่าที่อ่านได้ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE 01 และกดปุ่ม STBY เพื่อหยุดค่าที่ Operate ให้กับ UUC

7. ทำการวัดซ้ำให้ครบ 5 ครั้ง บันทึกลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE01

8. ให้ทำตามขั้นตอนการสอบเทียบ ตั้งแต่ข้อ 4. ถึง ข้อ 6. จนครบทุกค่าที่ต้องการสอบเทียบแล้วตรวจดูว่า ผลการสอบเทียบมีค่า Error เกินกว่า Accuracy.ของ UUC หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนการคำนวณค่าความไม่แน่นอน

9. ถ้าผลการสอบเทียบมีค่า Error เกินกว่า Accuracy ของ UUC ให้ดูรายละเอียดในใบขอรับบริการว่าลูกค้าต้อง การให้สอบเทียบหรือปรับเทียบถ้าต้องการให้ ปรับเทียบให้ทำการปรับตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

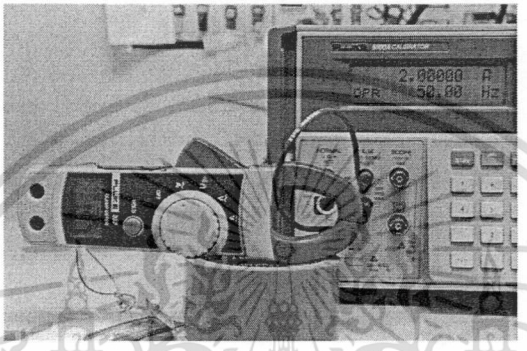
วิธีการที่ระบุไว้ใน Service Manual ของ UUC จากนั้น ทำการสอบเทียบใหม่โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 4. ถึง 6. จนครบ

2) การสอบเทียบดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ (Digital Clamp Meter) ในฟังก์ชัน AC Current

ขั้นตอนการสอบเทียบ

Set ให้ Standard 5500A อยู่ใน Standby Mode โดย กดปุ่ม STBY

1. กรณีที่ UUC มีกระแส ≤ 11 A ให้ทำการสอบเทียบโดยใช้สาย Low Thermal EMF ขนาด 18 AWG Wire Rating : 5000 VDC, 20 Amps. ต่อกับ Standard 5500A ตามรูปที่ 2.49



รูปที่ 2.49 แสดงการต่อ UUC กับ Standard 5500A ที่กระแส ≤ 11A

รูปที่ 2.50 แสดงการต่อ UUC กับ Standard 5500A โดยใช้ 50 Turn Current Coil

หมายเหตุ : ก.) กรณี UUC ระบุตำแหน่งการวาง Clamp Meter เข้ากับ 50 Turn Coilให้วางตามตำแหน่งที่ระบุและสังเกตทิศทางกระแสของ UUC จะมีลูกศรชี้ บอก

ข.) กรณี UUC ไม่ระบุตำแหน่งการวาง Clamp Meter เข้ากับ 50 Turn Coil ให้วางตำแหน่งตรงกลางของตัว Clamp Meter

ค.) กรณีหาค่า Uncertainty Due to Position of Measurement หาโดยการวัด ณ จุดตำแหน่งภายในตัว Clamp Meter คำนวณโดยใช้สมการ

$$\text{Due to Position} = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำ UUC มาคล้องเข้ากับ 50 Turn Current Coil ที่ต่ออยู่กับ Standard 5500A ดังรูปที่ 2.50

3. ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ Clamp Meter (สายที่ใช้ Low Thermal EMF ขนาด 18 AWG Wire Rating : 5000 VDC, 20 Amps.

4. จุดสอบเทียบมาตรฐานที่ใช้ทำการสอบเทียบ คือ 10% และ 90% of Range

5. ป้อนค่า AC current ที่ต้องการจะสอบเทียบ โดยป้อนข้อมูลเข้า จากปุ่มตัวเลขและทำการเลือกหน่วยเมื่อเลือกหน่วยแล้วให้กดปุ่มใส่ค่าความถี่ของ AC Current ที่ต้องการสอบเทียบหลังจากนั้นกดปุ่ม Enter และ ปุ่ม OPR เพื่อ Operate .ข้อมูลจะไปปรากฏที่จอแสดงผล

ข้อแนะนำ : การสอบเทียบในลักษณะที่นำ Current Source จาก Calibrator มาต่อร่วม กับ Standard Coil ค่า Output Current ที่ได้จะมีค่าเท่ากับ AC Current ที่ป้อนจาก Calibrator คูณ กับจำนวนรอบของ Standard Coil ซึ่งมีค่าเท่ากับ 50 รอบ

ตัวอย่าง เช่น ถ้าจะสอบเทียบ 100 AAC จะป้อนค่า 2 AAC ที่ Standard 5500A ผลลัพธ์ที่แสดงที่ตัว UUC ในกรณีที่ไม่มีการ Error จะได้ 100 AAC (2 A x 50 รอบ Coil = 100 AAC) ดังรูปที่ 2.51

รูปที่ 2.51 ตัวอย่างการกดปุ่มของ Function AC Current Clamp

6. ทำการ อ่านค่าจาก UUC บันทึกใน Test Record No.: IICC.FM.TE01 และกดปุ่ม STBY

7. ทำการวัดซ้ำให้ครบ 5 ครั้ง บันทึกลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE01

8. ให้ทำตามขั้นตอนการสอบเทียบ ตั้งแต่ข้อ 4. ถึง ข้อ 7. จนครบทุกค่าที่ต้องการสอบเทียบแล้วตรวจดูว่า ผลการสอบเทียบมีค่า Error เกินกว่า Accuracy ของ UUC หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนการคำนวณค่าความไม่แน่นอน

9. ถ้าผลการสอบเทียบมีค่า Error เกินกว่า Accuracy ของ UUC ให้ดูรายละเอียดในใบขอรับบริการว่าลูกค้าต้องการให้สอบเทียบหรือปรับเทียบถ้าต้องการให้ ปรับเทียบให้ทำการปรับตามวิธีการที่ระบุไว้ใน Service Manual ของ UUC จากนั้น ทำการสอบเทียบใหม่โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 4. ถึง 7. จนครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.4 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล (Digital Tachometer)

การเตรียมอุปกรณ์

เตรียมอุปกรณ์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ก่อนที่จะเริ่มทำการสอบเทียบ เมื่อดำเนินการทุกขั้นตอนและจะต้องทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง Standard FG110 หรือ Standard 2030 อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนจะเริ่มทำการสอบเทียบ

1. ต่อสาย Line Power เข้ากับ Standard FG110 หรือ Standard 2030
2. กดสวิทซ์ Power On
3. ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ (สาย Coaxial)

หมายเหตุ : ก่อนการสอบเทียบทุกครั้งจะต้องทำการตรวจสอบ Battery ของ UUC ว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่ ถ้าไม่ให้ทำการเปลี่ยน Battery ก่อน

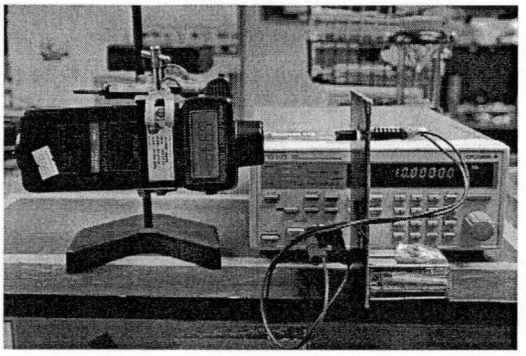
4. ตั้งค่า Standard FG110 อยู่ใน Frequency Function

1) การสอบเทียบเครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล (Digital Tachometer) แบบใช้แสงสะท้อน (Non-Contact) โดยใช้ Function Generator และ Light Emitting Diode (LED)

ขั้นตอนการสอบเทียบ

1. ให้ต่ออุปกรณ์ที่ใช้สอบเทียบดังรูป 2.52
2. ตั้งค่า Amplitude ของ Function Generator ตามข้อกำหนดของหลอด (LED) โดยปกติประมาณ 3 Vrms ส่วนความถี่ให้สัมพันธ์กับอัตราความเร็วรอบ โดยนำความถี่ที่ตั้งค่าไว้ คูณกับ 60 วินาที เช่น 1 Hz x 60 = 60 rpm, 10 Hz x 60 = 600 rpm
3. นำ Tachometer เล็งให้ตรงกับตำแหน่งหลอด (LED) ตามระยะทางที่ใช้งานจริง พร้อมทั้งกดปุ่ม Operate ค้างไว้ Tachometer จะวัดอัตราความเร็วรอบตามการกระพริบของ LED
4. ทำการสอบเทียบตามจุดที่ต้องการสอบเทียบ แล้วบันทึกค่าลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE04
5. ทำการสอบเทียบจนครบทุกค่าที่ต้องการ ถ้าอ่านค่าไม่คงที่ให้ทำ Repeat 5 ครั้ง
6. ดูผลการสอบเทียบ Out of Spec. หรือไม่ ถ้าไม่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนการคำนวณค่าความไม่แน่นอน
7. ผลการสอบเทียบ Out of Spec. ให้ดูรายละเอียดในใบขอรับบริการว่าลูกค้าต้องการสอบเทียบหรือปรับเทียบ ถ้าต้องการให้ปรับเทียบ ให้ทำการปรับเทียบตามข้อปฏิบัติใน Service Manual แล้วจึงทำการสอบเทียบใหม่ ตามข้อ 2. ถึง 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.52 การสอบเทียบ Tachometer แบบใช้แสงสะท้อน (Non-Contact)

2) การสอบเทียบเครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล (Digital Tachometer) แบบสัมผัส (Contact) โดยใช้ Function Generator และ Probe

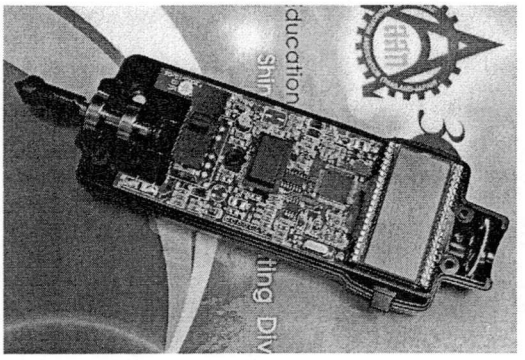
ขั้นตอนการสอบเทียบ

1. การสอบเทียบ Tachometer แบบนี้จะต้องถอดฝาครอบออกตามรูปที่ 2.53

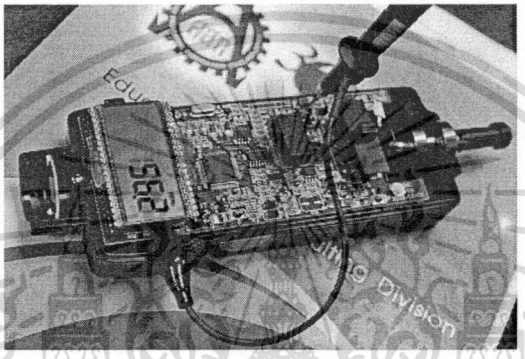
2. ตั้งค่า Amplitude ของ Function generator ไว้ที่ 1 Vp-p ส่วนความถี่ให้สัมพันธ์กับอัตราความเร็วรอบ โดยนำความถี่ที่ Set คูณกับเวลา 60 วินาที (60 วินาที = 1 นาที) และหารด้วยจำนวนช่องที่แสงผ่านในที่นี้มี 10 ช่อง เช่น (1 Hz x 60) / 10 = 6 rpm, (100 Hz x 60) / 10 = 60 rpm

3. Set Probe ไว้ที่ x 1 ตรวจสอบภายใน Probe นั้นมีค่าความต้านทาน (ระดับ kΩ ขึ้นไป) อยู่หรือไม่ ในกรณีที่มีความต้านทานอยู่ให้ป้อนสัญญาณความถี่เข้าที่ขาอินพุทของ Photo Cell และอีกขาหนึ่งให้ต่อลง Ground ดังรูปที่ 2.54 พร้อมกับกดปุ่ม Operate ค้างไว้ Tachometer จะแสดงผลอัตราความเร็วรอบตามที่ป้อนสัญญาณเข้าแต่ถ้าอัตราความเร็วรอบยังไม่ปรากฏที่จอแสดงผลหรือค่าที่วัดได้ยังไม่เสถียรให้เพิ่ม Amplitude ทีละ 1 V จนได้ค่าที่เสถียรแต่ในกรณีที่ไม่มีความต้านทานภายใน Probe (หรือมีแต่ค่าน้อย) ให้ต่อ Probe นั้นกับตัวเก็บประจุขนาดประมาณ 1 μF แล้วจึงป้อนสัญญาณความถี่เข้าที่ขาอินพุทของ Photo Cell ตามรูปที่ 2.54 พร้อมกับกดปุ่ม Operate ค้างไว้ Tachometer จะแสดงผลอัตราความเร็วรอบตามที่ป้อนสัญญาณเข้าไป แต่ถ้าอัตราความเร็วรอบยังไม่ปรากฏที่จอแสดงผลหรือค่าที่วัดได้ยังไม่เสถียรให้เพิ่ม Amplitude ทีละ 1 V จนได้ค่าเสถียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.53 แสดงการถอดฝาครอบของ Tachometer



รูปที่ 2.54 การสอบเทียบ Tachometer แบบสัมผัส (Contact)

2.1.6.5 การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Thermometer)

1) การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Thermometer) ในฟังก์ชัน TC Measurement

<u>การเตรียมอุปกรณ์</u>

1. ต่อสาย Power Supply เข้ากับ Multi-Product Calibrator 5500A ที่ใช้เป็น Reference Standard

2. กด สวิทช์ Power ON

3. เปิดเครื่องมือมาตรฐานเพื่อทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง Multi-Product Calibrator 5500A Standard เป็นเวลา 1ชั่วโมงก่อนทำการสอบเทียบ

4. เตรียมสายทองแดงและสาย TC ที่ใช้ในการสอบเทียบ ให้ตรงกับชนิดของ Input ของ Temperature Indicator ที่จะสอบเทียบ

5. ทำการเตรียมความพร้อมเครื่อง UUC ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ใน Manual ถ้าไม่ได้ระบุไว้ ให้เตรียมความพร้อมเครื่องประมาณ 1 ชั่วโมง

6. เตรียม Reference Junction Compensate ให้พร้อมสำหรับการสอบเทียบ

<u>ขั้นตอนการสอบเทียบ</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตรวจสอบจุดสอบเทียบที่ระบุมาใน Work Order สำหรับกรณีที่ไม่ได้ระบุมา ให้กำหนดจุดสอบเทียบให้ครอบคลุมช่วงการใช้งานของลูกค้าใน แต่ละ Input type โดยแบ่งเป็น 5 จุด สอบเทียบ เริ่มจากค่าต่ำสุดไปถึงค่าสูงสุดของ Range ช่วงการสอบเทียบละประมาณ 25% of Range

2. ต่อวงจรตามรูปที่ 2.55

3. ทำการจ่ายแรงดันจาก Reference Standard Voltage Source ตามจุดสอบเทียบที่กำหนดโดยเปิดเทียบจากตาราง TC มาตรฐานของแต่ละ Type

4. บันทึกค่าของ Standard และ UUC ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE04

$$\frac{E_{meas} - E_{min}}{E_{max} - E_{min}} = \frac{T_{meas} - T_{min}}{T_{max} - T_{min}}$$

$$T_{meas} = T_{min} + \frac{(E_{meas} - E_{min})}{E_{max} - E_{min}} x (T_{max} - T_{min})$$

@ $1°C \therefore T_{max} - T_{min} = 1°C$

E_{meas} = e.m.f ที่วัดได้จาก UUC

E_{max} = e.m.f ที่มากกว่าค่าที่วัดได้ในช่วงนั้น ๆ (ดูค่าจากในตาราง Thermocouple ตาม ITS-90)

E_{min} = e.m.f ที่น้อยกว่าค่าที่วัดได้ในช่วงนั้น ๆ (ดูค่าจากในตาราง Thermocouple ตาม ITS-90)

T_{meas} = อ่านอุณหภูมิที่แท้จริง

T_{max} = ค่าอุณหภูมิมากกว่าค่าที่วัดได้ในช่วงนั้น ๆ (ดูค่าจากในตาราง Thermocouple ตาม ITS-90)

T_{min} = ค่าอุณหภูมิน้อยกว่าค่าที่วัดได้ในช่วงนั้น ๆ (ดูค่าจากในตาราง Thermocouple ตาม ITS-90)

5. ทำการวัดซ้ำจำนวน 5 ครั้งบันทึกค่าลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE04

6. ทำการสอบเทียบตามขั้นตอนในข้อ 3 ถึง 5 จนครบทุกจุดสอบเทียบ

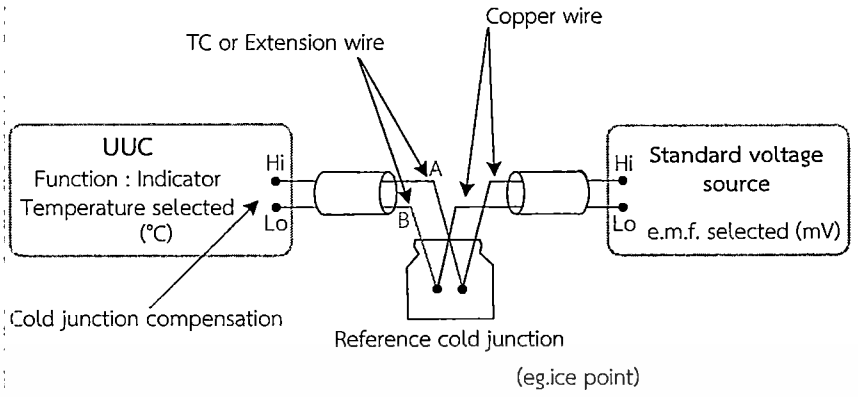
7. ตรวจสอบผลการสอบเทียบว่าสอดคล้องกับ Specification หรือเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปทำตามขั้นตอนในข้อ 8

8. ถ้าผลการสอบเทียบ ไม่สอดคล้องกับ Specification และ หรือ ไม่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ให้ทำการปรับตามขั้นตอนใน Service Manual ของ UUC หลังจากนั้น ทำการสอบเทียบใหม่โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 3 ถึง 5 จนครบทุกจุดสอบเทียบ

หมายเหตุ : ในกรณีที่ทำการปรับค่าของ UUC แล้วผลการสอบเทียบยังคงไม่สอด คล้องกับ Specification เช่นมีค่า Error โตกว่า Accuracy ให้ทำเครื่องหมาย * ที่จุดสอบเทียบนั้น ๆ พร้อมทั้งให้ระบุความหมายของเครื่องหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ลงใน Certificate ด้วย



รูปที่ 2.55 แสดงโครงสร้างการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Thermometer) ในฟังก์ชัน TC Measurement

2.2 การพัฒนาโมดูลการฝึกแบบ CBST (Developing Competency Based Skill Training)

2.2.1 ความหมายของการพัฒนาการฝึกแบบ CBST

CBST คือ คู่มือที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการพัฒนาชุดฝึกและหลักสูตรแบบ CBST ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นตามหลักของการออกแบบระบบการฝึกอบรมซึ่งอิงหลักวิทยาศาสตร์มากกว่าศิลปะ ซึ่งระบบดังกล่าวนี้ได้รับการออกแบบโดยรวมองค์ประกอบที่สำคัญต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้เป็นระบบ โดยที่แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งระบบโดย รวม จะทำให้ผลสำเร็จมีค่ามากกว่าการรวมองค์ประกอบเข้าด้วยกันธรรมดา ระบบที่ได้การออก แบบมาอย่างดีจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่าการออกแบบที่ไม่เป็นไปตามระบบ

งานวิจัยหลาย ๆ งาน ได้ทำการวิจัยในเรื่องการเรียนรู้ของคนผลของการวิจัยสรุปผลออกมาว่าถ้ามีการให้ข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ให้กับผู้เข้ารับการฝึก ในทางที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการเรียนรู้ความต้องการเรียนรู้ ความต้องการที่เรียนรู้จะมีมากขึ้นในระยะเวลาอันสั้นและผู้เข้ารับการฝึกจะสามารถจดจำสิ่งที่เรียนไปได้มากขึ้น เราสามารถเพิ่มระดับของการเรียนรู้ให้สูงขึ้นโดยจัดองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ เข้าด้วนกันให้ระบบ

ความหมายทั่วไป ระบบการฝึกแบบ CBST นั้นจะมีความหมายในตัวของมันเอง กล่าวคือ CBST เป็นระบบซึ่งแต่ละสาขาวิชาจะถูกย่อยลงเป็นทักษะและความสามารถย่อย ๆ ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติและมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับระบบ การฝึกแบบปัจจุบันเน้นให้ผู้ข้ารับการฝึกได้รับองค์ความรู้โดยสะท้อนผลจากคะแนนที่ได้รับ และแบบทดสอบความรู้ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ลักษณะของโปรแกรมการฝึกแบบ CBST

1. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนรู้อะไร ในการฝึกอบรมแบบ CBST นั้น ผู้เข้ารับการฝึกตามวัตถุประสงค์ของการฝึกซึ่งจะสอดคล้องและเป็นไปตามหน้าที่การงานในตำแหน่งงานในสา ขาอาชีพที่ต้องการฝึก

- แสดงถึงผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

- วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม คือพฤติกรรมที่ได้รับการเรียนรู้และสามารถปฏิบัติซ้ำได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ วัตถุประสงค์ต้องวัดและสังเกตการได้

- เงื่อนไขของการฝึกซึ่งจะถูกใช้ในการวัดความสำเร็จของวัตถุประสงค์จะต้องถูกแสดงไว้อย่างชัดเจน

- ต้องมีการตั้งระดับของความสำเร็จซึ่งโดยทั่วไปแล้วอาจวัดตามเปอร์เซ็นต์ของงานที่เสร็จสมบูรณ์

2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียนรู้ได้อย่างไร การฝึกอบรมในระบบ CBST จะต้องมีการจัดชุดฝึกที่มีคุณภาพ และได้รับการออกแบบอย่างดีโดยที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกเป็นศูนย์กลางของการฝึกทั้งหมด ซึ่งสื่อนี้จะประกอบด้วยสื่อการฝึกและกิจกรรมการฝึกต่าง ๆ ที่สามารถให้ผู้เข้ารับการฝึกเรียนรู้ แต่ละทักษะได้จนครบถ้วนทั้งหมด ซึ่งสื่อการฝึกนั้น ๆ จะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงอย่างรอบคอบก่อนนำไปใช้เป็นต้นว่า

- บทเรียน, สื่อการฝึกหรือโมดูล ถูกออกแบบเพื่อผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถฝึกได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถเริ่ม หยุดเร่ง ทำซ้ำ หรือฝึกให้ช้าลง ได้ตามต้องการ

- ผู้เข้ารับการฝึกจะฝึกอบรมจากโมดูลฝึกย่อย ๆ ก่อนต่อไปเรื่อย ๆ เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองและจบการฝึกอบรม โดยการผ่านการทดสอบแต่ละรายการด้วยความสามารถที่กำหนดไว้

- ณ ช่วงเวลาหนึ่งผู้เข้ารับการฝึกจำนวนหนึ่งออกทำการฝึกหลาย ๆ ชุดฝึกที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละคนจะได้เรียนรู้องค์ความรู้และทักษะที่แตกต่างกันและมีความก้าว หน้าในการฝึกไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความสามารถทำการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติการขณะที่สำเร็จการฝึกไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน

- ครูฝึกจะคอยให้คำแนะนำ สนับสนุนและแจ้งผลการฝึกอบรมแก่ผู้เข้าร่วมการฝึกตลอดเวลาการฝึก เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถทำการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติการขณะที่สำเร็จการฝึกในแต่ละโมดูล

3. เมื่อผู้เข้ารับการฝึก ฝึกตามความสามารถย่อยทีละอย่าง ในการฝึกระบบ CBST วัสดุการฝึกที่เหมาะสมจะได้รับการเตรียมไว้สำหรับผู้เข้ารับการฝึก รวมทั้งมีการจัดเวลาให้ฝึกอย่างเพียง พอเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถเรียนรู้ความสามารถย่อยต่าง ๆ หรือกลุ่มของความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อย นั้น ๆ ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ก่อนที่จะข้ามไปฝึกชุดฝึกต่อไป วิธีการดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความยืดหยุ่น สูง ทั้งนี้ครูฝึกจะไม่มีความจำเป็นที่จะต้องบรรยายให้กับกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกต่อไป

4. ทำไมต้องประเมินผลของผู้เข้ารับการฝึก ในระบบนี้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลจะถูกฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์ย่อย หรือทักษะความสามารถย่อยต่าง ๆ ให้มีความเชี่ยวชาญในระดับสูง และการฝึกปฏิบัติต่าง ๆ จะทำให้สภาพแวดล้อมที่คล้ายการทำงานในสถานประกอบการจริงเมื่อผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามวัตถุประสงค์แล้วจึงสามารถผ่านขึ้นไปยังวัตถุประสงค์ต่อไปได้ระบบประเมินผลนี้แตกต่างจากระบบที่ให้กันอยู่ในปัจจุบันซึ่งให้การประเมินผลแบบรวมทั้งชั้นในระบบ CBST นั้นการประเมินผลจะทำโดยเทียบกับบรรทัดฐานที่ตั้งไว้ตายตัว

