สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

DEVELOPMENT OF PERFORMANCE TEST ON ELECTRICAL AND ELECTRONICS INSTRUMENT COURSE OF ELECTRONICS FIELD AT VOCATIONAL CERTIFICATE LEVEL

T120493

ศตวัฒน์ มงคลดิษฐ์

SATAWAT MONGKOLDIT

วพ
ศ1197
2554
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 120493
วัน, เดือน, ปี -2 ธ.ค. 2555
ห้า id
b. 12483491
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2554

KMITL-2001-ED-M-231-202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF PERFORMANCE TEST ON ELECTRICAL AND ELECTRONICS INSTRUMENT COURSE OF ELECTRONICS FIELD AT VOCATIONAL CERTIFICATE LEVEL

SATAWAT MONGKOLDIT

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

2011

KMITL-2001-ED-M-231-202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2011

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชื่อนักศึกษา	นายศตวัฒน์ มงคลดิษฐ์
รหัสนักศึกษา	49063556
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2554
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คืออาจารย์ที่มีประสบการณ์สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 15 ท่าน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดภาคปฏิบัติ จำนวน 7 ฉบับ แบบวัดภาคปฏิบัติแต่ละฉบับประกอบด้วย ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) แบบสังเกตพฤติกรรมทั่วไป และเกณฑ์การให้คะแนน

ผลการวิจัยพบว่าแบบวัดภาคปฏิบัติจำนวน 7 ฉบับ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of Performance Test on Electrical and Electronics Instrument Course of Electronics Field at Vocational Certificate Level
Student	Mr.Satawat Mongkoldit
Student ID.	49063556
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2011
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr.Threraphon Thephasadin Na Ayuthya
Thesis Co-Advisor	Dr.Somchai Maunsaiyat

ABSTRACT

The objective of this research was to develop and find out the quality of performance test on electrical and electronics instrument course of electronics field at vocational certificate level. The sample group utilized in this research consisted of 15 instructors with fewer than 5 years teaching experience in the electrical and electronics measuring instrument course at the vocational certificate level or instructors with at least master's degree level selected by purposive sampling. The data was analyzed by using mean ($\overline{X}$) and standard deviation (S.D.).

The tools used for data collection were seven forms of performance tests, one of which consisted of a performance test, an observation record of general behavior, and the criteria for grading.

The research results were found that the quality of all the seven methods of performance test were at the good level ($\overline{X} = 4.43$, S.D. = 0.62)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะความกรุณาจากที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ ที่กรุณาได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขปัญหา ตลอดจนให้กำลังใจและความช่วยเหลือเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่ง จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์ รองศาสตราจารย์ วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ รองศาสตราจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ และอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำข้อคิดเห็นและชี้แนวทางอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อุทัย สุขสิงห์ ดร.ประดิษฐ์ พาชื่น ดร.เรืองอุไร อมรไชย นายจิระ ดอกไม้ นายบัญญัติ สมสุพรรณ ซึ่งให้เกียรติเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ในการให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด และครูผู้มีประสบการณ์ในการสอนทางด้านวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน จนสามารถนำเครื่องมือที่ได้ไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้เป็นผลสำเร็จ และขอขอบพระคุณ คณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาทุกท่าน

ขอขอบคุณ นางจูเนียร์ วรจันทร์ เด็กชายวรวงศ์ มงคลดิษฐ์ เด็กชายวรมงคล มงคลดิษฐ์ และครอบครัวทุกคนที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือเป็นอย่างดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา-มารดาซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง

ศตวัฒน์ มงคลดิษฐ์

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 สมมติฐานของการวิจัย 2

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 หลักสูตรวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 5