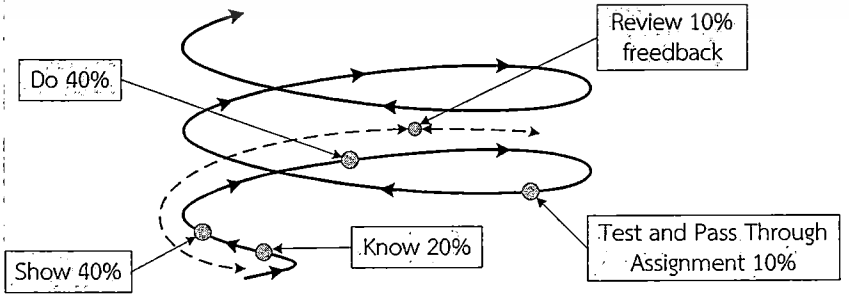
2.2.3 การพัฒนาโปรแกรมการฝึกแบบ CBST

การที่จะพัฒนาชุดการฝึกของระบบ CBST ผู้ที่ทำการพัฒนาจะต้องทราบถึงลักษณะเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึกเป็นสำคัญแล้วใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับการออกแบบพัฒนา

1. อายุ เพศ ประสบการณ์ ระดับการศึกษา
2. ระบบพฤติกรรมของผู้รับการฝึก เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางการอ่าน ฯลฯ
3. ความรู้พื้นฐานทางช่าง
4. ขนบธรรมเนียมวัฒนะธรรม

2.3 การออกแบบและสร้างบทเรียนฝึกทักษะสมรรถนะฐาน

หลักการออกแบบและสร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะ เรื่องการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการออกแบบระบบการสอนวิชาชีพ โดยเลือกใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่นำเสนอหัวข้อการเรียนรู้จากง่ายไปสู่ยาก แบบจำลองนี้เป็นวงจรและครูฝึกหรือผู้เข้ารับการอบรมสามารถฝึกจากความรู้ระดับล่างไปสู่ระดับบน โดยผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ของชุดฝึกหลายครั้ง ขณะฝึกคำสั่งของการเริ่มปฏิบัติใหม่ในแต่ละครั้ง ควรผ่าน 5 ขั้นตอนดังนี้ (คู่มือการพัฒนาชุดฝึกCBST กรมการฝึกพัฒนาฝีมือแรงงานและสวัสดิการสังคมปี พ.ศ. 2543: 57-59) ดังรูปที่ 2.57



รูปที่ 2.57 การใช้แนวคิดในการออกแบบระบบการสอนหรือการฝึกในการจำลองรูปแบบการเรียนรู้กับการพัฒนาชุดการฝึกบทเรียนช่วยฝึกความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เรียนรู้ (Know) ในขั้นตอนแรกของรูปแบบชุดการฝึก ควรจะให้ครูฝึกหรือใช้โปรแกรมการเรียนรู้ด้วยตัวเองสอนข้อมูลหรือหลักการที่สำคัญก่อน ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญ เช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐานก่อนที่จะสามารถก้าวขึ้นไปเรียนรู้ทักษะชั้นสูงขึ้นไป ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องเรียนรู้และสามารถใช้คำศัพท์เฉพาะได้อย่างถูก ต้องและมีความคิดพื้นฐานที่ถูกต้องในการกล่าวถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

2. แสดง (Show) ครูฝึกหรือโปรแกรม CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจข้อมูลที่ได้ทำการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นโดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสม หรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่าง การแสดงตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ในระยะยาว หากว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ ๆ เข้ากับสิ่งที่คุ้นเคยหรือสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วก็จะจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

3 ปฏิบัติ (Do) ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูฝึกหรือสื่อการสอนระบบ CBST หยุดทำการสอนหากแต่ให้ ผู้เข้ารับการฝึกควบคุมตัวเอง ภาคปฏิบัติเป็นส่วนของการฝึกหัดทำซึ่งจะให้ผู้รับการฝึกนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้นการแก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในภาคปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติการที่ได้ตั้งไว้จะต้องถูกนำมาปฏิบัติขณะที่ครูฝึกทำการสังเกตการณ์ว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามที่กำหนดหรือไม่

4. ทบทวน (Review) การทบทวนจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติของเขาระหว่างการฝึกปฏิบัติผู้เข้าการฝึกจะได้รู้ว่าการปฏิบัติของเขาช่วงใดกระทำได้อย่างถูกต้องและช่วงใดที่จะต้องได้รับการปรับปรุงการที่ได้นำทักษะต่าง ๆ มาปฏิบัติจริงและได้รับผลตอบสนองของการปฏิบัตินั้น ๆ ในทันทีจะสามารถช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดีได้ หลังจากที่ผู้เข้ารับการฝึกได้รับผลตอบสนองแล้ว ควรให้มีการปฏิบัติทักษะนั้น ๆ ซ้ำจนกว่าจะทำได้ถูกต้องทั้งหมดและมีความมั่นใจในตัวเอง

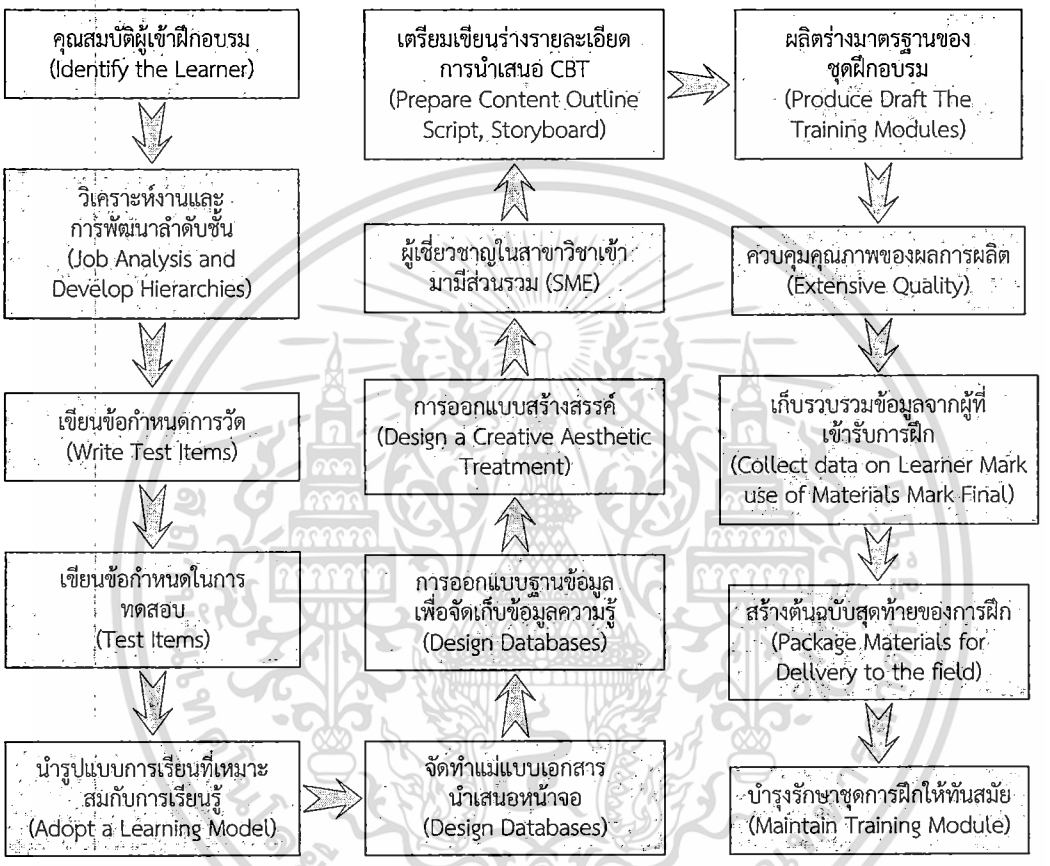
5. ผ่าน หรือ ทดสอบ (Pass Through) โปรแกรมการพัฒนาฝีมือแรงงานหลายโปรแกรมจำเป็นต้องมีการทดสอบและออกวุฒิบัตรผู้เข้ารับการฝึกต้องสามารถแสดงการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ อย่างถูกต้องโดยไม่มีครูฝึกคอยแนะนำ การผ่านหลักสูตรเป็นขั้นตอนสุดท้ายของโมเดลการเรียนรู้ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกจะได้รับแบบทดสอบการปฏิบัติการและรับวุฒิบัตรว่าสามารถ แสดงถึงทักษะได้อย่างถูกต้องแล้วหากว่าผู้เข้ารับการฝึกไม่สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐานที่วางไว้เขาจะต้องกลับไปสู่วงจรการฝึกหรือสื่อการเรียนต่าง ๆ เพื่อศึกษาให้มากขึ้นเพื่อที่จะเตรียมตัวสอบการปฏิบัติให้ผ่านอีกครั้งหนึ่ง

2.3.1 รูปแบบโครงสร้างการออกแบบการสอนวิชาชีพ

การออกแบบระบบการสอน (Instructional Systems Design) ของกลุ่มที่ปรึกษาการออกแบบระบบการสอน จากมหาวิทยาลัยยูทาร์สเตท มลรัฐยูทาร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (USU/CID-KMITL) ในโครงการเงินกู้ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธนาคารพัฒนาแห่งชาติเอเชีย (ADB) ของกรมพัฒนาฝีมือแรงงานไทย กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม (Department of Thai Skill Development Ministry of Labor and Social Affair) ซึ่งเรียกว่า โครงการพัฒนาฝีมือแรงงานไทย (Thai Skill Development Project) ในการดำเนินการออกแบบระบบการสอนได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบและใช้หลักการและเหตุผลของการใช้ระบบการฝึกอบรม ได้ขั้นตอนในการออกแบบระบบการสอนดังนี้ (คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม: 26) ดังรูปที่ 2.58



รูปที่ 2.58 รูปแบบโครงสร้างการออกแบบระบบการสอนวิชาชีพ
(The Professional Practice of Instructional Systems Design Module)

2.3.2 ขั้นตอนการออกแบบการสอน (Instructional Systems Design Model)

การออกแบบการสอน สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> กำหนดคุณสมบัติผู้เข้ารับการอบรม

ก่อนที่จะพัฒนาชุดการฝึกของระบบ CBST ผู้ที่ทำการพัฒนาจะต้องทราบถึงลักษณะเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึกเป็นสำคัญแล้วใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับการออกแบบพัฒนา

1. อายุ เพศ ประสบการณ์ ระดับการศึกษา
2. ระบบพฤติกรรมของผู้รับการฝึก เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ การอ่าน ฯลฯ
3. ความรู้พื้นฐานทางช่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขนบธรรมเนียมวัฒนะธรรม

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์งานและการพัฒนาระดับชั้นของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. วิเคราะห์และย่อยเนื้องานของหลักสูตรออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ ในลักษณะของรายการความสามารถที่ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องแสดง และทำให้ได้โดยประจักษ์ตรงตามทักษะที่ตนเองต้องการจะฝึกและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด

2. การสร้างอุปกรณ์การฝึกอบรมให้เหมาะสมกับรายการความสามารถ เพื่อใช้ในการฝึกอบรม ขั้นตอนนี้จะมีส่วนมาก เพราะการออกแบบสื่อการสอนที่ดี จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความสนใจที่จะฝึก

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนข้อกำหนดการวัด

การเขียนวัตถุประสงค์ของการฝึกว่าผู้เข้ารับการฝึกนั้นจะสามารถเรียนรู้ และกระทำอะไรได้บ้าง โดยการเขียนต้องคำนึงถึงต่อไปนี้

1. ผู้เรียนและผู้ที่จะเข้ารับการฝึกกำหนดกลุ่มเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึก

2. พฤติกรรม ให้ทำการระบุพฤติกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึก ควรจะมีหลังจากที่สำเร็จการฝึกตามโมดูลแล้ว การระบุควรทำโดยใช้คำที่แสดงถึงกิริยาที่เหมาะสม

3. เงื่อนไขสำหรับประเมินผล ต้องระบุเงื่อนไขที่ใช้ในการประเมิน

4. ระดับชั้นบ่อยครั้งที่ผลการปฏิบัติการณ์ของผู้เข้ารับการฝึกจะผ่านเกณฑ์ที่ใช้ได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นข้อความที่แสดงถึงระดับชั้นจะต้องระบุจำนวนและคุณภาพของงานที่ฝึกด้วย

ขั้นตอนที่ 4 เขียนข้อกำหนดให้การทดสอบ

จัดทำข้อสอบเพื่อวัดระดับความสำเร็จและความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกสำหรับวัตถุประสงค์หลัก และวัตถุประสงค์สุดท้าย

1. ตัววัดผลเชิงพฤติกรรมหรือการปฏิบัติการต้องได้รับการระบุและแสดงเป็นรายลักษณ์อักษร เพื่อที่จะสร้างมาตรฐานการปฏิบัติ สำหรับวัตถุประสงค์หลักต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเข้ารับการฝึกแบบทดสอบหลักการฝึกตามโมดูลนั้น ๆ ได้อีกด้วย

2. ต้องจัดทำแบบทดสอบซึ่งจำลองเอาตัวอย่างของการปฏิบัติหลังฝึกสำเร็จที่เกี่ยวข้องทุก ๆ กลุ่มงานย่อย

ขั้นตอนที่ 5 นำรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้

ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้เข้ารับการฝึก ซึ่งมี 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เรียนรู้ (Know)
2. แสดง (Show)
3. ปฏิบัติ (Do)
4. ทบทวน (Review)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผ่าน หรือ ทดสอบ (Pass Through)

ขั้นตอนที่ 6 จัดทำแม่แบบเอกสารการเสนอหน้าจอ

ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้

ขั้นตอนที่ 8 ออกแบบสร้างสรรค์และสวยงาน

การสร้างชุดฝึกให้มีความสวยงาม ก็มีความสำคัญให้เป็นที่สนใจของผู้เข้ารับการฝึก เช่น ภาพ กราฟิก เสียง

ขั้นตอนที่ 9 ให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาเข้ามามีส่วนร่วม

ให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมหรือใช้หลักสูตรที่มีอยู่แล้วในการสร้างหลัก สูตรเพื่อการถ่ายทอดจุดประสงค์การปฏิบัติการหรือความสามารถย่อย

ขั้นตอนที่ 10 เตรียมเขียนร่างรายละเอียดการนำเสนอ

การจัดทำแบบร่างของโปรแกรมการฝึก สิ่งพิมพ์ สื่อนำเสนอ หรือบนแบบหน้าจอคอมพิว-เตอร์ของ CBST โมดูล

1. การจัดทำเอกสารสื่อการนำเสนอ ซึ่งรวมถึง คู่มือครูฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก เอกสารทดสอบ วัสดุนำเสนอ ตารางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึก
2. ต้นแบบรูปหน้า
3. การจัดทำวัสดุฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งนำสื่อผสมมาร่วมในการเสนอ

ขั้นตอนที่ 11 ผลิตร่างมาตรฐานของชุดฝึกอบรม

จัดทำแบบร่างโมดูลชุดฝึกในรูปแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของ ผู้เข้ารับการฝึก

ขั้นตอนที่ 12 การควบคุมคุณภาพของผลผลิต

การประเมินผล ควรจะมาจากการวางแผนที่ดี และมีระบบ เพื่อที่จะตรวจสอบทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูล ควรให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเพื่อหาข้อผิดพลาด ควรมีการจำลองการใช้ชุดฝึกเพื่อดูว่ามีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ที่ดีหรือไม่ เพื่อที่จะรับรองได้ว่าผู้เข้ารับการฝึกจะสามารถใช้ชุดฝึกได้ดีในทุก ๆ กรณี

ขั้นตอนที่ 13 เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เข้ารับการฝึก และประเมินผล

จัดเก็บข้อมูลการใช้ชุดฝึกจำลองผู้เข้ารับการฝึกและผลการปฏิบัติ โดยเทียบกับวัตถุประสงค์การปฏิบัติการ เพื่อจัดทำการแก้ไขปรับปรุงชุดฝึกและจัดทำแบบร่างสุดท้าย การทดสอบโมดูลกับตัวแทนผู้เข้ารับการฝึก เพื่อหาข้อผิดพลาดและดูว่าชุดฝึกใช้งานได้ดีแค่ไหนควรจะมีผู้ทรงคุณวุฒิทำการสังเกตการระหว่างการทดลอง เพื่อตรวจสอบหาข้อผิดพลาดเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ชุดฝึกมีคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 14 สร้างต้นฉบับสุดท้ายของโมดูล ชุดฝึก

หลังจากที่การปรับปรุงแก้ไขได้ดำเนินการเสร็จแล้วโมดูลชุดฝึกก็พร้อมที่จะได้รับการจัดเข้ารูปเล่มและแจกจ่ายเพื่อใช้งาน เป็นสิ่งสำคัญที่จะจัดให้การเข้ารูปเล่มมีความดึงดูดผู้ใช้และใช้การได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับชุดฝึกระบบ CBST ควรจะมีคู่มือครูฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึกชุดทดสอบซึ่งรวมด้วยข้อสอบและคำตอบและชุดวัสดุนำเสนอ

ขั้นตอนที่ 15 บำรุงรักษาให้ชุดฝึกหัดทันสมัยอยู่เสมอ

ควรจะจัดทำวัสดุที่ง่ายต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและทำให้ทันสมัยด้วยต้นเองและโดยผู้ใช้ ควรปกป้องการลงทุนที่ใช้ไปกับการผลิตโมดูลชุดฝึกโดยการวางแผนเพื่อรักษาชุดฝึกเหล่านั้นให้ทันสมัย การดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอและการจัดตารางการบำรุงรักษาข้อมูลจะช่วยให้ระยะเวลาการใช้งานของวัสดุเพิ่มขึ้น การละเลยการบำรุงรักษาโปรแกรมจะทำให้โปรแกรมล้าสมัยภายในไม่กี่ปี (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543: 6-20)

จากขั้นตอนการออกแบบการสอนที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้นำไปประยุกต์ใช้พัฒนาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า เช่น ระบุคุณสมบัติผู้เข้าฝึกปฏิบัติ เขียนวัตถุประสงค์การดำเนินงานเพื่อเป็นมาตาฐานการวัด เขียนมาตรฐานความรู้เพื่อวัดผลจากากรฝึกปฏิบัติพัฒนาแบบแผนที่สร้างสรรค์ และทำให้เกิดความสวยงามเกี่ยวกับการออกแบบหน้าจอ CBT และการสร้างต้นฉบับสุดท้ายของการฝึกปฏิบัติ

2.4 การวัดผลและการหาประสิทธิภาพ

2.4.1 การวัดผล

ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความบริสุทธิ์ (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่า เรียนแล้วมีความรู้เท่าไหร่ มีความสามารถอย่างไร ซึ่งสามารถวัดผลได้ 2 แบบ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และตามลักษณะวิชาที่สอน (ไพศาล หวังวานิช 2526 : 89)

1. การวัดภาคปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พละศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)”

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)”

การวัดภาคปฏิบัติหรือการทดสอบความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียน เป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมตรงออกมาด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมผสานหลักการวิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมา ให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะ (Skill Outcomes) การวัดผลภาคปฏิบัติมีวิธีการดังนี้

2.4.1.1 วิธีการวัดผล

เมื่อต้องการทราบว่าผู้เรียน เรียนรู้หลัก และวิธีการในการปฏิบัติสิ่งใดแล้วสามารถปฏิบัติจริงได้หรือไม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาที่มุ่งเน้นความสามารถด้านการปฏิบัติ ควรจะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติสิ่งนั้นจริง ให้ออกมาเป็นผลงานหรือให้สังเกตเห็นได้ หลักความสำคัญในการวัดภาคปฏิบัติก็คือ ต้องกำหนดงานขึ้นมาให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง งานที่กำหนดขึ้นอาจจะเป็นได้ทั้งในแง่ความเป็นจริง หรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง หรือเป็นงานตัวอย่าง หรือเป็นงานจำ-ลองของจริง (Work Sample) เช่น การเขียนภาพ การตัดเสื้อ การสานพัด การตอนต้นไม้ เป็นต้น หรืออาจเป็นงานสมมุติ หรือเลียนแบบของจริง (Simulated Work) ก็ได้ เช่น การจำลองแบบบ้าน การปั้นรูปผลไม้ เป็นต้น ดังนั้นการวัดภาคปฏิบัติจึงมีความสำคัญอยู่ที่กำหนดงานให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

1. ควรเป็นงานที่บอกระดับทักษะ หรือความสามารถในการปฏิบัติได้อย่างแท้จริง งานนั้น สามารถจะจำแนกความสามารถของผู้เรียนได้ นั่นคือ งานนั้นต้องไม่ยาก หรือง่ายเกินไป เพราะทำให้ผลงานที่ได้ออกมาเหมือนกันหมดทุกประเภทและทุกคน

2. ควรเป็นงานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติได้ โดยต้องใช้ทักษะด้านต่าง ๆ ประกอบกันหรือนำมาผสมผสานกันจึงจะดี เป็นงานที่มีความสำคัญเพียงพอที่จะกำหนดเป็นตัวแทน ในการปฏิบัติสิ่งอื่น ๆ ได้ด้วย

3. ควรพิจารณาลักษณะงานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติว่า เป็นงานที่ควรปฏิบัติเป็นรายบุคคลหรือสามารถปฏิบัติเป็นกลุ่ม หรือพร้อม ๆ กันไป เพื่อให้การวัดนั้นถูกต้อง และสามารถให้คะแนนได้อย่างเชื่อมั่นได้

4. งานที่กำหนดการให้อยู่ในวิสัยที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ และผู้สอนก็สามารถจัดสถานการณ์เพื่อการปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

5. ควรชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจงานที่จะปฏิบัติอย่างชัดเจนก่อนทุกครั้งไป เช่น ควรบอกจุดมุ่งหมายขอบข่ายของงาน ผลที่ต้องการ เครื่องมือที่จะใช้เงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติรวมทั้งการพิจารณา หรือการตรวจให้คะแนนเป็นต้น

2.4.1.2 การตรวจภาคปฏิบัติ

ความยุ่งยากประการหนึ่งในการวัด หรือทดสอบภาคปฏิบัติ ก็คือการตรวจให้คะแนนซึ่งมักจะขาดความเชื่อมั่น ทั้งนี้เพราะโดยปกติแล้วผู้สอนนิยมให้คะแนนผลงานภาคปฏิบัติของผู้เรียนโดยใช้วิธีการสังเกตและตัดสินใจให้คะแนนทันที ย่อมจะเกิดความผิดพลาดได้ง่าย การตรวจภาคปฏิบัติที่ดีนั้น การมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. การตรวจผลงานภาคปฏิบัติควรตรวจหรือให้คะแนนทั้ง 2 ด้าน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 วิธีการปฏิบัติ (Procedure or Process) ได้แก่วิธีดำเนินการทั้งหลายของการปฏิบัติ เช่น ขั้นตอนการปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ ทักษะการใช้เครื่องมือ กรรมวิธีในการปฏิบัติเวลาที่ใช้ปฏิบัติ เป็นต้น

1.2 ผลปฏิบัติ (Product or Output) ได้แก่ ผลผลิตหรือสิ่งที่ได้จากการปฏิบัติ ควรพิจารณาอย่างรอบคอบทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เช่น จำนวนงานที่ได้ ความงาม ความถูกต้อง ความคิดริเริ่ม ประโยชน์ใช้สอย เป็นต้น

2. การตรวจผลงานภาคปฏิบัติในแต่ละรายงาน ย่อมเน้นความสำคัญของวิธีปฏิบัติผลปฏิบัติที่มีความแตกต่าง ดังนั้นผู้สอนต้องพิจารณาก่อนว่า การปฏิบัติของรายวิชานั้น ควรเน้นหนักทางด้านใด เพื่อจะกำหนดอัตราส่วนของความสำคัญแต่ละด้านไว้ให้แน่นอนก่อน

3. ควรตั้งหลักเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างชัดเจน โดยกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ที่จะให้พิจารณาการให้คะแนนอย่างครบถ้วนเหมาะสม

2.4.1.3 วิธีการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติ

ไม่ควรตรวจให้คะแนนผลงานโดยใช้เพียงการสังเกตแล้วให้คะแนนทันที เพราะทำให้คะแนนที่ได้มีความเชื่อมั่นต่ำและไม่ตรงกับความเป็นจริง วิธีตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติที่นิยมใช้มีอยู่ 2 วิธี คือ

1. แบบสำรวจรายการ (Checklist) ใช้สำหรับตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติ และผลปฏิบัติ โดยใช้วิธีกำหนดรายงานหรือรายละเอียดต่างๆ ของวิธีทำหรือผลปฏิบัติขึ้นมา เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน โดยพยายามกำหนดสิ่งสำคัญ ๆ ของการปฏิบัติในครั้งนั้น ๆ ออกมาเป็นข้อ ๆ หรือเป็นรายการ (List) แล้วก็พิจารณาการปฏิบัติ หรือผลงานของผู้เรียนแต่ละคนตามรายการที่กำหนดไว้นั้นว่าแต่ละเรื่องแต่ละรายการนั้นผู้เรียนปฏิบัติเป็นอย่างไร แล้วบันทึกผลการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นคะแนนหรือตรวจผลงานเป็นระดับก็ได้ เช่น ดี ไม่ดี หรือใช้ได้ ต้องแก้ไข หรือ ดี พอใช้ ไม่ดี เป็นต้น

2. ใช้การจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) ใช้สำหรับตรวจให้คะแนนเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นคุณภาพ หรือคุณภาพต่าง ๆ จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับการให้คะแนนการปฏิบัติในด้านที่เป็นผลปฏิบัติมากกว่า วิธีการปฏิบัติหลักสำคัญของการจัดอันดับคุณภาพ ก็คือพยายามประเมินผลงานของผู้เรียนด้วยการเปรียบเทียบกันในกลุ่ม เพื่อจัดอันดับแล้วจึงแปลงอันดับที่ได้ออกมาเป็นคะแนน มีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

2.1 พิจารณาผลงานแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินว่างานนั้นมีคุณภาพดีหรือปานกลางหรือไม่มีคุณภาพ และแยกเป็นสามกลุ่ม

2.2 พิจารณาผลงานในแต่ละกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบ และจัดอันดับผลงานเหล่านั้นโดยจัดอันดับผลงานไปทีละกลุ่ม จนครบทั้งสามกลุ่ม

2.3 นำอันดับทั้งหมดมาเรียงต่อกัน จะได้ผลงานที่ยอดเยี่ยมอันดับหนึ่ง สอง สาม ไปจนถึงอันดับสุดท้ายของกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ให้แปลงอันดับของผลงานที่เรียงไว้ทั้งหมด ออกมาเป็นตำแหน่งร้อยละ (Percent Position) ซึ่งเป็นการจัดอันดับของผลงานเหล่านั้น โดยให้คิดผลงานทั้งหมดเป็น 100 ชิ้น ดังนั้นตำแหน่งร้อยละที่ได้ออกมา จะบอกให้ทราบว่างานชิ้นนี้ได้อันดับนี้ในกลุ่ม จะกลายเป็นอันดับที่เท่าไหร่ ใน 100 นั่นเอง โดย

$$\text{ตำแหน่งร้อยละ} = \frac{100\ (\text{อันดับ} - 0.5)}{\text{จำนวนนักเรียน}}$$

2.5 ให้แปลงตำแหน่งร้อยละเป็นคะแนนโดยใช้บัญชีสำหรับแปลงอันดับคุณภาพให้เป็นคะแนน

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการวัดผลในภาคปฏิบัติ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้วัดความสามารถด้านทักษะของผู้เรียน บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ซึ่งเป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นความสามารถด้านการปฏิบัติเป็นหลักในการประเมินแบบทดสอบวัดผลปฏิบัติที่สร้างขึ้น ควรใช้วิธีการตรวจผลงานภาคปฏิบัติขึ้นมา เพื่อเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน

2.4.2 การหาประสิทธิภาพ

ในการเรียนการสอนจากการที่เลือกชนิดของสื่อได้เหมาะสมแล้ว ก็ผลิตสื่อขึ้นมาใช้เพื่อให้รู้ว่าสื่อที่เลือกหรือผลิตขึ้นมานั้นสามารถใช้สอนได้ตามความต้องการ หรือไม่จะต้องประเมินคุณภาพสื่อตามหัวข้อต่อไปนี้

2.4.2.1 ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย

1. ด้านวัตถุประสงค์ สื่อต้องครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์

2. ด้านเนื้อหา เนื้อหาวิชาที่ถูกต้องไม่มีจุดผิด แยกย่อยได้ และเนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรกะ (Logic)

3. ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสื่อความหมายต้องบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ สามารถลดปริมาณการในเนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมายและเป้าหมายมากขึ้น สามารถลดเวลาในสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดีและสิ้นลง ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น และดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีมากขึ้น

2.4.2.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

1. ด้านผู้เรียน สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนและการรับรู้ของผู้เรียน

2. ด้านผู้สอน สื่อไม่จำเป็นต้องใช้ความสามารถพิเศษในการสอน

2.4.2.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมและการนำไปใช้

1. ด้านวัสดุอุปกรณ์ ใช้วัสดุพอสมควรกับความจำเป็นหาได้ในท้องถิ่นและอุปกรณ์ส่วนใหญ่หาได้ตามวิทยาลัยทั่วไป

2. ด้านเวลา เวลาที่ใช้การผลิตไม่มากนัก หรือไม่มากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ด้านการนำไปใช้งาน สามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสะดวกไม่ยุ่งยากในการใช้การเตรียมไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่น ๆ ขณะนำไปใช้

สรุปการหาประสิทธิภาพของสื่อมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับคน คือ ด้านผู้เรียนเกี่ยวกับการรับรู้และในด้านผู้สอนไม่เกี่ยวกับความสามารถพิเศษ ส่วนองค์ประกอบกับความพร้อมและการนไปใช้ คือ ด้านวัสดุและอุปกรณ์ ด้านเวลา ด้านการนำไปใช้งาน

2.4.2.4 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ครูฝึกคาดหมายว่าผู้เข้ารับการฝึกจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เข้ากับการฝึกทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของการฝึกวิจัยกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเรียนของผู้เข้ารับการฝึกทั้งหมด

ประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) ของผู้เข้ารับการฝึกได้แก่ การประกอบกิจกรรมงานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่น ๆ ที่ครูฝึกกำหนด

ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ คือ การประเมินพฤติกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติ (Terminal Behavior) โดยพิจารณาจากการฝึกปฏิบัติจากหน่วยการฝึก

ระดับประสิทธิภาพของบทเรียน คือ ระดับที่ผู้พัฒนาบทเรียนมีความพอใจ หากบทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับแล้วจะมีคุณค่า น่าพอใจ ซึ่งเรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนหรือไม่นั้น ให้ถือสัดส่วนความแตกต่างของผู้ผ่านเกณฑ์ตามกำหนดสัดส่วนของผู้ผ่านเกณฑ์ จากการทดลองใช้บทเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 คือ ร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 แต่หน่วยการฝึกทุกหน่วย (เอกสารคู่มือช่างเชื่อมกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

นิพนธ์ น้อยจินดา (2552 : บทคัดย่อ) บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องวัตต์อาวร์มิเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม 2 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะ แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวน 9 หัวข้อ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมในเรื่องของวัตต์อาวร์มิเตอร์ และแบบทดสอบในบทเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อาวร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีขึ้นไป ส่วนประสิทธิภาพของบทเรียนคิดเป็นร้อยละ 87.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 80 ขึ้นไป และมีผู้ผ่านเกณฑ์การประเมินภาคปฏิบัติ จำนวน 18 คน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 89.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 80 ขึ้นไปของผู้เข้ารับการฝึก แสดงให้เห็นว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อาวร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รพีพร อรุณพราหมณ์ (2552 : 52-54) คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลุค 5520A ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือวิศวกรแผนกสอบเทียบเครื่องมือวัด บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลุค 5520A แบบประเมินคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลุค 5520A ด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ และแบบประเมินความพึงพอใจคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลุค 5520A

ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพคู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลุค 5520A ทางด้านเนื้อหา โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.56, S.D. = 0.52) ด้านการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.39, S.D.= 0.66) ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้คู่มืออิเล็กทรอนิกส์มีค่าเท่ากับ 0.86 และความพึงพอใจของวิศวกรในการใช้งานคู่มืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.52, S.D. = 0.60) ดังนั้น คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลุค 5520A มีคุณภาพด้านเนื้อหาจัดอยู่ในระดับดีมาก ด้านการผลิตสื่อจัดอยู่ในระดับดี และความพึงพอใจของวิศวกรจัดอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมุติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

เกชา อยู่แก้ว (2552: 99-100) ชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและการโปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี ที่กำลังศึกษาในวิชาโทรศัพท์ จำนวน 20 คน เครื่องที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและโปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ชุดฝึกปฏิบัติชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ แบบทดสอบภาคทฤษฎีและแบบประเมินความสามารถภาคปฏิบัติ

ผลการวิจัยพบว่าแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและโปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อเท่ากับ 4.20 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี แสดงให้เห็นว่าเนื้อหาและการผลิตสื่อของชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติสามารถนำไปใช้งานด้านการเรียนการสอนได้ และเมื่อนำชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและโปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ นำไปใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากที่ได้รับการศึกษาเรียนรู้เนื้อหาจากชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและโปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ พบว่าการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีผู้สอบได้คะแนนมากกว่า 80 คะแนนขึ้นไป จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้เรียนทั้งหมด และแบบประเมินรายการความสามารถภาคปฏิบัติมีผู้เรียนผ่านเกณฑ์การประเมินกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 80 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 95 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 92.65 สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

สิงห์ชัย อ่อนพิทักษ์ (2550 : 66-67) บทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่เบื้องต้น หลักสูตรระยะสั้นวิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยนักศึกษาหลักสูตรระยะสั้น ภาคเรียนที่ 1/2550 วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ที่ลงทะเบียนวิชาช่างซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่เบื้องต้น จำนวน 20 คน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการซ่อมโทรศัพท์ เคลื่อนที่เบื้องต้น แบบทดสอบวัดความสามรถทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน

ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่เบื้องต้น มีคุณภาพด้านเนื้อหาที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 และประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐาน คือ ร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด สามารถผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ด้วยคะแนนร้อยละ 84.2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่เบื้องต้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จักรพงษ์ เมืองสุข (2550 : บทคัดย่อ) การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมบนเว็บ (Web Based Training: WBT) สำหรับพนักงานสายปฏิบัติการด้านซอฟต์แวร์ เรื่องการใช้งานระบบปฏิบัติการลินุกซ์เบื้องต้น เพื่อนำไปฝึกอบรมทางไกลผ่านเครือข่ายอินทราเน็ตภายในองค์กรและเพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเป็นพนักงานสายปฏิบัติการด้านซอฟต์แวร์ บริษัท คอนโทรลดาต้า (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 27 คน ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมบนเว็บ พบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมบนเว็บ ที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.05/81.23 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมบนเว็บละรูปแบบการฝึกอบรมมีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.13 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67

เฉลิมชัย สุขสมบูรณ์ (2548 : 66-74) บทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การประกอบเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์ หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น พ.ศ. 2540 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิจัยประกอบด้วยนักศึกษาหลักสูตรระยะสั้น ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาช่างซ่อมเครื่องขยายเสียง 150 ชั่วโมง สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างนครหลวง จำนวน 20 คน ทำการศึกษาบทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การประกอบเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์แล้วทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ

ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.75 และแบบทดสอบวัดความสามารถทางการปฏิบัติ มีผู้ผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 95 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ การประกอบเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้คือร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกทักษะปฏิบัติผ่านเกณฑ์ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรในการวิจัย คือ พนักงานสอบเทียบ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัด อุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) จำนวน 30 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ พนักงานสอบเทียบ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัด อุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) จำนวน 15 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าผู้วิจัยได้แบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 4 ส่วน คือ

3.2.1 บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

2. แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

3.2.3 แบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 40 ข้อ

3.2.4 แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 199 ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การสร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าโดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลในส่วนของเนื้อหาเรื่อง การสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า เพื่อกำหนดเป็นโครงสร้างของเนื้อหา

2. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เรียนเพื่อเป็นมาตรฐานการวัด โดยเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่องการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

3. ออกแบบเนื้อหาบทเรียนช่วยฝึกทักษะ โดยการกำหนดอันดับไว้และเขียนรายละเอียดเนื้อหา เรื่องการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. นำเนื้อหา เรื่องการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า มาเรียบเรียงตามลำดับและออกแบบการนำเสนอเนื้อหา

5. สร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรมสร้างบทเรียน

6. นำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

7. นำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน

8. นำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ทดลองใช้กับผู้เรียน จำนวน 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งเป็นพนักงานสอบเทียบศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) เพื่อหาข้อบกพร่องแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข

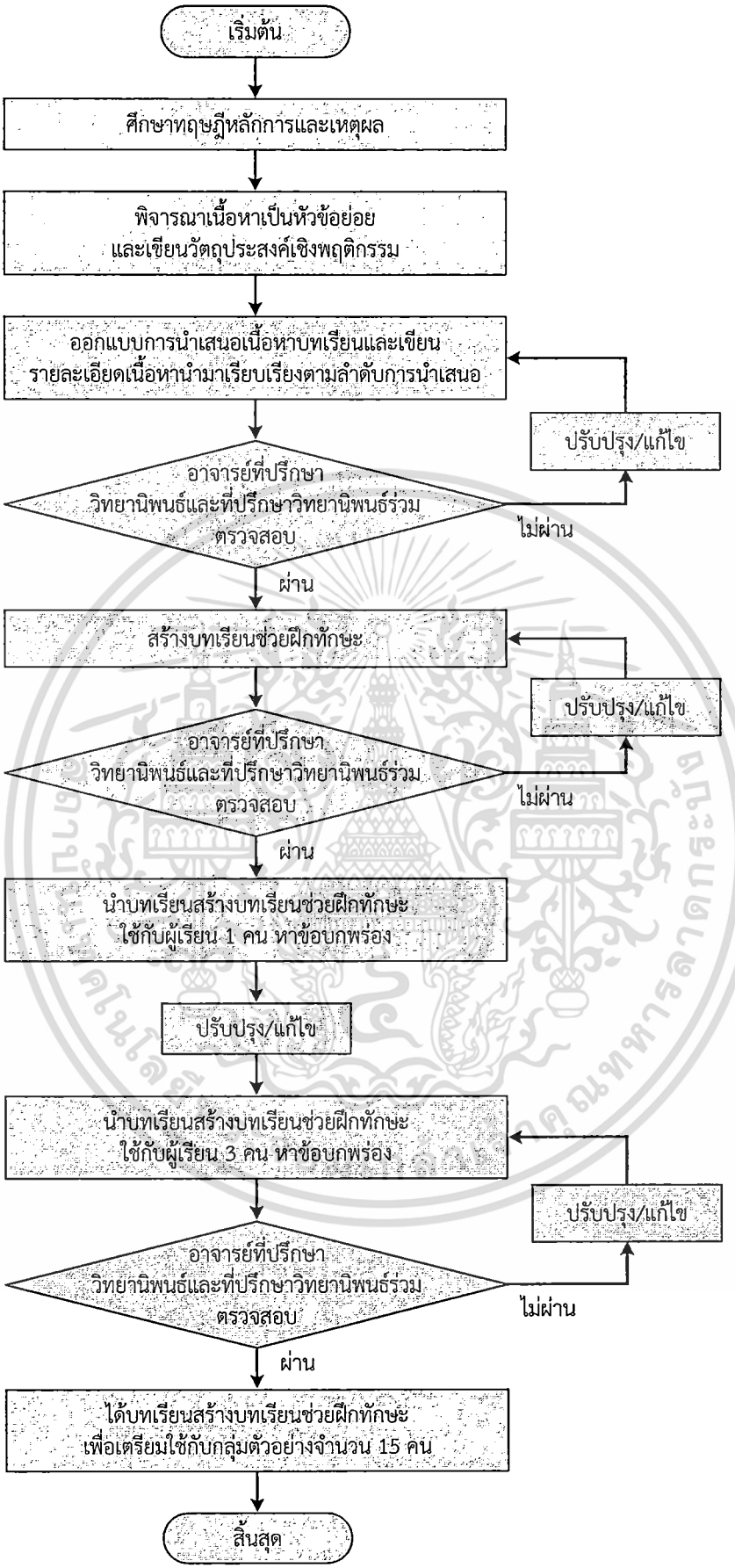
9. นำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า แก้ไขปรับปรุง

10. นำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ทดลองใช้กับผู้เรียน จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง หาข้อบกพร่องแก้ไขปรับปรุง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งเป็นพนักงานสอบเทียบ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

11. ได้บทเรียนช่วยฝึกทักษะสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ที่พร้อมนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ในการการสร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะ โดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและแบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีระดับการวัด 5 ระดับ (Scale) คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง ในแบบประเมินคุณภาพผู้วิจัยแบ่งระดับความคิดเห็น โดยใช้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ คะแนนที่ได้จากการประเมินมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินตามเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินระดับคะแนนเฉลี่ยดังนี้

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

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ระดับคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้านจะต้องได้เกณฑ์ ($\overline{X}$) ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไปจึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยนำแบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ ซึ่งรายนามผู้ทรงคุณวุฒิมีดังนี้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

1. นางสาววรยา กุลปรียะวัฒน์ ผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาพิเศษ ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
2. นางภาลิณี ปราบภัยพาล หัวหน้าแผนกสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
3. นางสาวรพีพร อรุณพราหมณ์ แอร์คราฟแมคคานิค 2 แผนกสอบเทียบเครื่องมือวัด บริษัท การบินไทย จำกัด(มหาชน)

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน

1. ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

2. อาจารย์กมลนิตย์ ปาลีเรียม ครูชำนาญการ คศ.3
แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร

3. นายยุทธนา พงศ์พฤกษชาติ กรรมการผู้จัดการ
บริษัท แอด-ไซน์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด

3.2.3 การสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี เป็นแบบทดสอบ วัดความสามารถของผู้รับการฝึก โดยเป็นแบบทดสอบ แบบ 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี
2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี
3. สร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี เป็นแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยกำหนดให้ข้อที่ถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบในข้อเดียวกัน ให้ 0 คะแนน
4. นำแบบทดสอบภาคทฤษฎี ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ แล้วนำไปปรับปรุง และแก้ไขข้อบกพร่อง
5. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำแบบประเมินความสอดคล้องที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านพิจารณา รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ได้แก่

1. นางสาววรยา กุลปรียะวัฒน์ ผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาพิเศษ
ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
2. นางภาลิณี ปราบภัยพาล หัวหน้าแผนกสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า
ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
3. นางสาวรพีพร อรุณพราหมณ์ แอร์คราฟแมคคานิค 2
แผนกสอบเทียบเครื่องมือวัด
บริษัท การบินไทย จำกัด(มหาชน)

การประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความคิดเห็นดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง <u>แน่ใจ</u> ว่าแบบทดสอบภาคทฤษฎีข้อนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ ว่าแบบทดสอบภาคทฤษฎีข้อนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบภาคทฤษฎีข้อ ไม่ ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

ปั่นทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือได้ว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

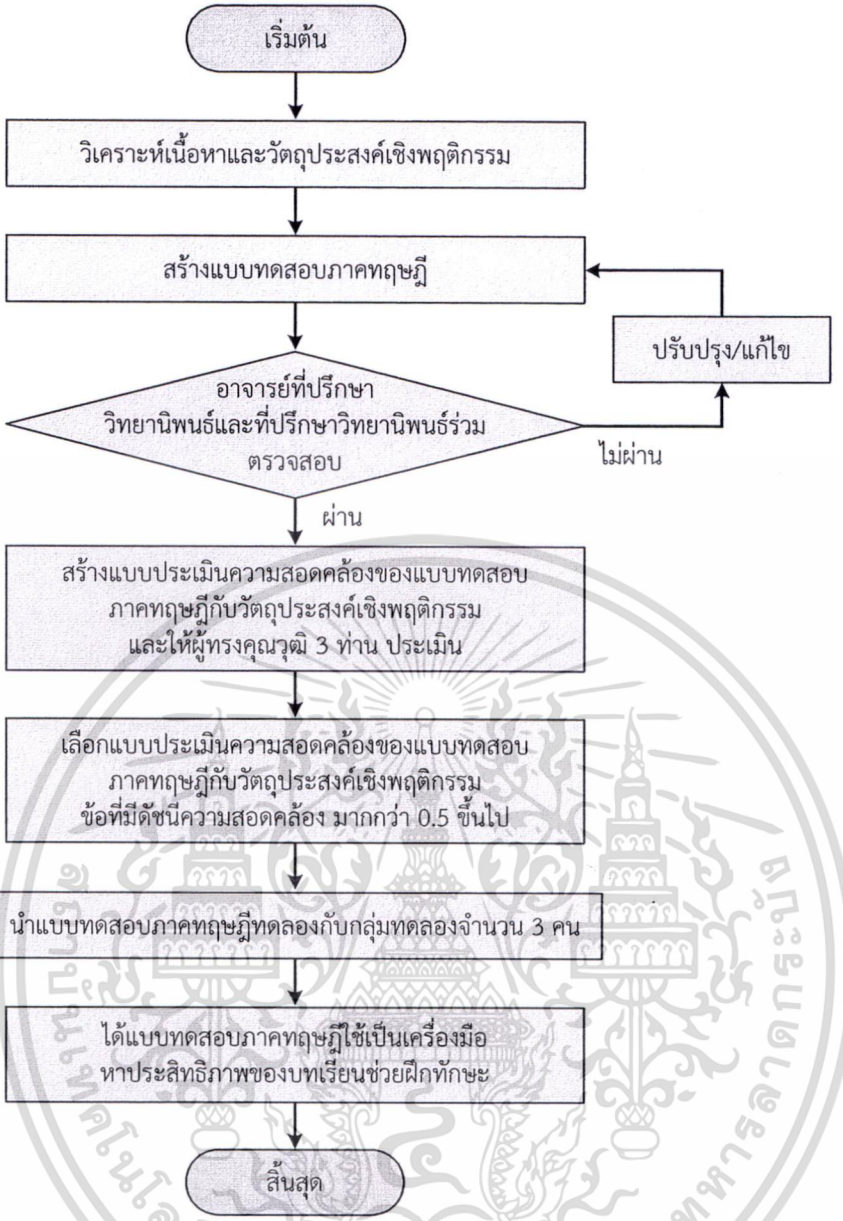
ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 40 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 40 ข้อ มีค่าความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ตารางที่ ค.3)

6. นำแบบทดสอบภาคทฤษฎีมาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

7. ทดลองใช้แบบทดสอบภาคทฤษฎีกับกลุ่มทดลอง จำนวน 3 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงจากผู้ที่เคยสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า นำผลที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไข

8. ได้แบบทดสอบภาคทฤษฎีที่ใช้เป็นเครื่องมือหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบภาคทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การสร้างแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ บทเรียนช่วยฝึกทักษะการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ที่จัดทำขึ้นมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถการฝึกทักษะ

2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

3. สร้างแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 199 ข้อ เป็นแบบประเมินผลการฝึกทักษะ โดยครูฝึกจะสังเกตพฤติกรรมของผู้รับการฝึกตามรายการความสามารถและให้คะแนนตามรายการความสามารถ โดยใช้แบบแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถดังนี้

ระดับ 3 สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ขอคำแนะนำจากครูฝึก

ระดับ 2 สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง โดยขอคำแนะนำจากครูฝึกเพียงเล็กน้อย

ระดับ 1 สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง โดยคำแนะนำจากครูฝึกอย่างใกล้ชิด

ระดับ 0 ไม่สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

4. นำแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ แล้วนำไปปรับปรุง และแก้ไขข้อบกพร่อง

5. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำแบบประเมินความสอดคล้องที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านพิจารณา รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ได้แก่

1. นางสาววรยา กุลปรียะวัฒน์	ผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาพิเศษ ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
2. นางภาลิณี ปราบภัยพาล	หัวหน้าแผนกสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
3. นางสาวรพีพร อรุณพราหมณ์	แอร์คราฟแมคคานิค 2 แผนกสอบเทียบเครื่องมือวัด บริษัท การบินไทย จำกัด(มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาความคิดเห็นดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจ ว่าแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะข้อนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ ว่าแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะข้อนั้นสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะข้อ ไม่ ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่0.5 ขึ้นไป ถือได้ว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 199 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ จำนวน 199 ข้อ มีค่าความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ตารางที่ ค.4)

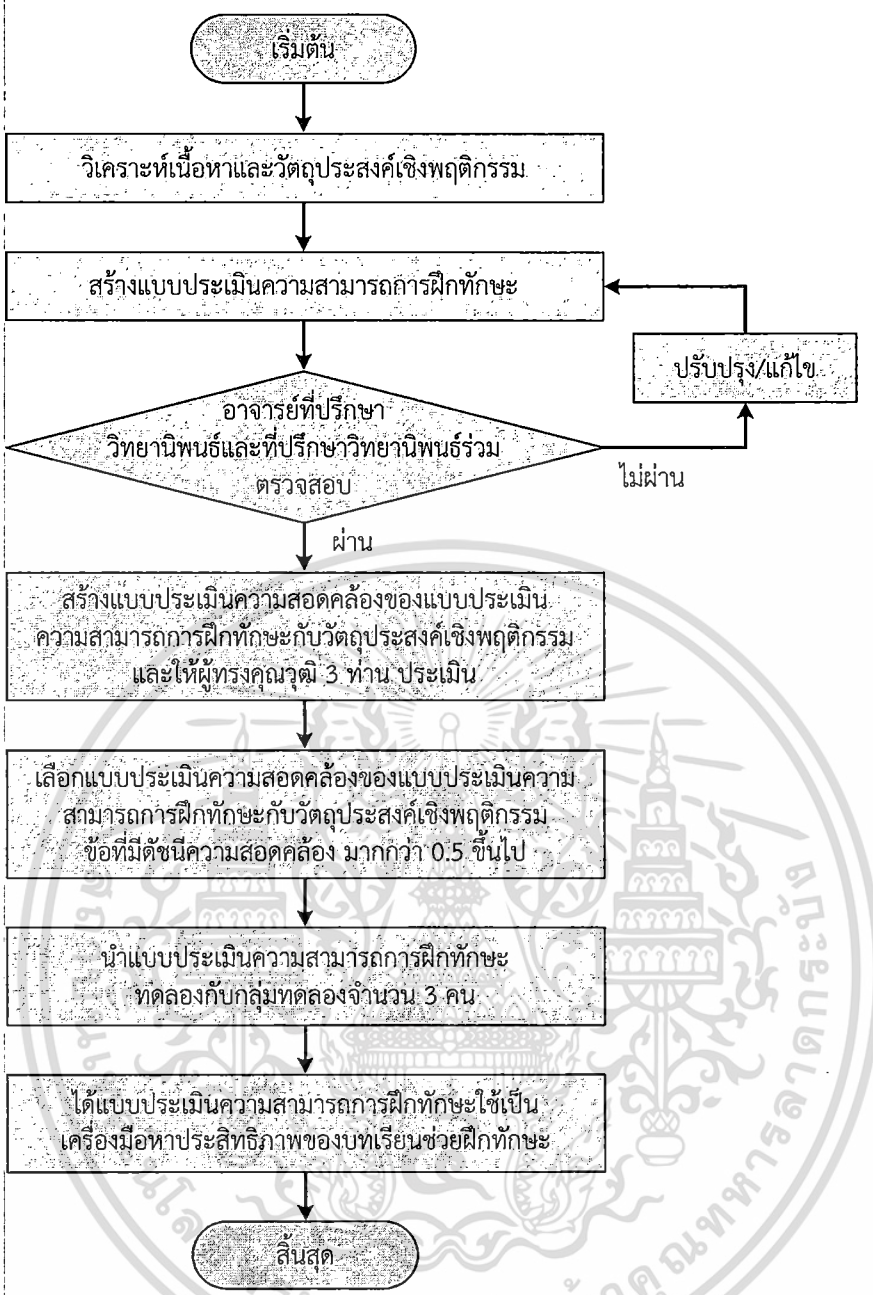
6. นำแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะมาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