2.2 เนื้อหารายวิชาวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 9

2.3 ความหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนภาคปฏิบัติ 53

2.4 การวัดผลภาคปฏิบัติงาน 61

2.5 การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติงาน 69

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 83

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 87

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 87

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 87

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 91

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 92

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	105
5.1 สรุปผลการวิจัย	105
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	106
5.3 ข้อเสนอแนะ	108
บรรณานุกรม	119
ภาคผนวก	112
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ	113
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ รายนามผู้เชี่ยวชาญ	114
ภาคผนวก ค แบบสอบถามความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	117
ภาคผนวก ง ตารางคะแนนผู้ทรงคุณวุฒิ ตารางคะแนนผู้เชี่ยวชาญ	126
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้แบบวัดภาคปฏิบัติ	144
ประวัติผู้เขียน	154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	หน่วยการเรียนภาคปฏิบัติ	6
2.2	หน่วยการสอนภาคปฏิบัติ	7
2.2	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใบงานการปฏิบัติ	7
4.1	ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ดีซีโวลต์มิเตอร์	94
4.2	ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ดีซีแอมมิเตอร์	95
4.3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เอซีโวลต์มิเตอร์	96
4.4	ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โอห์มมิเตอร์	98
4.5	ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง มัลติมิเตอร์แบบเข็ม	99
4.6	ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	100
4.7	ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป	101
4.8	สรุปผลผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทั้ง 7 ฉบับ	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1.	โครงสร้างของขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา	10
2.2.	วงจรสมมูลย์ของขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา	11
2.3	โครงสร้างของอิเล็กไตรไดนาโมมิเตอร์	12
2.4	วงจรสมมูลย์ของอิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์	12
2.5	โครงสร้างของมิเตอร์แบบใบพัดเหล็กเคลื่อนที่	13
2.6	โครงสร้างของเครื่องมือวัดแบบเทอร์โมคัพเปิล	13
2.7	วงจรสมมูลย์และสัญลักษณ์ของขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา	14
2.8	ตัวต้านทานชันท์	14
2.9	แสดงรูปร่างและสัญลักษณ์ของดีซี แอมมิเตอร์แบบต่าง ๆ	15
2.10	แสดงการต่อใช้งานดีซี แอมมิเตอร์	15
2.11	แสดงสเกลของดีซี แอมมิเตอร์	16
2.12	รูปร่างของดีซีโวลต์มิเตอร์	16
2.13	การต่อตัวต้านทานอนุกรมเข้ากับขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา	17
2.14	แสดงการใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์	18
2.15	สเกลดีซี โวลต์มิเตอร์หลายย่านการวัด	18
2.16	วงจรเบื้องต้นของโอห์มมิเตอร์	18
2.17	สเกลของโอห์มเตอร์	19
2.18	รูปร่างของโอห์มมิเตอร์แบบหลายย่านการวัด (สร้างไว้เป็นส่วนหนึ่งของมัลติมิเตอร์)	19
2.19	การใช้โอห์มมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน	20
2.20	มิเตอร์วัดไฟ เอซี	21
2.21	สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ	21
2.22	อุปกรณ์ที่นำมาเรกติไฟเออร์แบบต่าง ๆ	22
2.23	แรงดันไฟกระแสสลับกระเพื่อม	22
2.24	วงจรเครื่องวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสครึ่งคลื่น	23
2.25	สัญญาณเอาท์พุตแบบเรียงกระแสครึ่งคลื่น	24
2.26	วงจรเครื่องมือวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสไฟฟ้าครึ่งคลื่น	24
2.27	เครื่องมือวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสเต็มคลื่น	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.28	สัญญาณเอาท์พุทของวงจรเครื่องมือวัดแบบเรียงกระแสเต็มคลื่น	25
2.29	รูปร่างและสเกลหน้าปัดของเอซี โวลท์มิเตอร์	26
2.30	ตัวอย่างสเกลหน้าปัดที่ตำแหน่งเข็มมิเตอร์ชี้	27
2.31	ตัวอย่างสเกลหน้าปัดที่ตำแหน่งเข็มมิเตอร์ชี้	27
2.32	มัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม	28
2.33	ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์	30
2.34	สเกลหน้าปัดของมัลติมิเตอร์รุ่น YX-361TR	31
2.35	ส่วนประกอบภายในของมัลติมิเตอร์	32
2.36	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	35
2.37	ส่วนประกอบดิจิตอลมัลติมิเตอร์	35
2.38	การวัดแรงดันไฟฟ้าจาก Battery	36
2.39	การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	37
2.40	การวัดกระแสไฟตรงที่มีกระแสต่ำและกระแสสูง	38
2.41	วัดความต้านทาน	39
2.42	รูปสัญญาณคลื่นแบบต่าง ๆ	40
2.43	เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบหลายคลื่น	40
2.44	เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง	41
2.45	ตัวอย่างเครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์	42
2.46	รูปสัญญาณพัลส์	42
2.47	เครื่องกำเนิดความถี่วิทยุ	43
2.48	เครื่องกำเนิดสัญญาณกวาด	44
2.49	สัญญาณกวาดของความถี่คลื่นไซน์	44
2.50	ออสซิลโลสโคป	44
2.51	โครงสร้างของออสซิลโลสโคป	45
2.52	โพรบแบบต่าง ๆ	47
2.53	โพรบวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ Passive	47
2.54	โพรบวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ Active	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.55	โพรบวัดกระแสไฟฟ้า	48
2.56	สวิตช์เลือกสัญญาณอินพุท	48
2.57	รายละเอียดปุ่มต่าง ๆ และหน้าที่การทำงานของออสซิลโลสโคป ยี่ห้อ HAMEG รุ่น 203-6	49
2.58	องค์ประกอบพื้นฐานพฤติกรรมทางด้านทักษะพิสัย	65
3.1	ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการพัฒนาคนให้มีความรู้ความสามารถที่เหมาะสม และมีศักยภาพสูงสุดในการดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างดี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคน ให้มีคุณสมบัติดังกล่าว โดยพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถ และมีทักษะที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน การเรียนการสอนในปัจจุบันได้นำความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี มาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมุ่งเน้นให้นักศึกษาค้นคว้าเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางให้กับนักศึกษา (เฟื้อ คิดกิ่ง. 2548: 1)

ระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พ.ศ. 2542 ในหมวดที่ 2 วิธีการประเมินผลการเรียนข้อ 11 ยังได้กำหนดระเบียบไว้ดังนี้

" การประเมินผลการเรียนเป็นรายวิชาให้มีการวัดผลหรือประเมินผลตามสภาพจริงระหว่างเรียนและสิ้นสุดภาคเรียน หรือเมื่อสิ้นสุดภาคเรียนทั้งภาคทฤษฎีภาคปฏิบัติ เจตคติและงานที่มอบหมายให้นักเรียนทำให้คลอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาการเรียนโดยใช้วิธีวัดผลวิธีหนึ่งวิธีใด หรือหลาย ๆ วิธีผสมกัน อัตราส่วนการวัดผลหรือประเมินผลระหว่างเรียนและสิ้นสุดภาคเรียนหรือสิ้นสุดภาคเรียนให้สถานศึกษาหรือสถานประกอบการเป็นผู้กำหนดแล้วแต่กรณี " (กรมอาชีวศึกษา. 2542 : 3)

ในด้านการจัดการเรียนการสอนของวิทยาลัยในสังกัดของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษานั้น นักเรียนต้องมีความรู้และทักษะเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาอื่น ๆ ในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ นักเรียนต้องมีความรู้และความเข้าใจในการใช้เครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะต้องมีทักษะในการใช้และปฏิบัติงานควบคู่กันไป

การวัดด้านทักษะภาคปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียนโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถออกมา ในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน การปฏิบัติของผู้เรียนโดยวิธีการสังเกตแล้วตัดสินให้คะแนนทันทีจึงเกิดความผิดพลาดได้ง่าย จึงจำเป็นต้องสร้างแบบประเมินที่พิจารณาการปฏิบัติทั้ง 2 ด้าน คือ วิธีปฏิบัติ ได้แก่ ขั้นตอนในการปฏิบัติ ทักษะการใช้เครื่องมือ เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติ อีกด้านหนึ่งคือ ผลปฏิบัติซึ่งควรพิจารณาอย่างรอบคอบ ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ได้แก่จำนวนที่ได้ ความสวยงาม ความถูกต้อง ความคิดริเริ่ม เมื่อสร้างแบบประเมินแล้วก็ควรตั้งเกณฑ์ในการตรวจสอบให้คะแนนอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัดเจน โดยกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ที่จะใช้พิจารณาในการให้คะแนนไว้อย่างเหมาะสมครบถ้วน (อัจฉรา อรุณรักษ์สมบัติ. 2543 : 2)