7. ทดลองใช้แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะกับกลุ่มทดลอง จำนวน 3 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงจากผู้ที่เคยสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า นำผลที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไข จากการประเมินกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลองได้แนะนำให้เพิ่มรายละเอียดในขั้นตอนการสอบเทียบออสซิลโลสโคปให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น เนื่องจากขั้นตอนปฏิบัติที่มีอยู่ในแบบประเมินความสามารถนั้นน้อยไปอาจจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสับสนกันขั้นตอนการฝึกปฏิบัติได้

8. ได้แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะที่ใช้เป็นเครื่องมือหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยดังนี้

1. ผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คระครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เสนอผู้จัดการฝ่ายบริการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) เพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

2. นำหนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินคุณภาพเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าและแจ้งห้องที่ทำการทดลองก่อนทำการทดลอง

4. จัดเตรียมการนำเสนอบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า และแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ พร้อมทั้งจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ให้กลุ่มตัวอย่างทดลองศึกษาบทเรียนการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลช่วงเดือนมีนาคม 2555

5. แนะนำกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับการใช้บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าและการประเมินความสามารถการฝึกทักษะตามแบบการประเมินความสามารถการฝึกทักษะ

6. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ให้ทำการเรียนโดยอิสระไม่จำกัดเวลา เมื่อผู้รับการฝึกเรียนจบและมีความพร้อมเข้ารับทดสอบ ครูฝึกให้ผู้รับการฝึกทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีและประเมินความสามารถการฝึกทักษะของผู้รับการฝึกแต่ละหน่วย โดยครูฝึกสังเกตการปฏิบัติงานของผู้รับการฝึก และประเมินความสามารถการฝึกทักษะของผู้รับการฝึก ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา บันทึกผลลงในแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า นำผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบภาคทฤษฎีและแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ มาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะ คิดเป็นร้อยละ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ ถูกต้องของคะแนน

2. หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. ประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. หาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าตามสมมติฐาน คือ บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ด้วยคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. การหาค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง โดยแทนค่าข้อมูลที่ได้ ดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 164)

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

เมื่อ

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

X = คะแนนแต่ละจำนวน

N = จำนวนของข้อมูล

2. การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ย (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 179) ดังนี้

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

เมื่อ

S.D. = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N-1 = ค่าของชั้นแห่งความอิสระ

X = ค่าคะแนนแต่ละคน

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2546 : 88-90)

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

เมื่อ

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อ แล้วนำไปหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งแต่ละข้อที่นำไปใช้เป็นแบบประเมินคุณภาพจะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์หาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและจำแนกผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

4.1.1 การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาประเมิน จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพ ด้านเนื้อหาของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของเนื้อหากับผู้รับการฝึก	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาแต่ละหน่วย	4.33	0.58	ดี
5. ความถูกต้องของเนื้อหา มาตรวิทยา	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความถูกต้องของเนื้อหา มาตรฐานการ	4.33	0.58	ดี
8. ความถูกต้องของเนื้อหา ลำดับขั้นตอนการสอบเทียบ	5.00	0.00	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
9. ความถูกต้องของเนื้อหา เครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ	5.00	0.00	ดีมาก
11. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ Oscilloscope	4.33	0.58	ดี
12. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ Digital Clamp Meter	4.67	0.58	ดีมาก
13. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ Digital Tachometer	5.00	0.00	ดีมาก
14. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ Digital Thermometer	4.33	0.58	ดี
15. ความชัดเจนของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
16. ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบ	4.67	0.58	ดีมาก
17. ความถูกต้องของภาษาไทยที่ใช้สื่อความหมาย	4.33	0.58	ดี
18. ความถูกต้องของอังกฤษที่ใช้สื่อความหมาย	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.67	0.38	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 และระดับคุณภาพด้านเนื้อหาดีมาก

4.1.2 การประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อประเมิน จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านการนำเสนอ			
1. เทคนิคการเข้าสู่บทเรียนช่วยฝึกทักษะ	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อ	4.33	0.58	ดี
3. ความเหมาะสมของการใช้สื่อในการช่วยฝึกทักษะ	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	4.33	0.58	ดี
5. ความเหมาะสมของการวางรูปแบบของหน้าจอ	4.33	1.15	ดี
6. ความสะดวกในการใช้บทเรียนช่วยฝึกทักษะ	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.50	0.58	ดีมาก
ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สี และตัวอักษร			
7. ภาพในการนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
8. ความคมชัดของภาพประกอบเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
9. ความชัดเจนของภาพประกอบเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
10. ความเหมาะสมของการจัดวางภาพ	5.00	0.00	ดีมาก
11. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว	4.00	0.00	ดี
12. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	4.67	0.58	ดีมาก
13. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.67	0.58	ดีมาก
14. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.33	0.58	ดี
15. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	5.00	0.00	ดีมาก
16. ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบข้อความ	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.58	0.36	ดีมาก
ด้านเสียงบรรยายและภาษา			
17. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4.33	1.15	ดี
18. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	3.67	0.58	ดี
19. ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
20. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.17	0.72	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านปฏิสัมพันธ์			
21. ความเหมาะสมของปุ่มเครื่องมือควบคุมบทเรียน	4.33	0.58	ดี
22. ความเหมาะสมของปุ่มเครื่องมือควบคุมภาพเคลื่อนไหว	4.67	0.58	ดีมาก
23. ความเหมาะสมของปุ่มเครื่องมือควบคุมการขยายดูภาพ	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.56	0.58	ดีมาก
ด้านเวลาในการนำเสนอ			
24. ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4.33	0.58	ดี
25. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว	4.67	0.58	ดีมาก
26. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.44	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.45	0.56	ดี

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.45, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 และระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อดี

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าจากการทดสอบภาคทฤษฎี

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน โดยให้ผู้รับการฝึกศึกษาบทเรียนช่วยฝึกทักษะในหน่วยที่ 1 ถึง 5 เมื่อศึกษาบทเรียนช่วยฝึกทักษะจบผู้รับการฝึกจะต้องทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 40 ข้อ ผลการทดสอบภาคทฤษฎีดังแสดงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี

กลุ่มตัวอย่าง (N=15)	คะแนนจากการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี (จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน)	คิดเป็นร้อยละ (100%)	ผลของระดับคะแนน
1	37	92.50	ผ่าน
2	35	87.50	ผ่าน
3	33	82.50	ผ่าน
4	35	87.50	ผ่าน
5	35	87.50	ผ่าน
6	33	82.50	ผ่าน
7	37	92.50	ผ่าน
8	36	90.00	ผ่าน
9	37	92.50	ผ่าน
10	36	90.00	ผ่าน
11	35	87.50	ผ่าน
12	37	92.50	ผ่าน
13	35	87.50	ผ่าน
14	34	85.00	ผ่าน
15	33	82.50	ผ่าน
คะแนนเฉลี่ย	**35**	**88.00**	**ผ่าน**

จากตารางที่ 4.3 ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีผู้รับการฝึก จำนวน 15 คน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88 มีผู้ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้รับการฝึกทั้งหมด จำนวน 15 คน

4.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าจากการประเมินความสามารถการฝึกทักษะ

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน โดยให้ผู้รับการฝึกศึกษาบทเรียนช่วยฝึกทักษะในหน่วยที่ 6 เมื่อศึกษาบทเรียนช่วยฝึกทักษะจบและฝึกปฏิบัติทบทวนตามบทเรียนจนมั่นใจ ผู้รับการฝึกเข้ารับการประเมินความสามารถการฝึกทักษะ โดยครูฝึกเป็นผู้ประเมิน โดยใช้แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ จำนวน 199 ข้อ ผลการประเมินความสามารถการฝึกทักษะดังแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลคะแนนจากการประเมินความสามารถการฝึกทักษะ

กลุ่มตัวอย่าง (N=15)	คะแนนจากการประเมินความสามารถการฝึกทักษะ (จำนวน 199 ข้อ)					คะแนนรวม (597)	คิดเป็นร้อยละ (100%)	ผลของระดับคะแนน
	DMM	OSC	CLAM	TACH	THER			
1	223	145	80	38	66	552	92.46	ผ่าน
2	221	146	72	36	70	545	91.29	ผ่าน
3	195	134	72	28	59	488	81.74	ผ่าน
4	217	146	78	37	70	548	91.79	ผ่าน
5	213	148	77	36	71	545	91.29	ผ่าน
6	212	149	72	36	67	536	89.78	ผ่าน
7	223	153	75	37	68	556	93.13	ผ่าน
8	223	144	80	35	72	554	92.80	ผ่าน
9	225	149	80	35	71	560	93.80	ผ่าน
10	212	151	79	37	71	550	92.13	ผ่าน
11	216	149	72	38	71	546	91.46	ผ่าน
12	224	153	78	36	68	559	93.63	ผ่าน
13	218	148	78	35	68	547	91.62	ผ่าน
14	214	147	75	36	68	540	90.45	ผ่าน
15	218	141	77	34	64	534	89.45	ผ่าน
คะแนนเฉลี่ย	**217**	**147**	**76**	**36**	**68**	**544**	**91.12**	**ผ่าน**

<u>หมายเหตุ</u> DMM หมายถึง ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (จำนวน 79 ข้อ 237 คะแนน)
OSC หมายถึง ออสซิลโลสโคป (จำนวน 54 ข้อ 162 คะแนน)
CLAM หมายถึง ดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ (จำนวน 28 ข้อ 84 คะแนน)
TACH หมายถึง เครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล (จำนวน 13 ข้อ 39 คะแนน)
THER หมายถึง เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (จำนวน 25 ข้อ 75 คะแนน)

จากตารางที่ 4.4 ผลคะแนนจากการประเมินความสามารถการฝึกทักษะ ผู้รับการฝึกจำนวน 15 คน เมื่อพิจารณาตามชนิดของเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า การสอบเทียบดิจิตอลมัลติมิเตอร์ มีคะแนนเฉลี่ย 217 คะแนน การสอบเทียบออสซิลโลสโคป มีคะแนนเฉลี่ย 147 คะแนน การสอบเทียบดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ มีคะแนนเฉลี่ย 76 คะแนน การสอบเทียบเครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล มีคะแนนเฉลี่ย 36 คะแนน และการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล มีคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ย 68 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 544 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.12 มีผู้ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้รับการฝึกทั้งหมด จำนวน 15 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้สรุปผล ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าที่มีคุณภาพ

5.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

5.2 สมมติฐานการวิจัย

5.2.1 คุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า อยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\overline{X} \geq 3.5$)

5.2.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าสามารถนำมาใช้เป็นบทเรียนช่วยฝึกทักษะ โดยร้อยละ 80 ของผู้รับการฝึกด้วยบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย คือพนักงานสอบเทียบ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) จำนวน 30 คน และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ พนักงานสอบเทียบ ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) จำนวน 15 คน

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า แบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

5.4.1 บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 6 หน่วย คือ

1. มาตรวิทยา
2. การสอบเทียบ
3. มาตรฐานการวัด
4. ลำดับขั้นตอนการสอบเทียบ
5. เครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 5 ชนิด คือ
   1) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)
   2) ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ (Digital Clamp Meter)

4) เครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล (Digital Tachometer)

5) เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Thermometer)

6. ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 5 ชนิด คือ

1) การสอบเทียบดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)

2) การสอบเทียบออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

3) การสอบเทียบดิจิตอลแคล้มป์มิเตอร์ (Digital Clamp Meter)

4) การสอบเทียบเครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิตอล (Digital Tachometer)

5) การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Thermometer)

5.4.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5.4.3 แบบทดสอบภาคทฤษฎี จำนวน 40 ข้อ

5.4.4 แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จำนวน 199 ข้อ

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า เมื่อผู้รับการฝึกศึกษาบทเรียนจบและมีความพร้อมเข้ารับการทดสอบ ครูฝึกจะให้ผู้รับการฝึกทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี และประเมินความสามารถการฝึกทักษะแต่ละหน่วย ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม - มีนาคม 2555 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบภาคทฤษฎีและแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ต่อไป

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

5.6.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าซึ่งผลการประเมินที่ได้จากผู้ทรงด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิต หาค่าทางสถิติโดยใช้การหาค่า ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.6.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้ค่าร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.7.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 และระดับคุณภาพเท่ากับ ดีมาก

สรุป จากการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาแสดงให้เห็นว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.7.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.45, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 และระดับคุณภาพเท่ากับ ดี

สรุป จากการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อแสดงให้เห็นว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าที่มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อในระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.7.3 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน คะแนนจากแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88 และคะแนนจากแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 544 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.12 มีผู้ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้รับการฝึกทั้งหมด จำนวน 15 คน

สรุป จากการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยภาพรวมมีผู้ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้รับการฝึกทั้งหมด จำนวน 15 คน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า มีประสิทธิภาพสามารถใช้เป็นสื่อในการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.8.1 จากผลการประเมินหาคุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหามีคุณภาพในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.67 เนื่องจากได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและนำมาปรับปรุง เพื่อให้เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤตกรรม ผู้วิจัยได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขจึงทำให้เนื้อหาและภาษามีความถูกต้อง สอดคล้องกับรูปภาพมากยิ่งขึ้น ผู้รับการฝึกสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาได้เป็นอย่างดี ส่วนด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.45 เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนช่วยฝึกทักษะตามหลักการและทฤษฎีการออกแบบบทเรียนช่วยฝึกทักษะ ทำให้การนำเสนอน่าสนใจ การใช้งานสะดวก ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สี และตัวอักษรมีความเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิพนธ์ น้อยจินดา (2552 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องวัตต์อาวร์มิเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ด้านเนื้อหามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.21

5.8.2 จากผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เมื่อทำการวิเคราะห์ผลปรากฏว่า ผลการเรียนรู้ของผู้รับการฝึกจากการทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88 และจากการประเมินความสามารถการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 544 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.12 มีผู้ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของผู้รับการฝึกทั้งหมด จำนวน 15 คน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 ขึ้นไป เนื่องจากบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วและแสดงให้เห็นว่าเป็นบทเรียนช่วยฝึกทักษะที่มีคุณภาพผ่านการทดลองใช้กับกลุ่มทดลองย่อยก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นเมื่อนำบทเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจึงทำให้บทเรียนช่วยฝึกทักษะมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกชา อยู่แก้ว (2552 : 99-100) ได้พัฒนาชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและการโปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 92.65 ประสิทธิภาพของบทเรียนคิดเป็นร้อยละ 95

จากการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้ามีคุณภาพ สามารถใช้เป็นสื่อในการฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยสามารถนำบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไปใช้ในการฝึกปฏิบัติพนักงานใหม่ที่เข้าทำงานสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า หรือให้ผู้ที่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนใจเกี่ยวกับการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า สามารถศึกษาหาความรู้จากบทเรียนช่วยฝึกทักษะได้

2. จากผลการวิจัยสามารถนำไปพัฒนาเพื่อสร้างบทเรียนช่วยฝึกทักษะในด้านอื่น ๆ เพื่อช่วยฝึกทักษะให้กับพนักงานและผู้สนใจในด้านอื่น ๆ ต่อไป

3. จากผลการวิจัยสามารถนำไปใช้กับสถานศึกษาระดับต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

5.9.2 ข้อเสนอสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาการฝึกปฏิบัติให้มีรายละเอียดที่หลากหลายวิธี เพื่อดึงดูดความสนใจผู้รับการฝึก

2. ควรพัฒนาในส่วนของวิธีการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ชนิดอื่น ๆ หรือเครื่องมือวัดด้านอื่น ๆ เช่น ด้านอุณหภูมิ ด้านมิติ ด้านกล ด้านแสง ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543. **คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST.** กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม.

เกชา อยู่แก้ว. 2552. "ชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและการโปรแกรมชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จักรพงษ์ เมืองสุข. 2550. "การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมบนเว็บสำหรับพนักงานสายปฏิบัติการด้านซอฟต์แวร์เรื่องการใช้งานระบบปฏิบัติการลินุกซ์เบื้องต้น." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เฉลิมชัย สุขสมบูรณ์. 2548. "บทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง การประกอบเครื่องขยายเสียงทรานซิสเตอร์หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น พ.ศ.2540." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิพนธ์ น้อยจินดา. 2552. "บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อาวร์มิเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พันธ์คักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์และคณะ. 2548. **เครื่องวัดไฟฟ้า (เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์).** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ.

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2546. **การออกแบบและผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน e-Learning.** กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

ไพศาล หวังพานิช. 2526. **การวัดผลทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ภาลินี เหตุทอง. 2547. "การพัฒนาคู่มือการสอบเทียบเครื่องมือวัดไฟฟ้าสำหรับพนักงานช่างสอบเทียบ ของศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัด ฝ่ายบริการอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

รพีพร อรุณพราหมณ์. 2552. "คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เครื่องสอบเทียบมาตรฐานไฟฟ้าฟลุค 5520A." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ที พี พริ้นท์.

ไวพจน์ ศรีธัญ. 2547. **เครื่องวัดไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : วังอักษร.

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551. **มาตรวิทยาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ.

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2551. **การสอบเทียบเครื่องมือวัด.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2546. **คู่มือการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สิงห์ชัย อ่อนพิทักษ์. 2550. “บทเรียนช่วยฝึกทักษะฐานสมรรถนะ การซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่เบื้องต้น หลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 28 มกราคม 2554 ให้ดำเนินการดังนี้

นายสันติพงษ์ คงแก้ว รหัสประจำตัว 50063512 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า (Competency Based Skills Training on Electrical Instrument Calibration) " โดยมี ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ **1246**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๑๒ มีนาคม 2555

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้จัดการฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย- ญี่ปุ่น)

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบทดสอบเพื่อการวิจัย
3. แบบประเมินความสามารถ

ด้วย นายสันติพงษ์ คงแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ” โดยมี ดร. สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 28 มกราคม 2554 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นายสันติพงษ์ คงแก้ว เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบและแบบประเมินความสามารถเพื่อการวิจัยกับภายในสถานประกอบการท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 081-396-4412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/0840

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๓ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาววรยา กุลปรียะวัฒน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสันติพงษ์ คงแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า "โดยมี ดร. สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายสันติพงษ์ คงแก้ว มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร 081-396-4412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0840

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๒ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นางภาลิณี ปราบภัยพาล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสันติพงษ์ คงแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า "โดยมี ดร. สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายสันติพงษ์ คงแก้ว มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร 081-396-4412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/0840

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

27 กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นางสาวรพีพร อรุณพราหมณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสันติพงษ์ คงแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า "โดยมี ดร. สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายสันติพงษ์ คงแก้ว มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร 081-396-4412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / **0840** **วันที่** ๒๒ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี

ด้วย นายสันติพงษ์ คงแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า "โดยมี ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายสันติพงษ์ คงแก้ว มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ **0840**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๗ กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์กมลนิตย์ ปาลีเลียม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสันติพงษ์ คงแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ” โดยมี ดร. สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนายสันติพงษ์ คงแก้ว มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร 081-396-4412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/0840

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

29 กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน นายยุทธนา พงศ์พฤกษชาติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสันติพงษ์ คงแก้ว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ” โดยมี ดร. สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนายสันติพงษ์ คงแก้ว มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร 081-396-4412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. นางสาววรยา กุลปรียาวัฒน์
   ผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาพิเศษ
   ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม
   สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
2. นางภาลิณี ปราบภัยพาล
   หัวหน้าแผนกสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า
   ฝ่ายบริการสอบเทียบและวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม
   สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
3. นางสาวรพีพร อรุณพราหมณ์
   แอร์คราฟแมคคานิค 2
   แผนกสอบเทียบเครื่องมือวัด
   บริษัท การบินไทย จำกัด(มหาชน)

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี
   ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์กมลนิตย์ ปาลิเสียม
   ครูชำนาญการ คศ.3
   แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์
   วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร
3. นายยุทธนา พงศ์พฤกษชาติ
   กรรมการผู้จัดการ
   บริษัท แอด-ไซน์ คอมมูนิเคชั่น จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	N1	N3	N3			
1. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของเนื้อหากับผู้รับการฝึก	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาแต่ละหน่วย	4	5	4	4.33	0.58	ดี
5. ความถูกต้องของเนื้อหา มาตรวิทยา	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
7. ความถูกต้องของเนื้อหา มาตรฐานการ	4	5	4	4.33	0.58	ดี
8. ความถูกต้องของเนื้อหา ลำดับขั้นตอนการสอบเทียบ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
9. ความถูกต้องของเนื้อหา เครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
11. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ Oscilloscope	4	4	5	4.33	0.58	ดี
12. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ Digital Clamp Meter	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
13. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ Digital Tachometer	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
14. ความถูกต้องของเนื้อหา การสอบเทียบ Digital Thermometer	4	4	5	4.33	0.58	ดี
15. ความชัดเจนของเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
16. ความสอดคล้องของเนื้อหาและภาพประกอบ	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
17. ความถูกต้องของภาษาไทยที่ใช้สื่อความหมาย	4	4	5	4.33	0.58	ดี
18. ความถูกต้องของอังกฤษที่ใช้สื่อความหมาย	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.50	4.67	4.83	4.67	0.38	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	N1	N3	N3			
ด้านการนำเสนอ						
1. เทคนิคการเข้าสู่บทเรียนช่วยฝึกทักษะ	5	4	4	4.33	0.58	ดี
2. ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของการใช้สื่อในการช่วยฝึกทักษะ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
4. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	5	3	5	4.33	1.15	ดี
5. ความเหมาะสมของการวางรูปแบบของหน้าจอ	4	5	4	4.33	0.58	ดี
6. ความสะดวกในการใช้บทเรียนช่วยฝึกทักษะ	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.67	4.17	4.67	4.50	0.58	ดีมาก
ด้านภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว สี และตัวอักษร						
7. ภาพในการนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
8. ความคมชัดของภาพประกอบเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
9. ความชัดเจนของภาพประกอบเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
10. ความเหมาะสมของการจัดวางภาพ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
11. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว	4	4	4	4.00	0.00	ดี
12. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
13. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
14. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	5	4	4.33	0.58	ดี
15. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
16. ความเหมาะสมของการจัดรูปแบบข้อความ	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.50	4.75	4.50	4.58	0.36	ดีมาก
ด้านเสียงบรรยายและภาษา						
17. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	5	3	5	4.33	1.15	ดี
18. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4	3	4	3.67	0.58	ดี
19. ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา	5	4	4	4.33	0.58	ดี
20. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย	5	4	4	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.75	3.50	4.25	4.17	0.72	ดี
ด้านปฏิสัมพันธ์						
21.ความเหมาะสมของปุ่มเครื่องมือควบคุมบทเรียน	5	4	4	4.33	0.58	ดี
22.ความเหมาะสมของปุ่มเครื่องมือควบคุมภาพเคลื่อนไหว	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
23.ความเหมาะสมของปุ่มเครื่องมือควบคุมการขยายดูภาพ	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.67	4.33	4.67	4.56	0.58	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	N1	N3	N3			
ด้านเวลาในการนำเสนอ						
24.ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4	4	5	4.33	0.58	ดี
25.ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
26.ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด	4	4	5	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.33	4.33	4.67	4.44	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.58	4.22	4.55	4.45	0.56	ดี

ตารางที่ ค.3 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา				
		N1	N2	N3	$\sum R$	IOC
1.	ความหมายของมาตรวิทยาข้อใดถูกต้อง ก. ศาสตร์แห่งการวัดหรือวิชาที่ว่าด้วยเรื่องการวัด ข.การเอาทฤษฎีและทุกมิติของการปฏิบัติมาประยุกต์ใช้ ค.การกำหนดมาตรฐานสากลของการวัด ง.การกำหนดหน่วยของการวัดโดยทำให้เป็นจริง	1	1	1	3	1.00
2.	ระบบหน่วยวัด SI ย่อมาจากคำว่าอะไร ก. Scientific Legal Metrology Institute ข. The System of Units ค. International System of Units ง. Scientific Legal Metrology Institute	1	0	1	2	0.67
3.	ระบบ SI พัฒนามาจากระบบหน่วยวัดใด ก. ระบบเมตริก ข. ระบบอังกฤษ ค. ระบบไทย ง. ระบบอเมริกัน	1	1	1	3	1.00
4.	ข้อใดไม่ใช่หน่วยรากฐาน (Base Units) ของระบบ SI ก. ความยาว (Length) ข. ความถี่ (Frequency) ค. กระแสไฟฟ้า (Electric Current) ง. ปริมาณสาร (Amount of Substance)	1	1	1	3	1.00
5.	ความเข้มของการส่องสว่าง มีหน่วยในการวัดค่า คือหน่วยใด ก. เคลวิน (K) ข. แอมแปร์ (A) ค. แคนเดลา (cd) ง. โมล (mol)	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา				
		N1	N2	N3	$\sum R$	IOC
6.	ตามนิยามศัพท์มาตรวิทยา (VIM) ข้อใดหมายถึง “ชุดของการดำเนินการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกโดยเครื่องมือวัด” ก. การสอบเทียบ ข. การสอบกลับได้ ค. มาตรฐานการวัด ง. ระบบการวัด	1	0	1	2	0.67
7.	ความหมายของการสอบเทียบข้อใดถูกต้อง ก. ชุดของการดำเนินการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกโดยเครื่องมือวัด ข. การตัดสินความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกของเครื่องมือวัดกับค่ามาตรฐาน ค. มาตรฐานที่สามารถสอบกลับได้สู่มาตรฐานแห่งชาติหรือมาตรฐานระหว่างชาติ ง. การตัดสินและทำเอกสารแสดงความบ่ายเบนของค่าชี้บอกของเครื่องมือวัด	1	0	1	2	0.67
8.	มาตรฐานการวัดมีความสำคัญอย่างไรในระบบการวัด ที่ยอมรับกันระหว่างประเทศ ก. สำคัญต่อระบบโรงงานอุตสาหกรรมในระดับความเชื่อมั่น ข. สำคัญต่อระบบการติดต่อสื่อสารในความเท่าเทียมกัน ค. สำคัญต่อระบบการค้าในระดับความเชื่อมั่นในความเท่าเทียมกัน ง. สำคัญต่อระบบธุรกิจนำเข้าและส่งออกสินค้าในระดับความเชื่อมั่น	0	1	1	2	0.67
9.	ตามนิยามศัพท์มาตรวิทยา (VIM) ข้อใดหมายถึง “มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้หรือเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีคุณสมบัติทางมาตรวิทยาสูงสุด” ก. มาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standard) ข. มาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary Standard) ค. มาตรฐานการวัดระหว่างชาติ (International Measurement Standards) ง. มาตรฐานการวัดแห่งชาติ (National Measurement Standards)	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา				
		N1	N2	N3	$\sum R$	IOC
10.	ตามนิยามศัพท์มาตรวิทยา (VIM) ข้อใดหมายถึง “มาตรฐานที่มีคุณสมบัติทางมาตรวิทยาสูงสุด มีไว้ ณ จุดใช้งานหรือในหน่วยงาน” ก. มาตรฐานการวัดแห่งชาติ (National Measurement Standards) ข. มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard) ค. มาตรฐานถ่ายทอด (Transfer Standard) ง. มาตรฐานขั้นใช้งาน (Working Standard)	1	1	1	3	1.00
11.	มาตรฐานใช้งานที่ใช้สำหรับงานประจำ เพื่อให้มั่นใจว่าการวัดที่กระทำเป็นไปอย่างถูกต้องเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าอะไร ก. มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard) ข. มาตรฐานถ่ายทอด (Transfer Standard) ค. มาตรฐานขั้นใช้งาน (Working Standard) ง. มาตรฐานสำหรับตรวจสอบ (Check Standard)	1	1	1	3	1.00
12.	ระดับระหว่างชาติหรือระหว่างประเทศนั้นมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standards) ได้มาจากวิธีการใด ก. การทดลองและวิจัย ข. การทำให้เป็นจริง ค. การทดสอบ ง. การเก็บข้อมูลจากการใช้งาน	1	0	1	2	0.67
13.	หน่วยงานที่เป็นผู้ทำให้หน่วยมาตรฐานการวัดเป็นสากลและเก็บรักษาไว้ซึ่งมาตรฐาน มีชื่อว่าอะไร ก. CGPM ข. CIPM ค. BIPM ง. NMIM	1	0	1	2	0.67
14.	BIPM มีสำนักงานตั้งอยู่ที่ ประเทศใด ก. อังกฤษ ข. สหรัฐอเมริกา ค. เยอรมัน ง. ฝรั่งเศส	1	0	1	2	0.67
15.	ปัจจุบันห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบด้วยการตรวจประเมินความสามารถทางเทคนิคตามข้อกำหนดของมาตรฐานใด ก. ISO Guide 25 ข. ISO/IEC 17025 ค. ISO/IEC 17999 ง. ISO/IEC 27000	1	1	1	3	1.00
16.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์เป็นมัลติมิเตอร์ที่แสดงผลการวัดอย่างไร ก. ด้วยตัวเลข ข. ด้วยเข็มชี้บ่ายเบน ค. ด้วยข้อความ ง. ด้วยสัญลักษณ์	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา				
		N1	N2	N3	$\sum R$	IOC
17.	คุณลักษณะของดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบย่านวัดอัตโนมัติ ข้อใดถูกต้อง ก. การหมุนเปลี่ยนย่านวัดเป็นไปอย่างอัตโนมัติ ข. ย่านวัดปรับเปลี่ยนชนิดของปริมาณไฟฟ้าเองให้ตรงกับที่วัด ค. ย่านวัดปรับเปลี่ยนปริมาณไฟฟ้าที่ตั้งวัดจากต่ำไปหาสูงสุดเอง ง. ย่านวัดปรับเปลี่ยนอัตโนมัติเพียงเปิดเครื่อง	0	1	1	2	0.67
18.	ข้อดีของดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ข้อใดถูกต้อง ก. มีค่าความต้านทานภายในต่ำ ข. การตอบสนองของปริมาณไฟฟ้าที่วัดดี ค. เกิดความสะดวกและใช้งานง่ายยิ่งขึ้น ง. การวัดค่าและการอ่านค่าถูกต้องมากยิ่งขึ้น	1	1	1	3	1.00
19.	โดยทั่วไปดิจิตอลมัลติมิเตอร์สามารถวัดปริมาณไฟฟ้า อะไรได้บ้าง ก. วัดการต่อวงจรด้วยเสียง วัดแรงดันไฟ วัดกระแสไฟ ข. วัดแรงดันไฟ วัดกระแสไฟ วัดค่าความต้านทาน ค. วัดความถี่ วัดค่าความจุของตัวเก็บประจุ วัดค่าความเหนี่ยวนำ ง. วัดกระแสไฟ วัดค่าความต้านทาน วัดค่าความเหนี่ยวนำ	1	1	1	3	1.00
20.	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ นิยมเรียกสั้น ๆ ว่าอะไร ก. AMM ข. CMM ค. VMM ง. DMM	1	0	1	2	0.67
21.	เครื่องวัดไฟฟ้าตามลักษณะใดที่สามารถแสดงรูปสัญญาณได้ ก. มัลติมิเตอร์ ข. ออสซิลโลสโคป ค. Tachometer ง. Clamp Meter	1	0	1	2	0.67
22.	หลอดภาพของออสซิลโลสโคป นิยมเรียกอีกอย่างว่าอะไร ก. หลอดสุญญากาศ ข. หลอด CRO ค. หลอด CRT ง. หลอด TFT	1	0	1	2	0.67
23.	การบ่ายเบนของลำอิเล็กตรอนภาพในหลอดภาพ อาศัยระบบใด ก. การบ่ายเบนทางแม่เหล็ก ข. การบ่ายเบนทางอุณหภูมิ ค. การบ่ายเบนทางกระแส ง. การบ่ายเบนทางไฟฟ้า	1	1	1	3	1.00
24.	สารใดที่ฉาบภาพในหลอดภาพ ที่ทำให้เกิดเป็นภาพให้เห็น ก. สารเรืองแสง ข. สารนำความร้อน ค. สารปรอท ง. สารซัลเฟอร์	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา				
		N1	N2	N3	$\sum R$	IOC
25.	ภาควงจรจุดชนวนหรือวงจรชิงค์ของออสซิลโลสโคป ทำหน้าที่ใด ก. ควบคุมการขยายสัญญาณทางแนวตั้งให้มีความแรงขึ้น ข. ควบคุมการขยายสัญญาณรูปฟันเลื่อยให้มีความแรงพอก่อนป้อนเข้าแผ่นเพลตบ่ายเบนทางแนวนอน ค. ควบคุมให้สัญญาณแนวนอนทำงานพร้อมกับสัญญาณแนวตั้ง ง. ควบคุมการหน่วงสัญญาณอินพุตทางแนวตั้ง	1	1	1	3	1.00
26.	ข้อดีของดิจิตอลแคลป์มิเตอร์ ข้อใดถูกต้อง ก. วัดกำลังไฟฟ้าได้ง่าย ข. วัดความต้านทานได้ง่าย ค. วัดแรงดันไฟฟ้าได้ง่าย ง. วัดกระแสไฟฟ้าได้ง่าย	1	1	1	3	1.00
27.	ดิจิตอลแคลป์มิเตอร์มีหน่วยในการวัดค่า คือหน่วยใด ก. โวลต์ (Volt) ข. แอมแปร์ (Ampere) ค. เคลวิน (Kelvin) ง. วัตต์ (Watt)	1	1	1	3	1.00
28.	แคลป์มิเตอร์ นิยมเรียกชื่อสั้น ๆ ว่าอะไร ก. คลิปแอมป์ (Clip Amp) ข. แอมป์มิเตอร์ (Ammeter) ค. วัตต์มิเตอร์ (Wattmeter) ง. โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)	1	0	1	2	0.67
29.	คุณสมบัติที่สำคัญของดิจิตอลแคลป์มิเตอร์ คือข้อใด ก. มีค่าความต้านทานภายในต่ำ ข. มีค่าความเหนี่ยวนำภายในต่ำ ค. มีค่าความต้านทานภายในสูง ง. มีค่าความเหนี่ยวนำภายในสูง	1	1	1	3	1.00
30.	ส่วนของปากคีบหรือก้ามปูสำหรับคล้องสายของดิจิตอลแคลป์มิเตอร์ ทำหน้าที่ใด ก. ตรวจจับความเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นรอบสายไฟฟ้า ข. ตรวจจับสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบสายไฟฟ้า ค. ตรวจจับแรงดันที่เกิดขึ้นภายในสายไฟฟ้า ง. ตรวจจับประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในสายไฟฟ้า	1	1	1	3	1.00
31.	Tachometer เป็นเครื่องมือใช้สำหรับวัดอะไร ก. วัดกระแสไฟฟ้ารั่วไหล ข. วัดความเร็วลม ค. วัดความเร็วแสง ง. วัดความเร็วรอบมอเตอร์	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา				
		N1	N2	N3	$\sum R$	IOC
32.	เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) โดยส่วนใหญ่นิยมวัดในหน่วยใด ก. รอบต่อวินาที (RPS) ข. เมตรต่อนาที (MPM) ค. รอบต่อนาที (RPM) ง. รอบต่อชั่วโมง (RPH)	1	1	1	3	1.00
33.	เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) แบบไม่สัมผัส เรียกชื่ออีกว่าอะไร ก. Photo type ข. Contact type ค. PRM type ง. MPM type	1	1	1	3	1.00
34.	Photo Cell ภายในเครื่องวัดความเร็วรอบมีหน้าที่อย่างไร ก. เปลี่ยนแปลงแสงให้เป็นกำลังไฟฟ้า ข. เปลี่ยนแปลงแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ค. เปลี่ยนแปลงแสงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ง. เปลี่ยนแปลงแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า	1	1	1	3	1.00
35.	ข้อดีของเครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) แบบไม่สัมผัสที่มี Modulated carrier ข้อใดถูกต้อง ก. ป้องกันสนามไฟฟ้าข้างเคียงได้ดี ข. ป้องกันสัญญาณรบกวนข้างเคียงได้ดี ค. ป้องกันสนามแม่เหล็กข้างเคียงได้ดี ง. ป้องกันสัญญาณไฟฟ้าข้างเคียงได้ดี	1	1	1	3	1.00
36.	เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) เป็นเครื่องมือวัด มีการทำงานอย่างไร ก. เปลี่ยนอุณหภูมิให้เป็นกระแสไฟฟ้า ข. เปลี่ยนอุณหภูมิให้เป็นกำลังไฟฟ้า ค. เปลี่ยนอุณหภูมิให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ง. เปลี่ยนอุณหภูมิให้เป็นความต้านทาน	1	1	1	3	1.00
37.	การนำโลหะ 2 เส้น ทำด้วยโลหะต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อมปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเส้นลวดทั้งสองกระแสไฟฟ้าจะมากน้อยเปลี่ยนแปลงไปตามผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสอง เป็นการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด ก. Thomas Edison ข. Albert Einstein ค. Jean CA. Peltier ง. Thomas Seebeck	1	0	1	2	0.67
38.	การทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นที่ปลายด้านเปิดแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้เรียกว่าอะไร ก. Peltier Voltage ข. Peltier Coefficient ค. Seebeck Voltage ง. Seebeck Coefficient	1	0	1	2	0.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา				
		N1	N2	N3	$\sum R$	IOC
39.	กฎของแรงเคลื่อนไฟฟ้าความร้อน (Thermoelectric Laws) เป็นการสรุปโดยนักวิทยาศาสตร์ท่านใด ก. Thomas Seebeck ข. Jean CA. Peltier ค. Thomas Edison. ง. Albert Einstein	1	0	1	2	0.67
40.	ข้อใด ไม่ใช่ กฎของแรงเคลื่อนไฟฟ้าความร้อน(Thermoelectric Laws) ก. กฎของวงจรโลหะเนื้อเดียว ข. กฎของวงจรอุณหภูมิ ค. กฎของโลหะแทรก ง. กฎของอุณหภูมิแทรก	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

	แบบประเมินรายการความสามารถการฝึกทักษะ	ผลการพิจารณา				
		N1	N1	N1	$\sum R$	IOC
1.	**การสอบเทียบ Digital Multimeter**					
	1.1 สอบเทียบในฟังก์ชัน DC Voltage					
1	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)	1	1	1	3	1.00
2	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
3	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
4	เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC	1	1	1	3	1.00
5	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC	1	1	1	3	1.00
6	◆ ช็อตปลายสายวัดด้านที่จะต่อกับ STD	1	1	1	3	1.00
7	◆ ทำการ Set Zero โดยการกดปุ่ม Zero (กรณี UUC มีปุ่ม Zero)	1	1	1	3	1.00
8	◆ ทำการบันทึกค่า Offset Voltage เพื่อชดเชยค่าที่สอบเทียบ (กรณี UUC ไม่มีปุ่ม Zero)	1	1	1	3	1.00
9	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD	1	1	1	3	1.00
10	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ DC Voltage (-90, 0 และ 90% of Range)	1	1	1	3	1.00
11	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้	1	1	1	3	1.00
12	◆ ตั้งค่า DC Voltage ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER	1	1	1	3	1.00
13	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
14	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
15	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
	1.2 สอบเทียบในฟังก์ชัน AC Voltage					
16	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)	1	1	1	3	1.00
17	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
18	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
19	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC	1	1	1	3	1.00
20	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC	1	1	1	3	1.00
21	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD	1	1	1	3	1.00
22	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ AC Voltage (10 และ 90% of Range)	1	1	1	3	1.00
23	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

	แบบประเมินรายการความสามารถการฝึกทักษะ	ผลการพิจารณา				
		N1	N1	N1	$\sum R$	IOC
24	◆ ตั้งค่า AC Voltage ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER	1	1	1	3	1.00
25	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
26	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
27	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
	1.3 สอบเทียบในฟังก์ชัน DC Current					
28	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)	1	1	1	3	1.00
29	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
30	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
31	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC	1	1	1	3	1.00
32	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC	1	1	1	3	1.00
33	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD	1	1	1	3	1.00
34	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ DC Current (Open และ 90%)	1	1	1	3	1.00
35	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้	1	1	1	3	1.00
36	◆ ตั้งค่า DC Current ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER	1	1	1	3	1.00
37	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
38	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
39	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
	1.4 สอบเทียบในฟังก์ชัน AC Current					
40	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)	1	1	1	3	1.00
41	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
42	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
43	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC	1	1	1	3	1.00
44	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC	1	1	1	3	1.00
45	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD	1	1	1	3	1.00
46	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ AC Current (10 และ 90% of Range)	1	1	1	3	*46*
47	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้	1	1	1	3	*47*
48	◆ ตั้งค่า AC Current ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER	1	1	1	3	*48*
49	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	*49*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 ต่อ)

แบบประเมินรายการความสามารถการฝึกทักษะ		ผลการพิจารณา				
		N1	N1	N1	$\sum R$	IOC
50	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
51	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
	1.5 สอบเทียบในฟังก์ชัน Resistance (กรณีใช้ 5500A)					
52	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)	1	1	1	3	1.00
53	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
54	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
55	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC	1	1	1	3	1.00
56	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC	1	1	1	3	1.00
57	◆ ช็อตปลายสายวัดด้านที่จะต่อกับ STD	1	1	1	3	1.00
58	◆ ทำการ Set Zero โดยการกดปุ่ม Zero (กรณี UUC มีปุ่ม Zero)	1	1	1	3	1.00
59	◆ ทำการบันทึกค่า Offset Voltage เพื่อชดเชยค่าที่สอบเทียบ (กรณี UUC ไม่มี ปุ่ม Zero)	1	1	1	3	1.00
60	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD	1	1	1	3	1.00
61	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ Resistance (Short และ 90% of Range)	1	1	1	3	1.00
62	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้	1	1	1	3	1.00
63	◆ ตั้งค่า Resistance ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER	1	1	1	3	1.00
64	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
65	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
66	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
	1.6 สอบเทียบในฟังก์ชัน Resistance (กรณีใช้ 2793-01, 2786-20)					
67	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)	1	1	1	3	1.00
68	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
69	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
70	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC	1	1	1	3	1.00
71	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC	1	1	1	3	1.00
72	◆ ช็อตปลายสายวัดด้านที่จะต่อกับ STD	1	1	1	3	1.00
73	◆ ทำการ Set Zero โดยการกดปุ่ม Zero (กรณี UUC มีปุ่ม Zero)	1	1	1	3	1.00
74	◆ ทำการบันทึกค่า Offset Voltage เพื่อชดเชยค่าที่สอบเทียบ (กรณี UUC ไม่มีปุ่ม Zero)	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

แบบประเมินรายการความสามารถการฝึกทักษะ		ผลการพิจารณา				
		N1	N1	N1	$\sum R$	IOC
75	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD	1	1	1	3	1.00
76	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ Resistance (Short และ 90% of Range)	1	1	1	3	1.00
77	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้	1	1	1	3	1.00
78	◆ หมุน Dial ของ Decade Resistance Box ตามค่า Resistance ที่ต้องการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
79	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
2.	การสอบเทียบ Oscilloscope					
	2.1 การเตรียมอุปกรณ์และ UUC ก่อนสอบเทียบ					
80	◆ ตรวจสอบ OSC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)	1	1	1	3	1.00
81	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ OSC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี OSC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
82	◆ ตรวจสอบสายวัด Probe ที่มากับ OSC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่	1	1	1	3	1.00
83	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
84	◆ เตรียม สายวัด Coaxial และ Terminal 50 □	1	1	1	3	1.00
85	◆ ปรับ DC Offset Alignment (V/cm) ให้เส้นอยู่ตำแหน่งกลางจอภาพ	1	1	1	3	1.00
86	◆ ปรับปุ่ม Trace Rotation ให้เส้น (Trace) อยู่ในแนวระนาบขนานกับเส้นแกน X	1	1	1	3	1.00
87	◆ ปรับปุ่ม Focus ให้เส้นเล็กที่สุด	1	1	1	3	1.00
88	◆ ปรับปุ่ม Intens ให้แสงสว่างพอเหมาะสมสำหรับอ่านค่า	1	1	1	3	1.00
89	◆ ตรวจเช็คสายวัด Probe X1, X10	1	1	1	3	1.00
90	◆ ปรับปุ่ม CH1, CH2 Time/Div ของ OSC ไปที่ตำแหน่ง Cal	1	1	1	3	1.00
91	◆ เลือก Input coupling ไปที่ AC or DC Coupling	1	1	1	3	1.00
	2.2 การสอบเทียบในฟังก์ชัน Vertical Deflection					
92	◆ ต่อสายวัด Coaxial ระหว่าง OSC กับ STD 5500A	1	1	1	3	1.00
93	◆ กดปุ่ม OSC ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Volt	1	1	1	3	1.00
94	◆ Set ปุ่ม AC or DC Coupling ไปที่ AC Coupling	1	1	1	3	1.00
95	◆ ปรับ Volt/Div ของ OSC ที่ค่าต่ำสุดของ Range	1	1	1	3	1.00
96	◆ Set ค่า Volt/Div ของ STD 5500A ตามค่าที่กำหนดใน Test Record No.: IICC.FM.TE05	1	1	1	3	1.00
97	◆ ความสูงของรูปคลื่นสูงหรือต่ำกว่า 80% ให้ปรับปุ่ม EDIT FIELD ที่ 5500A	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

	แบบประเมินรายการความสามารถการฝึกทักษะ	ผลการพิจารณา				
		N1	N1	N1	$\sum R$	IOC
98	◆ บันทึกค่า Vertical Deflection Error ลงใน Test record No.: IICC.FM.TE05	1	1	1	3	1.00
99	◆ ป้อนสัญญาณทุก Step ของ Volt/Div ของ OSC จนครบ	1	1	1	3	1.00
	2.3 การสอบเทียบในฟังก์ชัน Horizontal Deflection					
100	◆ ต่อสายวัด Coaxial เข้ากับ OSC	1	1	1	3	1.00
101	◆ ปลายสายวัด Coaxial อีกด้านต่อเข้ากับ Terminator 50 □ และต่อเข้ากับ OSC	1	1	1	3	1.00
102	◆ กดปุ่ม OSC ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Marker	1	1	1	3	1.00
103	◆ Set ปุ่ม AC or DC Coupling ไปที่ DC Coupling	1	1	1	3	1.00
104	◆ ปรับ Time/Div ของ OSC ที่ค่าต่ำสุดของ Range	1	1	1	3	1.00
105	◆ Set ค่า Time/Div ของ STD 5500A ตามค่าที่กำหนดใน Test Record No.: IICC.FM.TE05	1	1	1	3	1.00
106	◆ หากขอบของยอดคลื่นลูกถัดไป ไม่ตรงกับเส้นสเกลแนวตั้งของจอให้ปรับปุ่ม EDIT FIELD ที่ 5500A	1	1	1	3	1.00
107	◆ บันทึกค่า Horizontal Deflection Error ที่อ่านได้จาก 5500A ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE05	1	1	1	3	1.00
108	◆ ป้อนสัญญาณทุก Step ของ Time/Div ของ Oscilloscope จนครบ	1	1	1	3	1.00
	2.4 การสอบเทียบในฟังก์ชัน Rise Time					
109	◆ ต่อสายวัด Coaxial เข้ากับ OSC	1	1	1	3	1.00
110	◆ ปลายสายวัด Coaxial อีกด้านต่อเข้ากับ Terminator 50 □ และต่อเข้ากับ OSC	1	1	1	3	1.00
111	◆ กดปุ่ม OSC ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Edge	1	1	1	3	1.00
112	◆ Set ปุ่ม AC or DC Coupling ไปที่ DC Coupling	1	1	1	3	1.00
113	◆ Set ค่า Frequency ของ STD 5500A ที่ 1 MHz	1	1	1	3	1.00
114	◆ ปรับ Volt/Div ที่ Oscilloscope ไว้ที่ค่าต่ำสุดให้อ่านรูปคลื่นได้	1	1	1	3	1.00
115	◆ ปรับ Time/Div Oscilloscope ไว้ที่ค่าต่ำสุด จนรูปคลื่นที่อ่านได้ จาก Oscilloscope จะ Over shoot ที่ 0% - 100% ส่วนค่า Rise Time จุดสัญญาณที่ทำการอ่าน คือ 10% - 90%	1	1	1	3	1.00
116	◆ บันทึกค่า Rise Time ที่อ่านได้จาก 5500A ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE05	1	1	1	3	1.00
	2.5 การสอบเทียบในฟังก์ชัน Bandwidth					
117	◆ ต่อสายวัด Coaxial เข้ากับ OSC	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