ในด้านการประเมินให้คะแนน ส่วนใหญ่แล้วครูผู้สอนจะให้คะแนนเฉพาะในขั้นผลสำเร็จของงานเท่านั้น มิได้คำนึงถึงกระบวนการและการได้มาของผลงาน ทำให้ครูผู้สอนไม่ทราบกระบวนการ วิธีการและหลักปฏิบัติของผู้เรียนว่าเป็นเช่นไร วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ยังไม่มีแบบวัดภาคปฏิบัติที่มีคุณภาพ และยังไม่มีกระบวนการวัดภาคปฏิบัติที่ครอบคลุมพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ซึ่งแท้จริงแล้ว ควรมีการให้คะแนนตั้งแต่ขั้นเตรียม ขั้นการปฏิบัติและผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ โดยครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้กำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการวัดทั้งสามขั้นตอน และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนในการประเมิน เพื่อความถูกต้องและความเป็นมาตรฐานในการวัดภาคปฏิบัติในวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จากปัญหาและความสำคัญของการวัดภาคปฏิบัติ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพเพื่อให้ได้แบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพยอมรับได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
2. เพื่อหาคุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.3 สมมุติฐานในการวิจัย

คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีคุณภาพระดับดีขึ้นไป

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาและหาคุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) โดยจุดมุ่งหมายของแบบวัดภาคปฏิบัติต้องการวัดทักษะทางด้านการเรียน ทางด้านการต่อวงจรและใช้เครื่องมือวัดในวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดของ ทนัย สิงห์พันธ์ (2535: 4-5) ที่แบ่งการวัดภาคปฏิบัติออกเป็น 2 ประเภท

1. การวัดวิธีการ (Process)
2. การวัดผลงานจากการปฏิบัติ (Product)

สำหรับขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการสร้างแบบวัดของกรมวิชาการ (2539: 6-14) ที่กำหนดไว้ 6 ขั้นตอน คือ

1. วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
2. คัดเลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องวัดภาคปฏิบัติ
3. วิเคราะห์งานเพื่อกำหนดกิจกรรมที่จะวัดภาคปฏิบัติ
4. กำหนดวิธีการวัดและชนิดของเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ
5. สร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ
6. ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากร คือ อาจารย์ที่มีประสบการณ์สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 15 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ที่มีประสบการณ์สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 15 คน

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา คือ คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 ขอบเขตเนื้อหา

แบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์(รหัสวิชา 2104-2204) มีเนื้อหาดังนี้

1. การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์
2. การใช้งานดีซี แอมมิเตอร์
3. เอซี โวลต์มิเตอร์
4. โอห์มมิเตอร์
5. มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
6. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์
7. เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง แบบวัดภาคปฏิบัติที่ใช้วัดกับนักเรียนเป็นรายบุคคล ในการปฏิบัติการต่อวงจร และการใช้เครื่องมือวัดค่าต่าง ๆ ในวงจร ซึ่งวัดตั้งแต่ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ และขั้นผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ

2. แบบบันทึกคะแนน หมายถึง แบบฟอร์มที่กำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้ประเมินใช้ในการบันทึกคะแนน การปฏิบัติใบงานของนักเรียนในแต่ละคุณลักษณะของการวัด

3. เกณฑ์การให้คะแนน หมายถึง ตัวเลขที่กำหนดขึ้นเพื่อบ่งบอกถึงระดับความสามารถของนักเรียนในแต่ละขั้นการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการให้คะแนนของผู้ประเมิน

4. คุณภาพของแบบวัดผลการปฏิบัติงานวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง คุณลักษณะของแบบวัดผลการปฏิบัติงานวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

5. ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญด้านเนื้อหา วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญด้านวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา ระดับปริญญาตรีขึ้นไป หรือผู้ที่มีความรู้ความสามารถด้านอิเล็กทรอนิกส์ ระดับปริญญาโทขึ้นไป ที่ได้ทำการประเมินแบบวัดผลการปฏิบัติงานวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

6. กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง อาจารย์ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

7. วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง วิชาที่อยู่ในหมวดวิชาชีพสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546) จำนวน 2 หน่วยกิต ใช้เวลาเรียน 4 คาบต่อสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี หลักการและแนวคิดต่าง ๆ จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังนี้

2.1 หลักสูตรรายวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง 2546)

2.2 เนื้อหารายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2.3 หลักการประเมินผลการศึกษา

2.4 ความหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนภาคปฏิบัติ

2.5 การวัดผลภาคการปฏิบัติ

2.6 การพัฒนาแบบวัดผลภาคปฏิบัติ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546)