แบบประเมินรายการความสามารถการฝึกทักษะ		ผลการพิจารณา				
		N1	N1	N1	∑R	IOC
118	◆ ปลายสายวัด Coaxial อีกด้านต่อเข้ากับ Terminator 50 Ω และต่อเข้ากับ OSC	1	1	1	3	1.00
119	◆ กดปุ่ม OSC ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Levsine	1	1	1	3	1.00
120	◆ Set ปุ่ม AC or DC Coupling ไปที่ AC Coupling	1	1	1	3	1.00
121	◆ ปรับ Volt/Div ของ Oscilloscope ไว้ที่ค่าต่ำสุดให้อ่านรูปคลื่นได้	1	1	1	3	1.00
122	◆ Set Standard 5500A ตามความเหมาะสม ความถี่ 50 kHz ให้สัญญาณปรากฏที่ตัว Oscilloscope ให้มี Amplitude สูง 6 ช่อง	1	1	1	3	1.00
123	◆ ปรับความถี่ ของ Standard 5500A เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยปรับปุ่ม Edit Filed และสังเกต	1	1	1	3	1.00
124	◆ สัญญาณให้ลดทอนลงมาที่ 4.2 ช่อง (Half Power Point, -3 dB) อ่านค่าความถี่	1	1	1	3	1.00
125	◆ บันทึกค่า Bandwidth ที่อ่านได้จาก 5500A ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE05	1	1	1	3	1.00
	2.6 การสอบเทียบในฟังก์ชัน การแสดงความสมบูรณ์ของรูปคลื่น					
126	◆ ต่อสายวัด Coaxial เข้ากับ OSC	1	1	1	3	1.00
127	◆ ปลายสายวัด Coaxial อีกด้านต่อเข้ากับ Terminator 50 Ω และต่อเข้ากับ OSC	1	1	1	3	1.00
128	◆ กดปุ่ม OSC ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Levsine	1	1	1	3	1.00
129	◆ Set ปุ่ม AC or DC Coupling ไปที่ AC Coupling	1	1	1	3	1.00
130	◆ Set Oscilloscope 0.5 V/Div และ Set STD 5500 A ที่ 3 Vp-p	1	1	1	3	1.00
131	◆ ป้อนความถี่ Bandwidth ของ Oscilloscope ให้ป้อนเท่ากับ Bandwidth ของ Oscilloscope	1	1	1	3	1.00
132	◆ สังเกตความสมบูรณ์ของรูปคลื่น Sine Wave ว่ามีสัดส่วนสมบูรณ์หรือไม่	1	1	1	3	1.00
133	◆ บันทึกค่าที่อ่านได้ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE05	1	1	1	3	1.00
3.	**การสอบเทียบ Digital Clamp Meter**					
	3.1 สอบเทียบในฟังก์ชัน DC Current					
134	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)	1	1	1	3	1.00
135	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
136	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
137	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

แบบประเมินรายการความสามารถการฝึกทักษะ		ผลการพิจารณา				
		N1	N1	N1	$\sum R$	IOC
138	◆ กรณีที่ UUC มีกระแสน้อยกว่า 11 A ให้ทำการสอบเทียบโดยใช้สาย Low Thermal EMF ต่อกับ STD 5500A	1	1	1	3	1.00
139	◆ นำ UUC มาคล้องเข้ากับ 50 Turn Current Coil ที่ต่ออยู่กับ Standard 5500A	1	1	1	3	1.00
140	◆ วาง Clamp Meter เข้ากับ 50 Turn Coil ให้วางตำแหน่งตรงกลางของตัว Clamp Meter	1	1	1	3	1.00
141	◆ ทำการ Set Zero โดยการกดปุ่ม Zero (กรณี UUC มีปุ่ม Zero)	1	1	1	3	1.00
142	◆ ทำการบันทึกค่า Offset Voltage เพื่อชดเชยค่าที่สอบเทียบ (กรณี UUC ไม่มีปุ่ม Zero)	1	1	1	3	1.00
143	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ DC Current (Open และ 90% of Range)	1	1	1	3	1.00
144	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้	1	1	1	3	1.00
145	◆ ตั้งค่า DC Current ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER	1	1	1	3	1.00
146	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
147	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
148	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
	3.2 สอบเทียบในฟังก์ชัน AC Current					
149	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)	1	1	1	3	1.00
150	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
151	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
152	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC	1	1	1	3	1.00
153	◆ กรณีที่ UUC มีกระแสน้อยกว่า 11 A ให้ทำการสอบเทียบโดยใช้สาย Low Thermal EMF ต่อกับ STD 5500A	1	1	1	3	1.00
154	◆ นำ UUC มาคล้องเข้ากับ 50 Turn Current Coil ที่ต่ออยู่กับ Standard 5500A	1	1	1	3	1.00
155	◆ วาง Clamp Meter เข้ากับ 50 Turn Coil ให้วางตำแหน่งตรงกลางของตัว Clamp Meter	1	1	1	3	1.00
156	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ AC Current (10 และ 90% of Range)	1	1	1	3	1.00
157	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้	1	1	1	3	1.00
158	◆ ตั้งค่า AC Current ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER	1	1	1	3	1.00
159	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

แบบประเมินรายการความสามารถการฝึกทักษะ		ผลการพิจารณา				
		N1	N1	N1	$\sum R$	IOC
160	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
161	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
4.	**การสอบเทียบ Digital Tachometer**					
	4.1 สอบเทียบแบบใช้แสงสะท้อน (Non-Contact)					
162	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
163	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
164	◆ ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ UUC (สาย Coaxial)	1	1	1	3	1.00
165	◆ ตั้งค่า STD FG110 อยู่ใน Frequency Function	1	1	1	3	1.00
166	◆ ต่ออุปกรณ์ที่ใช้สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
167	◆ ตั้งค่า Amplitude ของ Function Generator ตามข้อกำหนดของหลอด (LED)	1	1	1	3	1.00
168	◆ คำนวณความถี่ที่ป้อนให้ STD FG110 โดยนำจำนวนรอบที่สอบเทียบหารด้วย 60 จะเท่ากับความถี่ที่ป้อนให้กับ STD FG110	1	1	1	3	1.00
169	◆ ตั้งค่าความถี่ของ Function Generator ตามที่คำนวณได้	1	1	1	3	1.00
170	◆ นำ Tachometer เล็งให้ตรงกับตำแหน่งหลอด (LED) ตามระยะทางที่ใช้งานจริง	1	1	1	3	1.00
171	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าความถี่ที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
172	◆ ทำการสอบเทียบตามจุดที่ต้องการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
173	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ Test Record No.: IICC.FM.TE04	1	1	1	3	1.00
174	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าความถี่ที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
	4.2 สอบเทียบแบบสัมผัส (Contact)					
175	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
176	◆ ถอดฝาครอบของ Tachometer ออก	1	1	1	3	1.00
177	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON	1	1	1	3	1.00
178	◆ ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ UUC (Oscilloscope Probe)	1	1	1	3	1.00
179	◆ ตั้งค่า STD FG110 อยู่ใน Frequency Function	1	1	1	3	1.00
180	◆ ตั้งค่า Amplitude ของ Function Generator โดยประมาณ 1 Vp-p	1	1	1	3	1.00
181	◆ คำนวณความถี่ที่ป้อนให้ STD FG110 โดยนำจำนวนรอบที่สอบเทียบหารด้วย 6 จะเท่ากับ ความถี่ที่ป้อนให้กับ STD FG110	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

แบบประเมินรายการความสามารถการฝึกทักษะ		ผลการพิจารณา				
		N1	N1	N1	$\sum R$	IOC
182	◆ ตั้งค่าความถี่ของ Function Generator ตามที่คำนวณได้	1	1	1	3	1.00
183	◆ Set Oscilloscope Probe ไว้ที่ x 1	1	1	1	3	1.00
184	◆ ป้อนสัญญาณความถี่เข้าที่ขาอินพุทของ Photo Cell และอีกขาหนึ่งให้ต่อลง Ground	1	1	1	3	1.00
185	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าความถี่ที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
186	◆ ทำการสอบเทียบตามจุดที่ต้องการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
187	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ Test Record No.: IICC.FM.TE04	1	1	1	3	1.00
188	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าความถี่ที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
5.	การสอบเทียบ Digital Thermometer					
	5.1 สอบเทียบฟังก์ชัน TC Measurement					
189	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)	1	1	1	3	1.00
190	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง	1	1	1	3	1.00
191	◆ เตรียมสาย TC ที่ใช้ในการสอบเทียบให้ตรงกับชนิดของ Input ของ Temperature Indicator	1	1	1	3	1.00
192	◆ เตรียม Reference Junction Compensate	1	1	1	3	1.00
193	◆ ต่ออุปกรณ์ที่ใช้สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
194	◆ ให้กำหนดจุดสอบเทียบให้ครอบคลุมช่วงการใช้งาน แต่ละ Input type โดยแบ่งเป็น 5 จุด	1	1	1	3	1.00
195	◆ ทำการจ่ายแรงดันจาก Reference Standard Voltage Source ตามจุดสอบเทียบที่กำหนดโดยเปิดเทียบจากตาราง TC มาตรฐานของแต่ละ Type	1	1	1	3	1.00
196	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าแรงดันที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
197	◆ ทำการสอบเทียบตามจุดที่ต้องการสอบเทียบ	1	1	1	3	1.00
198	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ Test Record No.: IICC.FM.TE04	1	1	1	3	1.00
199	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าแรงดันที่สอบเทียบ	1	1	1	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 ผลการทดสอบภาคทฤษฎี บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

ข้อที่	กลุ่มตัวอย่าง (N=15)														
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
6	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
8	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
9	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
12	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
14	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
16	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
18	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
22	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
23	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
25	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
26	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
34	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
35	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
37	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
38	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มตัวอย่าง (N=15)														
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
39	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
รวม	37	35	33	35	35	33	37	36	37	36	35	37	35	34	33
ค่าความยากง่าย %	92.50	87.50	82.50	87.50	87.50	82.50	92.50	90.00	92.50	90.00	87.50	92.50	87.50	85.00	82.50

ตารางที่ ค.6 ผลการประเมินความสามารถการฝึกทักษะ บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

ข้อที่	กลุ่มตัวอย่าง (N=15)														
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2
2	3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2	1	3	3
4	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3
5	3	3	1	2	2	3	3	3	3	3	2	3	1	2	3
6	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2
8	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
10	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	1	3	3
11	3	1	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
12	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3
13	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
14	3	3	3	2	3	1	3	2	3	2	2	3	3	2	2
15	3	3	3	2	3	1	2	3	3	3	3	3	3	2	2
16	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
19	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
20	3	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2
21	3	3	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3
22	3	3	2	3	2	3	3	2	3	1	2	3	3	3	2
23	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3
24	2	3	1	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	1	3
26	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มตัวอย่าง (N=15)														
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
29	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
30	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	3	3	3	2
31	2	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
32	3	2	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
33	3	3	3	3	2	3	2	3	3	1	3	3	3	2	3
34	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
35	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
36	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	1
37	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
38	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
39	3	3	3	3	3	3	1	3	1	3	2	3	3	3	3
40	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
41	3	3	3	3	3	3	2	3	3	1	2	2	3	2	3
42	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
43	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
44	2	1	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2
45	3	3	3	3	1	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3
46	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	3	3
47	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2
48	2	3	2	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3	3
49	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
50	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2
51	3	3	1	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	3	3
52	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
53	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
54	3	3	1	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3
55	3	3	1	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2
56	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3
57	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
58	3	3	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
59	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	1	3
60	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
61	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2
62	3	2	3	1	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3
63	3	3	3	3	1	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3
64	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
65	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3
66	3	3	1	3	1	3	3	3	2	3	2	2	3	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มตัวอย่าง (N=15)														
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
67	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3
68	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
69	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3
70	3	3	1	3	3	1	3	3	3	2	2	3	3	3	3
71	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	1	3
72	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2
73	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
74	3	3	2	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2
75	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
76	3	3	1	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
77	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3
78	3	3	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
79	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	3
80	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3
81	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	1
82	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
83	2	3	1	3	2	1	3	3	3	2	2	3	3	3	2
84	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
85	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
86	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2
87	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
88	3	3	3	3	2	1	3	2	3	3	3	2	3	2	3
89	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
90	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2
91	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2
92	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
93	3	3	3	3	3	3	3	1	3	1	3	3	3	3	3
94	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
95	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
96	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
97	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
98	3	3	2	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3
99	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	2
100	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
101	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
102	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
103	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2
104	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มตัวอย่าง (N=15)														
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
105	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
106	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	1	3	3	3	1
107	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3
108	2	3	3	1	2	3	3	3	2	3	3	1	2	3	3
109	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
110	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3
111	3	1	3	2	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3
112	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
113	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	1	3
114	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2
115	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	2	3	3	3	3
116	3	3	3	2	3	3	3	3	1	3	2	3	3	3	3
117	3	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3
118	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3
119	3	3	3	2	3	1	2	3	3	3	3	3	2	3	3
120	1	2	3	3	2	3	3	1	2	2	3	3	3	3	3
121	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3
122	2	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
123	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	2
124	3	2	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
125	3	2	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	1	3	2
126	3	2	3	1	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3
127	1	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
128	3	2	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1
129	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	1	3	3
130	3	3	2	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3	3
131	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3
132	3	3	1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	3
133	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3
134	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3
135	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3	1	3	3
136	3	2	1	3	3	1	1	3	3	3	2	3	3	3	3
137	3	3	2	3	1	3	1	3	3	3	2	3	3	3	1
138	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3
139	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
140	3	1	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3
141	3	1	1	3	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3
142	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มตัวอย่าง (N=15)														
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
143	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
144	3	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
145	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
146	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3
147	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	1	3	3	3
148	3	1	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
149	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
150	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
151	3	3	1	3	3	2	3	3	3	2	3	1	3	3	3
152	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
153	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	1	2
154	2	3	3	3	3	3	2	3	2	1	3	3	3	1	3
155	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
156	3	2	3	3	2	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3
157	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
158	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	1	3
159	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
160	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2
161	2	3	3	1	3	3	3	2	3	3	1	2	3	2	3
162	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2
163	3	3	2	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2
164	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3
165	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2
166	3	3	1	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3
167	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3
168	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	3
169	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
170	3	3	3	3	3	2	3	3	1	3	3	2	3	3	3
171	3	2	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2
172	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
173	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
174	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
175	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
176	3	3	1	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3
177	1	2	3	3	3	1	1	3	3	3	3	1	3	3	2
178	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
179	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
180	3	3	1	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มตัวอย่าง (N=15)														
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
181	3	3	1	3	2	3	2	3	3	2	3	1	3	3	2
182	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3
183	3	3	3	2	2	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3
184	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1
185	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
186	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	1	3	3	3	3
187	3	3	1	2	3	3	3	3	1	3	2	3	3	2	1
188	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
189	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3
190	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3
191	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3
192	3	2	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
193	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2
194	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
195	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3
196	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2
197	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2
198	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
199	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
รวม	552	545	488	548	545	536	556	554	560	550	546	559	547	540	534
คิดเป็น %	92.46	91.29	81.74	91.79	91.29	89.78	93.13	92.80	93.80	92.13	91.46	93.63	91.62	90.45	89.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

แบบทดสอบภาคทฤษฎี
แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบภาคทฤษฎี

แบบทดสอบหลังเข้ารับการอบรม บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

ชื่อผู้รับการฝึก..... วันที่.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้อ่านคำถามต่อไปนี้ และทำเครื่องหมาย X ที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในแบบทดสอบ

1. ความหมายของมาตรวิทยาข้อใดถูกต้อง
   - ก. ศาสตร์แห่งการวัดหรือวิชาที่ว่าด้วยเรื่องการวัด
   - ข. การเอาทฤษฎีและทุกมิติของการปฏิบัติมาประยุกต์ใช้
   - ค. การกำหนดมาตรฐานสากลของการวัด
   - ง. การกำหนดหน่วยของการวัดโดยทำให้เป็นจริง
2. ระบบหน่วยวัด SI ย่อมาจากคำว่าอะไร
   - ก. Scientific Legal Metrology Institute
   - ข. The System of Units
   - ค. International System of Units
   - ง. Scientific Legal Metrology Institute
3. ระบบ SI พัฒนามาจากระบบหน่วยวัดใด
   - ก. ระบบเมตริก
   - ข. ระบบอังกฤษ
   - ค. ระบบไทย
   - ง. ระบบอเมริกัน
4. ข้อใดไม่ใช่หน่วยรากฐาน (Base Units) ของระบบ SI
   - ก. ความยาว (Length)
   - ข. ความถี่ (Frequency)
   - ค. กระแสไฟฟ้า (Electric Current)
   - ง. ปริมาณสาร (Amount of Substance)
5. ความเข้มของการส่องสว่าง มีหน่วยในการวัดค่า คือหน่วยใด
   - ก. เคลวิน (K)
   - ข. แอมแปร์ (A)
   - ค. แคนเดลา (cd)
   - ง. โมล (mol)
6. ตามนิยามศัพท์มาตรวิทยา (VIM) ข้อใดหมายถึง “ชุดของการดำเนินการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกโดยเครื่องมือวัด”
   - ก. การสอบเทียบ
   - ข. การสอบกลับได้
   - ค. มาตรฐานการวัด
   - ง. ระบบการวัด
7. ความหมายของการสอบเทียบข้อใดถูกต้อง
   - ก. ชุดของการดำเนินการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกโดยเครื่องมือวัด
   - ข. การตัดสินความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ชี้บอกของเครื่องมือวัดกับค่ามาตรฐาน
   - ค. มาตรฐานที่สามารถสอบกลับได้สู่มาตรฐานแห่งชาติหรือมาตรฐานระหว่างชาติ
   - ง. การตัดสินและทำเอกสารแสดงความบ่ายเบนของค่าชี้บอกของเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. มาตรฐานการวัดมีความสำคัญอย่างไรในระบบการวัด ที่ยอมรับกันระหว่างประเทศ
   ก. สำคัญต่อระบบโรงงานอุตสาหกรรมในระดับความเชื่อมั่น
   ข. สำคัญต่อระบบการติดต่อสื่อสารในความเท่าเทียมกัน
   ค. สำคัญต่อระบบการค้าในระดับความเชื่อมั่นในความเท่าเทียมกัน
   ง. สำคัญต่อระบบธุรกิจนำเข้าและส่งออกสินค้าในระดับความเชื่อมั่น

9. ตามนิยามศัพท์มาตรวิทยา (VIM) ข้อใดหมายถึง "มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้หรือเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีคุณสมบัติทางมาตรวิทยาสูงสุด"
   ก. มาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standard)
   ข. มาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary Standard)
   ค. มาตรฐานการวัดระหว่างชาติ (International Measurement Standards)
   ง. มาตรฐานการวัดแห่งชาติ (National Measurement Standards)

10. ตามนิยามศัพท์มาตรวิทยา (VIM) ข้อใดหมายถึง "มาตรฐานที่มีคุณสมบัติทางมาตรวิทยาสูงสุดมีไว้ ณ จุดใช้งานหรือในหน่วยงาน"
   ก. มาตรฐานการวัดแห่งชาติ (National Measurement Standards)
   ข. มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard)
   ค. มาตรฐานถ่ายทอด (Transfer Standard)
   ง. มาตรฐานขั้นใช้งาน (Working Standard)

11. มาตรฐานใช้งานที่ใช้สำหรับงานประจำ เพื่อให้มั่นใจว่าการวัดที่กระทำเป็นไปอย่างถูกต้อง เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าอะไร
   ก. มาตรฐานอ้างอิง (Reference Standard)
   ข. มาตรฐานถ่ายทอด (Transfer Standard)
   ค. มาตรฐานขั้นใช้งาน (Working Standard)
   ง. มาตรฐานสำหรับตรวจสอบ (Check Standard)

12 ระดับระหว่างชาติหรือระหว่างประเทศนั้นมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standards) ได้มาจากวิธีการใด
   ก. การทดลองและวิจัย
   ข. การทำให้เป็นจริง
   ค. การทดสอบ
   ง. การเก็บข้อมูลจากการใช้งาน

13. หน่วยงานที่เป็นผู้ทำให้หน่วยมาตรฐานการวัดสากลเป็นจริงและเก็บรักษาไว้ซึ่งมาตรฐานมีชื่อว่าอะไร
   ก. CGPM
   ข. CIPM
   ค. BIPM
   ง. NMIM

14. BIPM มีสำนักงานตั้งอยู่ที่ ประเทศใด
   ก. อังกฤษ
   ข. สหรัฐอเมริกา
   ค. เยอรมัน
   ง. ฝรั่งเศส

15. ปัจจุบันห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ด้วยการตรวจประเมินความสามารถทางเทคนิคตามข้อกำหนดของมาตรฐานใด
   ก. ISO Guide 25
   ข. ISO/IEC 17025
   ค. ISO/IEC 17999
   ง. ISO/IEC 27000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์เป็นมัลติมิเตอร์ที่แสดงผลการวัดอย่างไร
    ก. ด้วยตัวเลข
    ข. ด้วยเข็มชี้บ่ายเบน
    ค. ด้วยข้อความ
    ง. ด้วยสัญลักษณ์
17. คุณลักษณะของดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบย่านวัดอัตโนมัติ ข้อใดถูกต้อง
    ก. การหมุนเปลี่ยนย่านวัดเป็นไปอย่างอัตโนมัติ
    ข. ย่านวัดปรับเปลี่ยนชนิดของปริมาณไฟฟ้าเองให้ตรงกับที่วัด
    ค. ย่านวัดปรับเปลี่ยนปริมาณไฟฟ้าที่ตั้งวัดจากต่ำไปหาสูงสุดเอง
    ง. ย่านวัดปรับเปลี่ยนอัตโนมัติเพียงเปิดเครื่อง
18. ข้อดีของดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ข้อใดถูกต้อง
    ก. มีค่าความต้านทานภายในต่ำ
    ข. การตอบสนองของปริมาณไฟฟ้าที่วัดดี
    ค. เกิดความสะดวกและใช้งานง่ายยิ่งขึ้น
    ง. การวัดค่าและการอ่านค่าถูกต้องมากยิ่งขึ้น
19. โดยทั่วไปดิจิตอลมัลติมิเตอร์สามารถวัดปริมาณไฟฟ้า อะไรได้บ้าง
    ก. วัดการต่อวงจรด้วยเสียง วัดแรงดันไฟ วัดกระแสไฟ
    ข. วัดแรงดันไฟ วัดกระแสไฟ วัดค่าความต้านทาน
    ค. วัดความถี่ วัดค่าความจุของตัวเก็บประจุ วัดค่าความเหนี่ยวนำ
    ง. วัดกระแสไฟ วัดค่าความต้านทาน วัดค่าความเหนี่ยวนำ
20. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ นิยมเรียกสั้น ๆ ว่าอะไร
    ก. AMM
    ข. CMM
    ค. VMM
    ง. DMM
21. เครื่องวัดไฟฟ้าตามลักษณะใดที่สามารถแสดงรูปสัญญาณได้
    ก. มัลติมิเตอร์
    ข. ออสซิลโลสโคป
    ค. Tachometer
    ง. Clamp Meter
22. หลอดภาพของออสซิลโลสโคป นิยมเรียกอีกอย่างว่าอะไร
    ก. หลอดสุญญากาศ
    ข. หลอด CRO
    ค. หลอด CRT
    ง. หลอด TFT
23. การบ่ายเบนของลำอิเล็กตรอนภาพในหลอดภาพ อาศัยระบบใด
    ก. การบ่ายเบนทางแม่เหล็ก
    ข. การบ่ายเบนทางอุณหภูมิ
    ค. การบ่ายเบนทางกระแส
    ง. การบ่ายเบนทางไฟฟ้า
24. สารใดที่ฉาบภาพในหลอดภาพ ทำให้เกิดเป็นภาพให้เห็น
    ก. สารเรืองแสง
    ข. สารนำความร้อน
    ค. สารปรอท
    ง. สารซัลเฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. ภาควงจรจุดชนวนหรือวงจรชิงค์ของออสซิลโลสโคป ทำหน้าที่ใด
ก. ควบคุมการขยายสัญญาณทางแนวตั้งให้มีความแรงขึ้น
ข. ควบคุมการขยายสัญญาณรูปฟันเลื่อยให้มีความแรงพอก่อนป้อนเข้าแผ่นเพลตบ่ายเบนทางแนวนอน
ค. ควบคุมให้สัญญาณแนวนอนทำงานพร้อมกับสัญญาณแนวตั้ง
ง. ควบคุมการหน่วงสัญญาณอินพุตทางแนวตั้ง

26. ข้อดีของดิจิตอลแคลป์มิเตอร์ ข้อใดถูกต้อง
ก. วัดกำลังไฟฟ้าได้ง่าย
ข. วัดความต้านทานได้ง่าย
ค. วัดแรงดันไฟฟ้าได้ง่าย
ง. วัดกระแสไฟฟ้าได้ง่าย

27. ดิจิตอลแคลป์มิเตอร์มีหน่วยในการวัดค่า คือหน่วยใด
ก. โวลต์ (Volt)
ข. แอมแปร์ (Ampere)
ค. เคลวิน (Kelvin)
ง. วัตต์ (Watt)

28. แคลป์มิเตอร์ นิยมเรียกชื่อสั้น ๆ ว่าอะไร
ก. คลิปแอมป์ (Clip Amp)
ข. แอมป์มิเตอร์ (Ammeter)
ค. วัตต์มิเตอร์ (Wattmeter)
ง. โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

29. คุณสมบัติที่สำคัญของดิจิตอลแคลป์มิเตอร์ คือข้อใด
ก. มีค่าความต้านทานภายในต่ำ
ข. มีค่าความเหนี่ยวนำภายในต่ำ
ค. มีค่าความต้านทานภายในสูง
ง. มีค่าความเหนี่ยวนำภายในสูง

30. ส่วนของปากคีบหรือก้ามปูสำหรับคล้องสายของดิจิตอลแคลป์มิเตอร์ ทำหน้าที่ใด
ก. ตรวจจับความเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นรอบสายไฟฟ้า
ข. ตรวจจับสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบสายไฟฟ้า
ค. ตรวจจับแรงดันที่เกิดขึ้นภายในสายไฟฟ้า
ง. ตรวจจับประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในสายไฟฟ้า

31. Tachometer เป็นเครื่องมือใช้สำหรับวัดอะไร
ก. วัดกระแสไฟฟ้ารั่วไหล
ข. วัดความเร็วลม
ค. วัดความเร็วแสง
ง. วัดความเร็วรอบมอเตอร์

32. เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) โดยส่วนใหญ่นิยมวัดในหน่วยใด
ก. รอบต่อวินาที (RPS)
ข. เมตรต่อนาที (MPM)
ค. รอบต่อนาที (RPM)
ง. รอบต่อชั่วโมง (RPH)

33. เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) แบบไม่สัมผัส เรียกชื่ออีกว่าอะไร
ก. Photo type
ข. Contact type
ค. PRM type
ง. MPM type

34. Photo Cell ภายในเครื่องวัดความเร็วรอบมีหน้าที่อย่างไร
ก. เปลี่ยนแปลงแสงให้เป็นกำลังไฟฟ้า
ข. เปลี่ยนแปลงแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า
ค. เปลี่ยนแปลงแสงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล
ง. เปลี่ยนแปลงแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35. ข้อดีของเครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) แบบไม่สัมผัสที่มี Modulated carrier ข้อใดถูกต้อง
    ก. ป้องกันสนามไฟฟ้าข้างเคียงได้ดี
    ข. ป้องกันสัญญาณรบกวนข้างเคียงได้ดี
    ค. ป้องกันสนามแม่เหล็กข้างเคียงได้ดี
    ง. ป้องกันสัญญาณไฟฟ้าข้างเคียงได้ดี
36. เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) เป็นเครื่องมือวัด มีการทำงานอย่างไร
    ก. เปลี่ยนอุณหภูมิให้เป็นกระแสไฟฟ้า
    ข. เปลี่ยนอุณหภูมิให้เป็นกำลังไฟฟ้า
    ค. เปลี่ยนอุณหภูมิให้เป็นสัญญาณดิจิตอล
    ง. เปลี่ยนอุณหภูมิให้เป็นความต้านทาน
37. การนำโลหะ 2 เส้น ทำด้วยโลหะต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเส้นลวดทั้งสอง กระแสไฟฟ้าจะมากน้อยเปลี่ยนแปลงไปตามผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสอง เป็นการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ท่านใด
    ก. Thomas Edison
    ข. Albert Einstein
    ค. Jean CA.Peltier
    ง. Thomas Seebeck
38. การทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นที่ปลายด้านเปิด แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้เรียกว่าอะไร
    ก. Peltier Voltage
    ข. Peltier Coefficient
    ค. Seebeck Voltage
    ง. Seebeck Coefficient
39. กฎของแรงเคลื่อนไฟฟ้าความร้อน (Thermoelectric Laws) เป็นการสรุปโดยนักวิทยาศาสตร์ ท่านใด
    ก. Thomas Seebeck
    ข. Jean CA.Peltier
    ค. Thomas Edison
    ง. Albert Einstein
40. ข้อใด ไม่ใช่ กฎของแรงเคลื่อนไฟฟ้าความร้อน (Thermoelectric Laws)
    ก. กฎของวงจรโลหะเนื้อเดียว
    ข. กฎของวงจรอุณหภูมิ
    ค. กฎของโลหะแทรก
    ง. กฎของอุณหภูมิแทรก

เฉลยแบบทดสอบภาคทฤษฎี

1	ก	11	ง	21	ข	31	ง
2	ค	12	ข	22	ค	32	ค
3	ก	13	ค	23	ง	33	ก
4	ข	14	ง	24	ก	34	ง
5	ค	15	ข	25	ค	35	ข
6	ก	16	ก	26	ง	36	ก
7	ข	17	ค	27	ข	37	ง
8	ค	18	ง	28	ก	38	ค
9	ก	19	ข	29	ค	39	ก
10	ข	20	ง	30	ข	40	ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ

บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

ชื่อผู้รับการฝึก..... วันที่.....

คำชี้แจง

1. ใบประเมินความสามารถการฝึกทักษะนี้ ครูฝึกต้องทำการประเมินผลการฝึกทักษะของผู้รับการฝึกตามที่กำหนด โดยอาศัยการสังเกต

2. ครูฝึกสังเกตพฤติกรรมของผู้รับการฝึกตามรายการความสามารถการฝึกทักษะที่อยู่ในใบบันทึกความสามารถการฝึกทักษะ

3. ครูฝึกทำเครื่องหมายบนรายการความสามารถ เพื่อวัดพฤติกรรมของผู้รับการฝึกตามรายการความสามารถการฝึกทักษะ

การประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับความสามารถเพียงช่องเดียว ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถของผู้รับการฝึก โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

ระดับ 3 สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ขอคำแนะนำจากครูฝึก

ระดับ 2 สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง โดยขอคำแนะนำจากครูฝึกเพียงเล็กน้อย

ระดับ 1 สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง โดยคำแนะนำจากครูฝึกอย่างใกล้ชิด

ระดับ 0 ไม่สามารถสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสามารถการฝึกทักษะ
บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
1.	**การสอบเทียบ Digital Multimeter**				
	1.1 สอบเทียบในฟังก์ชัน DC Voltage				
1	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)				
2	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
3	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
4	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC				
5	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC				
6	◆ ช็อตปลายสายวัดด้านที่จะต่อกับ STD				
7	◆ ทำการ Set Zero โดยการกดปุ่ม Zero (กรณี UUC มีปุ่ม Zero)				
8	◆ ทำการบันทึกค่า Offset Voltage เพื่อชดเชยค่าที่สอบเทียบ (กรณี UUC ไม่มีปุ่ม Zero)				
9	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD				
10	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ DC Voltage (-90, 0 และ 90% of Range)				
11	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้				
12	◆ ตั้งค่า DC Voltage ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER				
13	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				
14	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ				
15	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
	1.2 สอบเทียบในฟังก์ชัน AC Voltage				
16	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)				
17	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
18	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
19	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
20	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC				
21	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD				
22	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ AC Voltage (10 และ 90% of Range)				
23	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้				
24	◆ ตั้งค่า AC Voltage ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER				
25	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				
26	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ				
27	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
	1.3 สอบเทียบในฟังก์ชัน DC Current				
28	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)				
29	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
30	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
31	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC				
32	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC				
33	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD				
34	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ DC Current (Open และ 90% of Range)				
35	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้				
36	◆ ตั้งค่า DC Current ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER				
37	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				
38	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ				
39	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
	1.4 สอบเทียบในฟังก์ชัน AC Current				
40	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)				
41	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
42	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
43	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC				
44	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC				
45	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD				
46	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ AC Current (10 และ 90% of Range)				
47	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้				
48	◆ ตั้งค่า AC Current ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER				
49	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				
50	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ				
51	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
	1.5 สอบเทียบในฟังก์ชัน Resistance (กรณี ใช้ 5500A)				
52	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)				
53	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
54	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
55	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC				
56	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC				
57	◆ ช็อตปลายสายวัดด้านที่จะต่อกับ STD				
58	◆ ทำการ Set Zero โดยการกดปุ่ม **Zero** (กรณี UUC มีปุ่ม **Zero**)				
59	◆ ทำการบันทึกค่า Offset Voltage เพื่อชดเชยค่าที่สอบเทียบ (กรณี UUC ไม่มี ปุ่ม **Zero**)				
60	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD				
61	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ Resistance (Short และ 90% of Range)				
62	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้				
63	◆ ตั้งค่า Resistance ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER				
64	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
65	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ				
66	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
	1.6 สอบเทียบในฟังก์ชัน Resistance (กรณี ใช้ 2793-01, 2786-20)				
67	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)				
68	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
69	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
70	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC				
71	◆ ต่อสายวัดที่ใช้สอบเทียบเข้ากับ UUC				
72	◆ ช็อตปลายสายวัดด้านที่จะต่อกับ STD				
73	◆ ทำการ Set Zero โดยการกดปุ่ม Zero (กรณี UUC มีปุ่ม Zero)				
74	◆ ทำการบันทึกค่า Offset Voltage เพื่อชดเชยค่าที่สอบเทียบ (กรณี UUC ไม่มีปุ่ม Zero)				
75	◆ ต่อสายวัดเข้ากับ STD				
76	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ Resistance (Short และ 90% of Range)				
77	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้				
78	◆ หมุน Dial ของ Decade Resistance Box ตามค่า Resistance ที่ต้องการสอบเทียบ				
79	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
2.	**การสอบเทียบ Oscilloscope**				
	2.1 การเตรียมอุปกรณ์และ UUC ก่อนสอบเทียบ				
80	◆ ตรวจสอบ OSC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)				
81	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ OSC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี OSC ใช้แบตเตอรี่)				
82	◆ ตรวจสอบสายวัด Probe ที่มากับ OSC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
83	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
84	◆ เตรียม สายวัด Coaxial และ Terminal 50 □				
85	◆ ปรับ DC Offset Alignment (V/cm) ให้เส้นอยู่ตำแหน่งกลางจอภาพ				
86	◆ ปรับปุ่ม **Trace Rotation** ให้เส้น (Trace) อยู่ในแนวระนาบขนานกับเส้นแกน X				
87	◆ ปรับปุ่ม **Focus** ให้เส้นเล็กที่สุด				
88	◆ ปรับปุ่ม **Intens** ให้แสงสว่างพอเหมาะสมสำหรับอ่านค่า				
89	◆ ตรวจเช็คสายวัด Probe X1, X10				
90	◆ ปรับปุ่ม **CH1, CH2 Time/Div** ของ OSC ไปที่ตำแหน่ง Cal				
91	◆ เลือก Input Coupling ไปที่ AC or DC Coupling				
	รวมคะแนน				
	2.2 การสอบเทียบในฟังก์ชัน Vertical Deflection				
92	◆ ต่อสายวัด Coaxial ระหว่าง OSC กับ STD 5500A				
93	◆ กดปุ่ม **OSC** ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Volt				
94	◆ Set ปุ่ม **AC or DC Coupling** ไปที่ AC Coupling				
95	◆ ปรับ Volt/Div ของ OSC ที่ค่าต่ำสุดของ Range				
96	◆ Set ค่า Volt/Div ของ STD 5500A ตามค่าที่กำหนดใน Test Record No.: IICC.FM.TE05				
97	◆ ความสูงของรูปคลื่นสูงหรือต่ำกว่า 80% ให้ปรับปุ่ม **EDIT FIELD** ที่ 5500A				
98	◆ บันทึกค่า Vertical Deflection Error ลงใน Test record No.: IICC.FM.TE05				
99	◆ ป้อนสัญญาณทุก Step ของ Volt/Div ของ OSC จนครบ				
	รวมคะแนน				
	2.3 การสอบเทียบในฟังก์ชัน Horizontal Deflection				
100	◆ ต่อสายวัด Coaxial เข้ากับ OSC				
101	◆ ปลายสายวัด Coaxial อีกด้านต่อเข้ากับ Terminator 50 □ และต่อเข้ากับ OSC				
102	◆ กดปุ่ม **OSC** ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Marker				
103	◆ Set ปุ่ม **AC or DC Coupling** ไปที่ DC Coupling				
104	◆ ปรับ Time/Div ของ OSC ที่ค่าต่ำสุดของ Range				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
105	◆ Set ค่า Time/Div ของ STD 5500A ตามค่าที่กำหนดใน Test Record No.: IICC.FM.TE05				
106	◆ หากขอบของยอดคลื่นลูกถัดไป ไม่ตรงกับเส้นสเกลแนวตั้งของจอให้ปรับปุ่ม EDIT FIELD ที่ 5500A				
107	◆ บันทึกค่า Horizontal Deflection Error ที่อ่านได้จาก 5500A ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE05				
108	◆ ป้อนสัญญาณทุก Step ของ Time/Div ของ Oscilloscope จนครบ				
	รวมคะแนน				
	2.4 การสอบเทียบในฟังก์ชัน Rise Time				
109	◆ ต่อสายวัด Coaxial เข้ากับ OSC				
110	◆ ปลายสายวัด Coaxial อีกด้านต่อเข้ากับ Terminator 50 Ω และต่อเข้ากับ OSC				
111	◆ กดปุ่ม OSC ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Edge				
112	◆ Set ปุ่ม AC or DC Coupling ไปที่ DC Coupling				
113	◆ Set ค่า Frequency ของ STD 5500A ที่ 1 MHz				
114	◆ ปรับ Volt/Div ที่ Oscilloscope ไว้ที่ค่าต่ำสุดให้อ่านรูปคลื่นได้				
115	◆ ปรับ Time/Div Oscilloscope ไว้ที่ค่าต่ำสุด จนรูปคลื่นที่อ่านได้ จาก Oscilloscope จะ Over shoot ที่ 0% - 100% ส่วนค่า Rise Time จุดสัญญาณที่ทำการอ่าน คือ 10% - 90%				
116	◆ บันทึกค่า Rise Time ที่อ่านได้จาก 5500A ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE05				
	รวมคะแนน				
	2.5 การสอบเทียบในฟังก์ชัน Bandwidth				
117	◆ ต่อสายวัด Coaxial เข้ากับ OSC				
118	◆ ปลายสายวัด Coaxial อีกด้านต่อเข้ากับ Terminator 50 Ω และต่อเข้ากับ OSC				
119	◆ กดปุ่ม OSC ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Leversine				
120	◆ Set ปุ่ม AC or DC Coupling ไปที่ AC Coupling				
121	◆ ปรับ Volt/Div ของ Oscilloscope ไว้ที่ค่าต่ำสุดให้อ่านรูปคลื่นได้				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
122	◆ Set Standard 5500A ตามความเหมาะสม ความถี่ 50 kHz ให้สัญญาณปรากฏที่ตัว Oscilloscope ให้มี Amplitude สูง 6 ช่อง				
123	◆ ปรับความถี่ ของ Standard 5500A เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยปรับปุ่ม **Edit Filed** และสังเกต				
124	◆ สัญญาณให้ลดทอนลงมาที่ 4.2 ช่อง (Half Power Point, -3 dB) อ่านค่าความถี่				
125	◆ บันทึกค่า Bandwidth ที่อ่านได้จาก 5500A ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE05				
	รวมคะแนน				
	2.6 การสอบเทียบในฟังก์ชัน การแสดงความสมบูรณ์ของรูปคลื่น				
126	◆ ต่อสายวัด Coaxial เข้ากับ OSC				
127	◆ ปลายสายวัด Coaxial อีกด้านต่อเข้ากับ Terminator 50 □ และต่อเข้ากับ OSC				
128	◆ กดปุ่ม OSC ที่ STD 5500A ไปที่ Mode Leversine				
129	◆ Set ปุ่ม **AC or DC Coupling** ไปที่ AC Coupling				
130	◆ Set Oscilloscope 0.5 V/Div และ Set STD 5500 A ที่ 3 Vp-p				
131	◆ ป้อนความถี่ Bandwidth ของ Oscilloscope ให้ป้อนเท่ากับ Bandwidth ของ Oscilloscope				
132	◆ สังเกตความสมบูรณ์ของรูปคลื่น Sine Wave ว่ามีสัดส่วนสมบูรณ์หรือไม่				
133	◆ บันทึกค่าที่อ่านได้ลงใน Test Record No.: IICC.FM.TE05				
	รวมคะแนน				
3.	**การสอบเทียบ Digital Clamp Meter**				
	3.1 สอบเทียบในฟังก์ชัน DC Current				
134	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)				
135	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
136	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
137	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
138	◆ กรณีที่ UUC มีกระแสน้อยกว่า 11 A ให้ทำการสอบเทียบโดยใช้สาย Low Thermal EMF ต่อกับ STD 5500A				
139	◆ นำ UUC มาคล้องเข้ากับ 50 Turn Current Coil ที่ต่ออยู่กับ Standard 5500A				
140	◆ วาง Clamp Meter เข้ากับ 50 Turn Coil ให้วางตำแหน่งตรงกลาง ของตัว Clamp Meter				
141	◆ ทำการ Set Zero โดยการกดปุ่ม **Zero** (กรณี UUC มีปุ่ม Zero)				
142	◆ ทำการบันทึกค่า Offset Voltage เพื่อชดเชยค่าที่สอบเทียบ (กรณี UUC ไม่มีปุ่ม **Zero**)				
143	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ DC Current (Open และ 90% of Range)				
144	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้				
145	◆ ตั้งค่า DC Current ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม **ENTER**				
146	◆ กดปุ่ม **OPR** เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				
147	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ				
148	◆ กดปุ่ม **STBY** เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
	3.2 สอบเทียบในฟังก์ชัน AC Current				
149	◆ ตรวจสอบ UUC ใช้ไฟฟ้าระบบใด (กรณี UUC ใช้ไฟฟ้า)				
150	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
151	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
152	◆ เลือกสายวัดสำหรับสอบเทียบให้เหมาะสมกับ UUC				
153	◆ กรณีที่ UUC มีกระแสน้อยกว่า 11 A ให้ทำการสอบเทียบโดยใช้สาย Low Thermal EMF ต่อกับ STD 5500A				
154	◆ นำ UUC มาคล้องเข้ากับ 50 Turn Current Coil ที่ต่ออยู่กับ Standard 5500A				
155	◆ วาง Clamp Meter เข้ากับ 50 Turn Coil ให้วางตำแหน่งตรงกลาง ของตัว Clamp Meter				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
156	◆ กำหนดจุดสอบเทียบมาตรฐานของ AC Current (10 และ 90% of Range)				
157	◆ สอบเทียบตามจุดสอบเทียบมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้				
158	◆ ตั้งค่า AC Current ที่ต้องการสอบเทียบ ที่ STD และกดปุ่ม ENTER				
159	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				
160	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ				
161	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
4.	การสอบเทียบ Digital Tachometer				
	4.1 สอบเทียบแบบใช้แสงสะท้อน (Non-Contact)				
162	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
163	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
164	◆ ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ UUC (สาย Coaxial)				
165	◆ ตั้งค่า STD FG110 อยู่ใน Frequency Function				
166	◆ ต่ออุปกรณ์ที่ใช้สอบเทียบ				
167	◆ ตั้งค่า Amplitude ของ Function Generator ตามข้อกำหนดของหลอด (LED)				
168	◆ คำนวณความถี่ที่ป้อนให้ STD FG110 โดยนำจำนวนรอบที่สอบเทียบหารด้วย 60 จะเท่ากับความถี่ที่ป้อนให้กับ STD FG110				
169	◆ ตั้งค่าความถี่ของ Function Generator ตามที่คำนวณได้				
170	◆ นำ Tachometer เล็งให้ตรงกับตำแหน่งหลอด (LED) ตามระยะทางที่ใช้งานจริง				
171	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าความถี่ที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				
172	◆ ทำการสอบเทียบตามจุดที่ต้องการสอบเทียบ				
173	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ Test Record No.: IICC.FM.TE04				
174	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าความถี่ที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
	4.2 สอบเทียบแบบสัมผัส (Contact)				
175	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
176	◆ ถอดฝาครอบของ Tachometer ออก				
177	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON				
178	◆ ต่อสายที่จะใช้ในการสอบเทียบ UUC (Oscilloscope Probe)				
179	◆ ตั้งค่า STD FG110 อยู่ใน Frequency Function				
180	◆ ตั้งค่า Amplitude ของ Function Generator โดยประมาณ 1 Vp-p				
181	◆ คำนวณความถี่ที่ป้อนให้ STD FG110 โดยนำจำนวนรอบที่สอบเทียบหารด้วย 6 จะเท่ากับ ความถี่ที่ป้อนให้กับ STD FG110				
182	◆ ตั้งค่าความถี่ของ Function Generator ตามที่คำนวณได้				
183	◆ Set Oscilloscope Probe ไว้ที่ x 1				
184	◆ ป้อนสัญญาณความถี่เข้าที่ขาอินพุทของ Photo Cell และอีกขาหนึ่งให้ต่อลง Ground				
185	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าความถี่ที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				
186	◆ ทำการสอบเทียบตามจุดที่ต้องการสอบเทียบ				
187	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ Test Record No.: IICC.FM.TE04				
188	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าความถี่ที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
5.	**การสอบเทียบ Digital Thermometer**				
	5.1 สอบเทียบฟังก์ชัน TC Measurement				
189	◆ ตรวจสอบแบตเตอรี่ของ UUC อยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ (กรณี UUC ใช้แบตเตอรี่)				
190	◆ เปิดเครื่อง สวิทช์ Power ON เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่อง				
191	◆ เตรียมสาย TC ที่ใช้ในการสอบเทียบให้ตรงกับชนิดของ Input ของ Temperature Indicator				
192	◆ เตรียม Reference Junction Compensate				
193	◆ ต่ออุปกรณ์ที่ใช้สอบเทียบ				
194	◆ ให้กำหนดจุดสอบเทียบให้ครอบคลุมช่วงการใช้งาน แต่ละ Input type โดยแบ่งเป็น 5 จุด				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

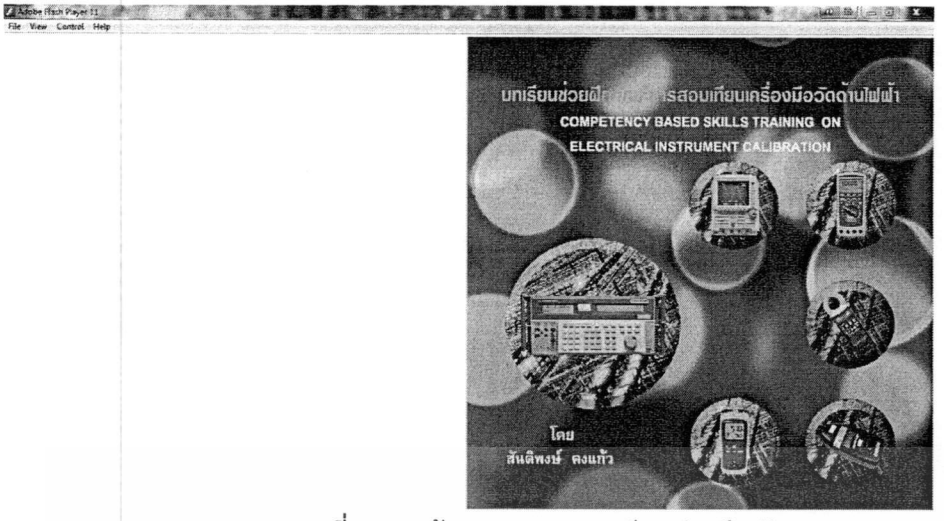
ลำดับ	รายการความสามารถ	ระดับความสามารถ			
		3	2	1	0
195	◆ ทำการจ่ายแรงดันจาก Reference Standard Voltage Source ตามจุดสอบเทียบที่กำหนดโดยเปิดเทียบจากตาราง TC มาตรฐานของแต่ละ Type				
196	◆ กดปุ่ม OPR เพื่อจ่ายค่าแรงดันที่ตั้งไว้สำหรับสอบเทียบ				
197	◆ ทำการสอบเทียบตามจุดที่ต้องการสอบเทียบ				
198	◆ บันทึกค่าที่ UUC วัดได้ลงในใบบันทึกผลการสอบเทียบ Test Record No.: IICC.FM.TE04				
199	◆ กดปุ่ม STBY เพื่อหยุดจ่ายค่าแรงดันที่สอบเทียบ				
	รวมคะแนน				
	รวมคะแนนทั้งหมด				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

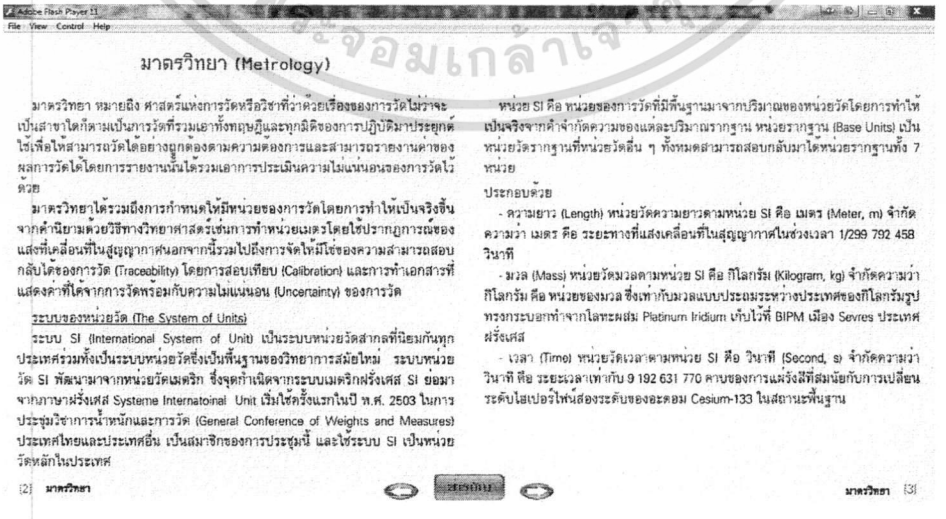
ตัวอย่างบทเรียนช่วยฝึกทักษะ การสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