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับโครงสร้าง หลักการทำงาน โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ โอห์มมิเตอร์ มัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป วัตต์-อาวร์มิเตอร์ (Watt-hour Meter) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง เครื่องกำเนิดสัญญาณหลายรูปคลื่น การใช้มัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป วัดและทดสอบค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า วงจรเครื่องขยายเสียง เป็นต้น

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจโครงสร้าง และหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2. เพื่อให้มีทักษะในการวัดและการใช้งาน การบำรุงรักษาเบื้องต้นของเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ถูกต้องและปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจหลักการทำงานและการใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2. วัดและทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วยมิเตอร์แบบแอนะลอกและดิจิตอล

3.ใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าประกอบการวัดและทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

หน่วยการสอน			จำนวน 4 ชั่วโมง / สัปดาห์
ชื่อวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2104 – 2204			
หน่วยที่	ชื่อเรื่อง	จำนวนชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	โครงสร้างมิเตอร์ไฟตรง	4	1
2	โวลต์มิเตอร์ไฟตรงและวิธีวัดค่า	8	2-3
3	แอมมิเตอร์ไฟตรงและวิธีวัดค่า	8	4-5
4	โวลต์มิเตอร์ไฟตรงและวิธีวัดค่า	4	6
5	หลักการทำงานของมิเตอร์ไฟสลับ	4	7
6	ชนิดมิเตอร์ไฟสลับและวิธีวัดค่า	4	8
7	โอห์มมิเตอร์และวิธีวัดค่า	4	9
8	มัลติมิเตอร์	4	10
	สอบกลางภาค	4	11
9	การนำมัลติมิเตอร์ไปใช้งาน	4	12-13
10	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	8	14
11	วัตต์มิเตอร์และวัตต์อาวร์มิเตอร์	8	15
12	เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป	4	16-17
	สอบปลายภาค	4	18
รวมทั้งหมด		72 ชั่วโมง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยการสอนภาคปฏิบัติ

หน่วยการสอนภาคปฏิบัติแบ่งออกเป็น 7 หน่วยดังนี้

ตารางที่ 2.2 หน่วยการสอนภาคปฏิบัติ

หน่วยที่	ชื่อหน่วย
1	การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์
2	การใช้งานดีซี แอมมิเตอร์
3	การใช้งานเอซี โวลต์มิเตอร์
4	โอห์มมิเตอร์
5	มัลติมิเตอร์แบบเข็ม
6	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์
7	เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดภาคปฏิบัติทั้ง 7 หน่วย มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใบงานการปฏิบัติ

หน่วยที่	เรื่อง	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1	การใช้งาน ดีซี โวลต์มิเตอร์	1. ปฏิบัติ การต่อวงจรการวัดโวลต์มิเตอร์ในวงจรได้ 2. ปฏิบัติ การใช้เครื่องวัดโวลต์มิเตอร์วัดค่าต่าง ๆ ในวงจร 3. ปฏิบัติ การเลือกย่านการวัดและอ่านค่าของเครื่องวัดได้อย่างถูกต้อง 4. อ่านค่าสเกลของโวลต์มิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

2	การใช้งาน ดีซี แอมมิเตอร์	1. ปฏิบัติ การต่อวงจรการวัดแอมมิเตอร์ในวงจรได้ 2. มีทักษะ การใช้เครื่องวัดแอมมิเตอร์วัดค่าต่าง ๆ ในวงจร 3. มีทักษะ การเลือกย่านวัดและอ่านค่าของเครื่องวัดได้อย่างถูกต้อง 4. อ่านค่าสเกลของแอมมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
3	การใช้งาน เอซี โวลต์มิเตอร์	1. ปฏิบัติ การต่อวงจรการวัดโวลต์มิเตอร์กระแสสลับในวงจรไฟฟ้าได้ 2. ปฏิบัติ การใช้เครื่องวัดโวลต์มิเตอร์กระแสสลับวัดค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าได้ 3. ปฏิบัติ การเลือกย่านการวัดและอ่านค่าจากสเกลของเครื่องวัดได้
4	โอห์มมิเตอร์	1. ปฏิบัติ การต่อวงจรได้อย่างถูกต้อง 2. ปฏิบัติการ วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรได้อย่างถูกต้อง 3. คำนวณหาค่าความต้านทานที่นำมาทำโอห์มมิเตอร์แบบอนุกรมได้ 4. อ่านค่าสเกลของโอห์มมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
5	มัลติมิเตอร์แบบเข็ม	1. ปฏิบัติ การใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าต่าง ๆ ได้ 2. อ่านค่าจากสเกลหน้าปัดของมัลติมิเตอร์ได้ 3. ปฏิบัติ การเลือกย่านการวัดของมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
6	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	1. ปฏิบัติ การใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ วัดค่าต่าง ๆ ได้ 2. อ่านค่าจากสเกลหน้าปัดของดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ได้ 3. สามารถเปรียบเทียบค่าผิดพลาดระหว่างดิจิตอลมัลติมิเตอร์ และมัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