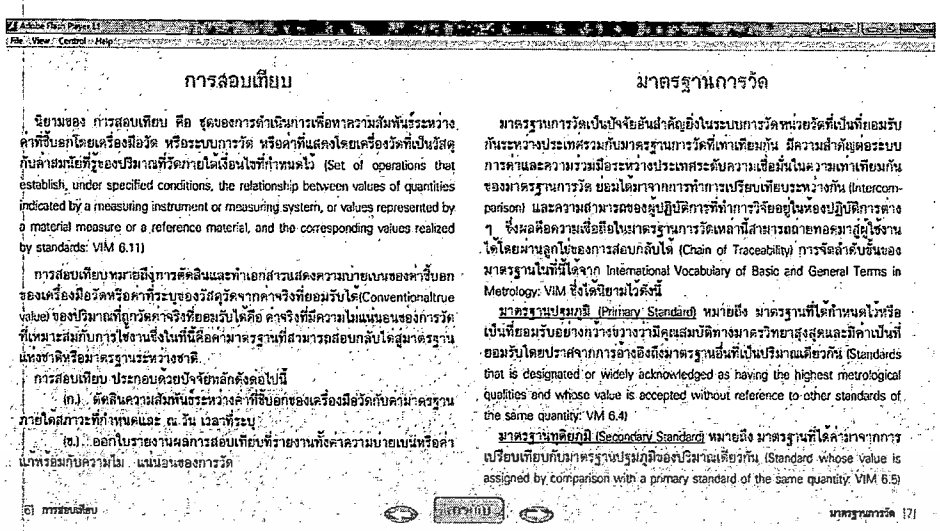
รูปที่ จ.1 หน้า Title ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

รูปที่ จ.2 หน้าสารบัญและวัตถุประสงค์ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

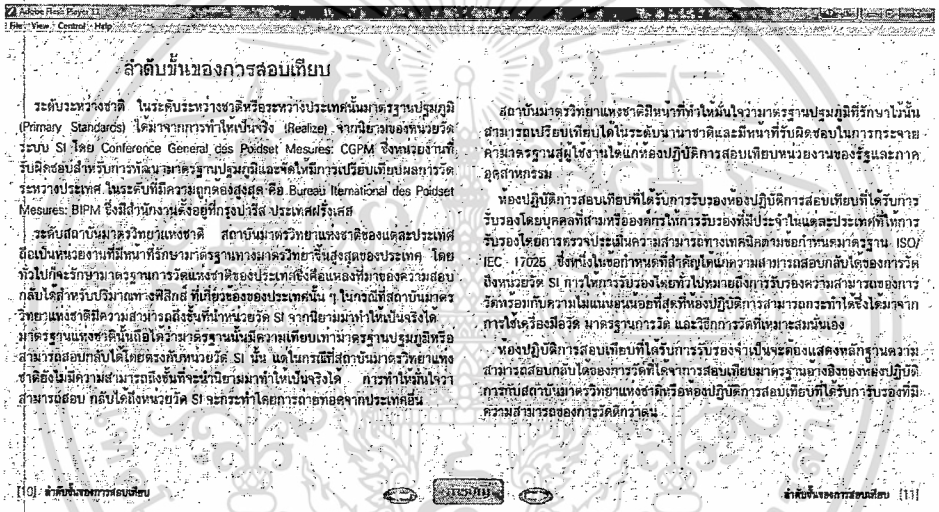


รูปที่ จ.3 หน้าเนื้อหาเรื่องมาตราวิทยาของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

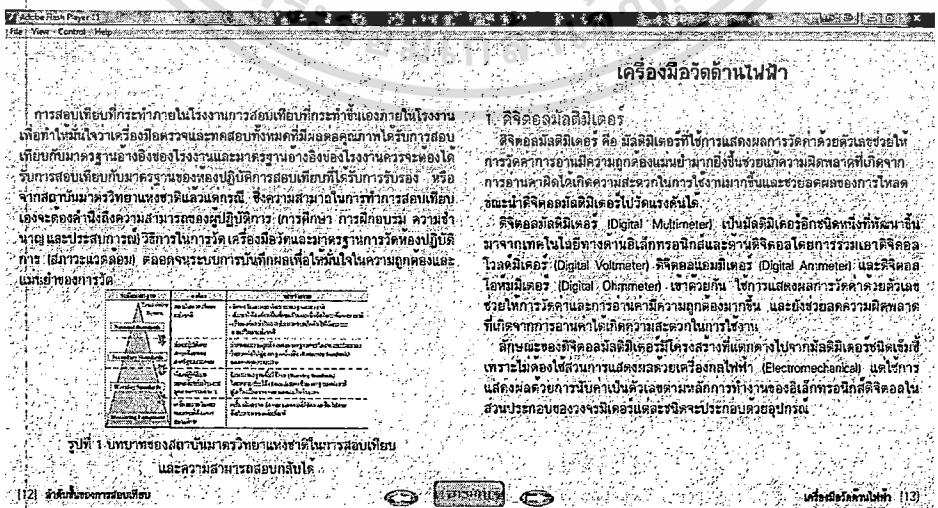
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.4 หน้าเนื้อหาเรื่องการสอบเทียบและมาตรฐานการวัดของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

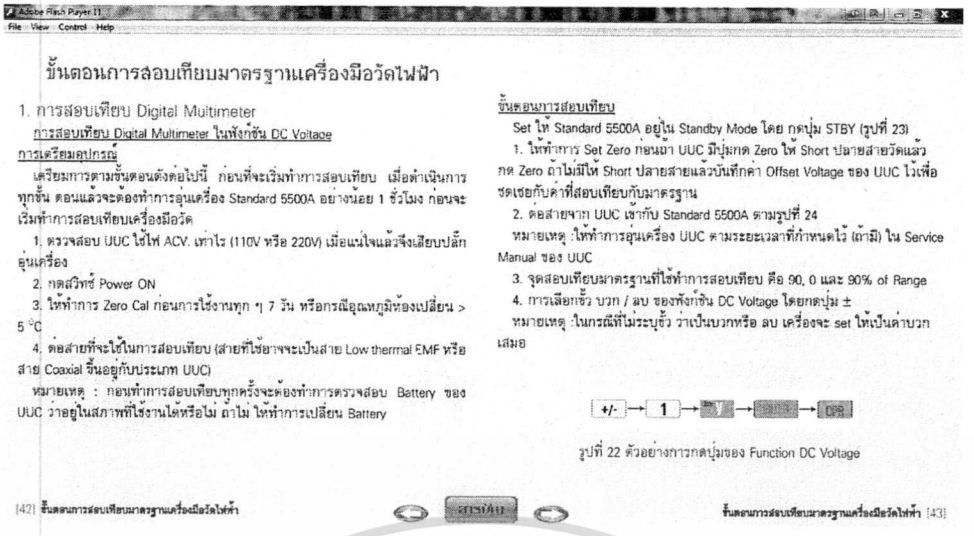


รูปที่ จ.5 หน้าเนื้อหาเรื่องลำดับขั้นการสอบเทียบของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ



รูปที่ จ.6 หน้าเนื้อหาเรื่องเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.7 หน้าเนื้อหาเรื่องขั้นตอนการสอบเทียบมาตรฐาน
เครื่องมือวัดด้านไฟฟ้าของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

รูปที่ จ.8 หน้าเนื้อหาตัวอย่างการสอบเทียบ Digital Multimeter
ในฟังก์ชัน AC Voltage ของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

คู่มือการใช้
บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

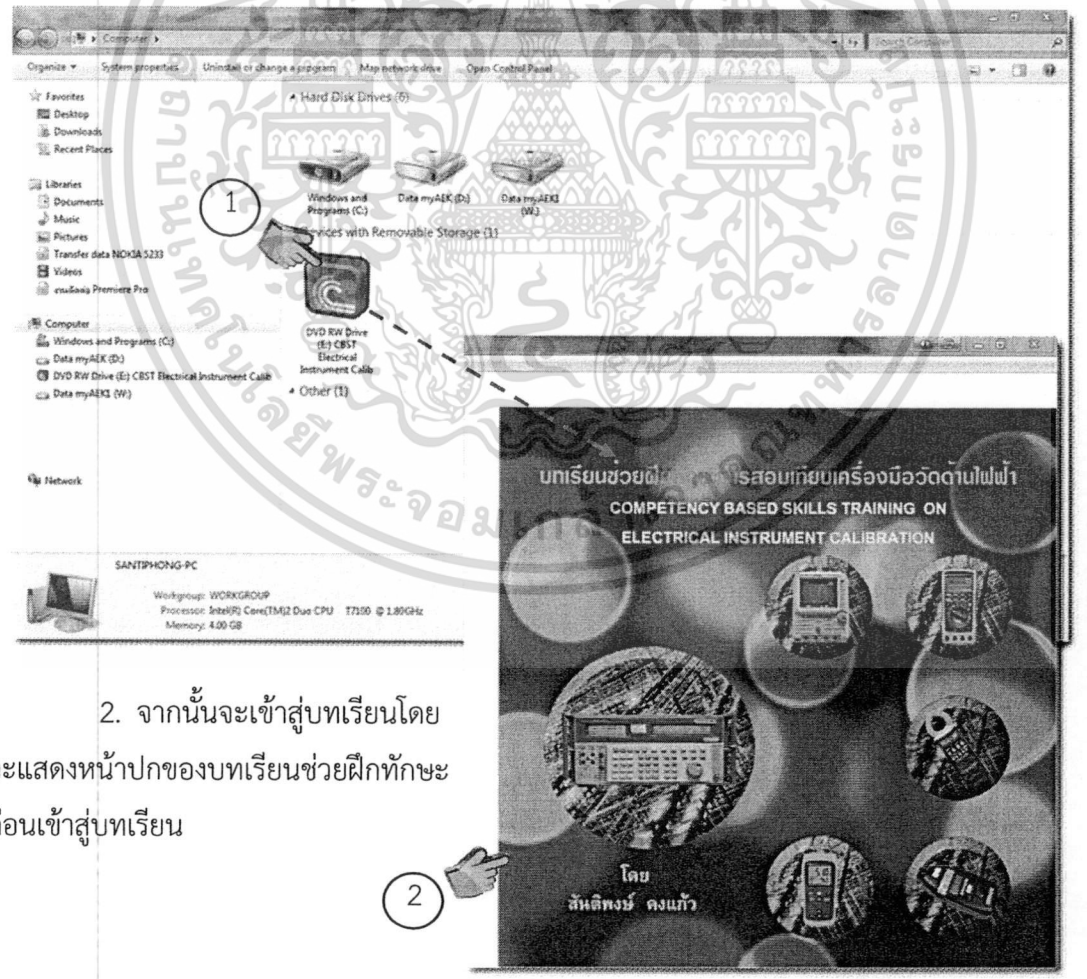
คู่มือการใช้
บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า

บทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้านี้ ผู้วิจัยได้สร้างโดยใช้โปรแกรม Flash จะประกอบด้วยเนื้อหาบทเรียนช่วยฝึกทักษะ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เพื่อช่วยเพิ่มความเข้าใจและความสนใจในการเรียนของผู้เข้ารับการฝึก ซึ่งใช้เรียนรวมกับคอมพิวเตอร์

การเรียกใช้โปรแกรม

โปรแกรมบทเรียนช่วยฝึกทักษะการสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า ทำเป็นโปรแกรมที่บรรจุอยู่ในแผนดีวีดี แบบ Auto run เมื่อใส่แผ่นดีวีดีลงในเครื่องอ่านแผ่นดีวีดี โปรแกรมบทเรียนช่วยฝึกทักษะจะถูกเรียกขึ้นมาโดยอัตโนมัติ มีขั้นตอนดังนี้

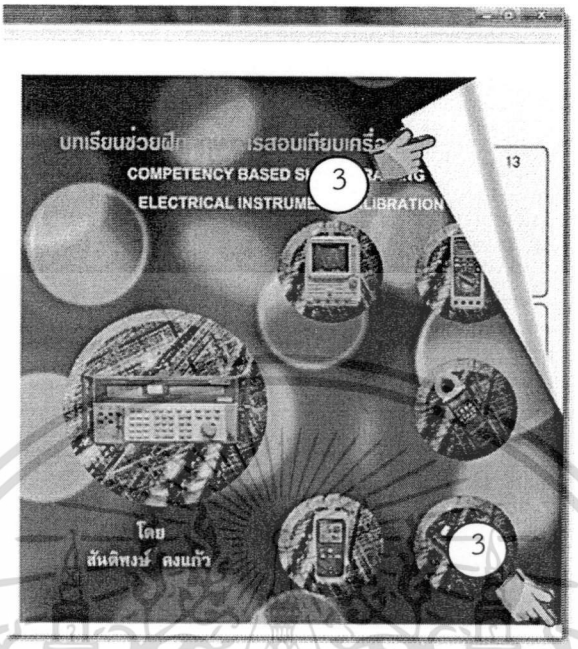
1. ให้ทำการดับเบิลคลิกที่ ไอคอน CBST Electrical Instrument Calib บทเรียนช่วยฝึกทักษะจะถูกเรียกขึ้นมาโดยอัตโนมัติ



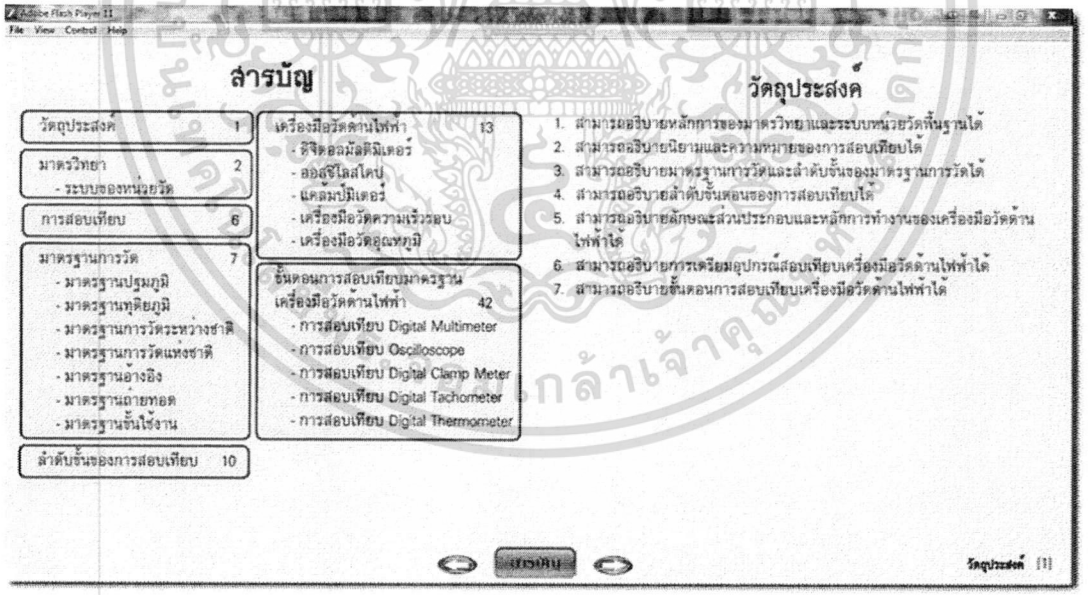
2. จากนั้นจะเข้าสู่บทเรียนโดยจะแสดงหน้าปกของบทเรียนช่วยฝึกทักษะก่อนเข้าสู่บทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คลิกที่มุมของบทเรียนสามารถคลิกได้ทั้งมุมบนและมุมล่างของบทเรียน เพื่อเปิดหน้าถัดไปของบทเรียน



4. จากนั้นบทเรียนจะเปิดหน้าถัดไปของบทเรียนช่วยฝึกทักษะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานบทเรียน

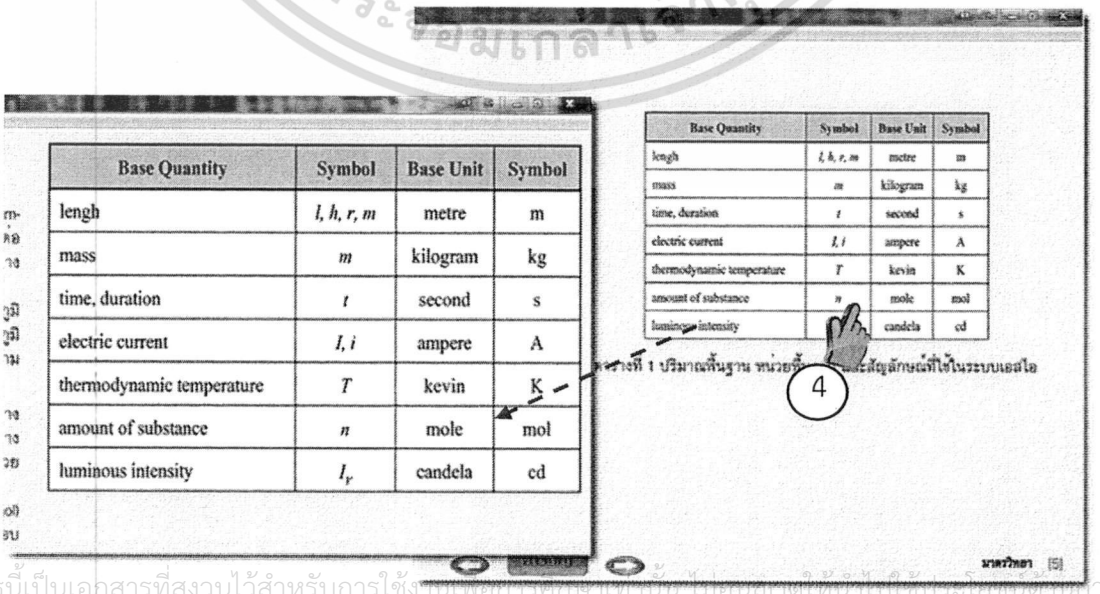
ในส่วนการนำเสนอเนื้อหา ประกอบด้วยส่วนที่แสดงเนื้อหา รูปภาพและภาพเคลื่อนไหว โดยการเข้าถึงเนื้อหาจะสามารถเข้าได้การคลิกเปิดที่ละหน้าหรือเข้าถึงเนื้อหาเฉพาะส่วน

<u>ส่วนของเนื้อหา</u>

1. คลิกที่มุมของบทเรียนสามารถคลิกได้ทั้งมุมบนและมุมล่างของบทเรียน เพื่อเปิดหน้าถัดไปของบทเรียน
2. คลิกที่ตามหัวข้อของสารบัญ เพื่อเปิดเข้าสู่เนื้อหาเฉพาะส่วน
3. คลิกที่สารบัญ จะสามารถกลับมาหยังหน้าสารบัญ

<u>ส่วนของรูปภาพ</u>

4. ใช้เม้าส์ชี้ที่ตำแหน่งรูป รูปจะขยายใหญ่ขึ้น ทำให้เห็นรายละเอียดของภาพได้ดียิ่งขึ้น



Base Quantity	Symbol	Base Unit	Symbol
lengh	*l, h, r, m*	metre	m
mass	*m*	kilogram	kg
time, duration	*t*	second	s
electric current	*I, i*	ampere	A
thermodynamic temperature	*T*	kevin	K
amount of substance	*n*	mole	mol
luminous intensity	I_v	candela	cd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ส่วนของภาพเคลื่อนไหว</u>

5. ใช้เม้าส์ชี้ที่ตำแหน่งกรอบของภาพเคลื่อนด้านไหวด้านล่าง จะมีแถบเครื่องมือสำหรับเล่นไฟล์ภาพเคลื่อนไหวแสดงขึ้นมา

รูปที่ 25 แสดง Display ของ 5500A ในฟังก์ชัน DC Voltage

ตัวอย่างการสอบเทียบ Digital Multimeter ในฟังก์ชัน DC Voltage

(1) Play : ใช้สำหรับเล่นไฟล์ภาพเคลื่อนไหว

(2) Stop : ใช้สำหรับหยุดเล่นไฟล์ภาพเคลื่อนไหว

(3) Rewind : ใช้สำหรับเล่นไฟล์ภาพเคลื่อนไหวแบบยอนกลบ

(4) Next : ใช้สำหรับข้ามไฟล์ภาพเคลื่อนไหวของหัวข้อถัดไป

(5) Seek : ใช้สำหรับเลื่อน ช่วงของภาพเคลื่อนไหว ไปยังช่วงที่ต้องการ

(6) Mute : ใช้สำหรับปิดเสียงบรรยายของภาพเคลื่อนไหว

(7) Volume : ใช้สำหรับปรับระดับความดังของเสียงบรรยาย

(8) Full screen : ใช้สำหรับปรับแสดงภาพเคลื่อนไหวแบบเต็มจอภาพ

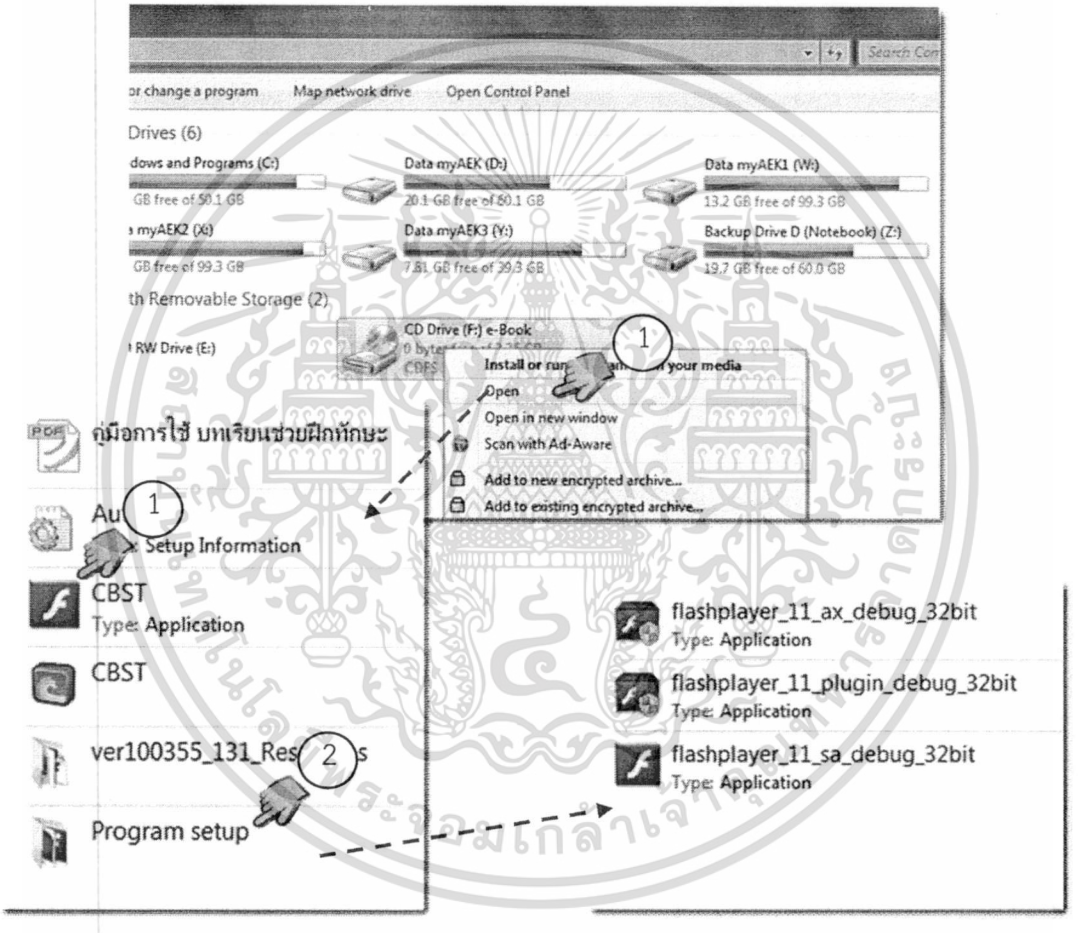
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่พบ

1. เปิดโปรแกรมบทเรียนช่วยฝึกทักษะ ไม่ได้

ปัญหา เกิดจากระบบคอมพิวเตอร์มีการตั้งค่าไม่ให้เปิดโปรแกรมโดยอัตโนมัติ เนื่องความปลอดภัยของระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้ โปรแกรมที่บรรจุอยู่ในแผ่นดีวีดี เป็นแบบ Auto run ไม่ทำงาน

แนวทางแก้ไข ให้เข้าไปที่ Drive DVD-Rom ที่ใส่แผ่นดีวีดีโปรแกรมไว้ และคลิกขวาที่ Drive CD-Rom เลือกคำสั่ง Open แล้วดับเบิลคลิกที่ไฟล์ชื่อ CBST.exe ก็จะทำให้โปรแกรมบทเรียนถูกเรียกขึ้นมา



2. เปิดโปรแกรมบทเรียนช่วยฝึกทักษะได้แต่โปรแกรมไม่ทำงาน

ปัญหา เกิดจากคอมพิวเตอร์ไม่มีการติดตั้งโปรแกรม Flash ทำให้ไม่สามารถเล่นไฟล์ Flash ได้

แนวทางแก้ไข ให้ทำการติดตั้งโปรแกรม Flash ก่อน โดยเข้าไปที่โฟลเดอร์ Program setup แล้วทำการลงโปรแกรมทั้ง 3 ตัว คือ flashplayer_11_ax_debug_32bit, lashplayer_11_plugin_debug_32bit, flashplayer_11_sa_debug_32bit จึงจะทำให้เปิดโปรแกรมบทเรียนช่วยฝึกทักษะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายสันติพงษ์ คงแก้ว
วัน เดือน ปี เกิด	16 พฤษภาคม 2526
สถานที่เกิด	จังหวัด นครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 7 ซอยพัฒนาการ 17 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
สถานที่ทำงาน	สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 534/4 ซอยพัฒนาการ 18 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
ตำแหน่ง	พนักงานสอบเทียบเครื่องมือวัด แผนกสอบเทียบเครื่องมือวัดด้านไฟฟ้า
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2546 : สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างเทคนิคระบบโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคตรัง ปีการศึกษา 2548 : สำเร็จการศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2554 : สำเร็จการศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้