7	เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป	1. ปฏิบัติ การเตรียมออสซิลโลสโคปและปรับแต่งไว้ใช้งานเบื้องต้นได้ 2. ปฏิบัติ การใช้ออสซิลโลสโคปวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับได้ 3. ปฏิบัติ การใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณต่อวงจรร่วมกับออสซิลโลสโคปเพื่อวัดและอ่านค่าสัญญาณได้ 4. ปฏิบัติ การใช้ออสซิลโลสโคปวัดค่าความถี่ของวงจรได้

จากตารางหน่วยการสอนภาคปฏิบัติได้ให้ผู้เชี่ยวชาญดังนี้เป็นผู้ดูความเหมาะสมของหน่วยการสอนภาคปฏิบัติ

1. นายภูริณัฐ อมรศักดิ์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการพิบูลมังสาหาร
2. ดร.ประดิษฐ์ พาชื่น รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
3. นายบัญญัติ สมสุพรรณ (ครูเชี่ยวชาญ) หัวหน้าแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ให้ความเห็นสอดคล้องกัน ในตารางหน่วยการสอนภาคปฏิบัติสามารถใช้ได้ในวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

2.2 เนื้อหารายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2.2.1 ดีซี แอมมิเตอร์

ในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้เครื่องมือวัด ซึ่งมีอยู่มากมายหลายรูปแบบ เช่น มัลติมิเตอร์ (Multimeter) ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) เป็นต้น ซึ่งหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องมือวัด คือ การที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ (Moving Coils) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าส่วนเคลื่อนที่ของมิเตอร์ หรือมิเตอร์มูฟเมนท์ (Meter Movement)

ขดลวดเคลื่อนที่มีหลายชนิดด้วยกัน เนื่องจากระบบไฟฟ้ามี 2 ประเภท คือ ไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง ชนิดของขดลวดเคลื่อนที่มีดังนี้ คือ ขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันว่า (d' Arsonval Moving Coil) ขดลวดเคลื่อนที่แบบอิเล็กตาไดนาโมมิเตอร์ (Electrodynamometer

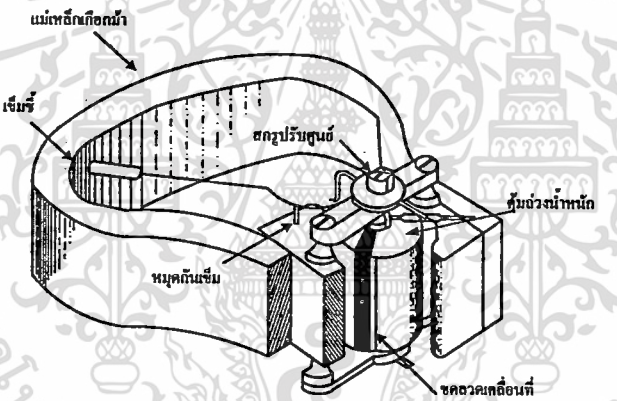
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Moving Coil) ขดลวดเคลื่อนที่แบบใบพัดเหล็ก (Iron – Vane Moving Coil) ขดลวดเคลื่อนที่แบบเทอร์โมคัพเปิลเปิด (Thermocouple Moving Coil)

ขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา (d' Arsonval Moving Coil)

ในปี ค.ศ. 1820 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ ฮานส์ คริสเตียน เออร์สเตด (Hans Christian Oersted) ได้คิดค้นหลักการเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของเครื่องมือวัด อุปกรณ์ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าว คือ เข็มทิศและขดลวดที่พาดผ่านเข็มทิศ ซึ่งวางอยู่แนวเหนือใต้ เมื่อมีกระแสไหลเข็มจะเบี่ยงเบน

และในปี ค.ศ. 1881 นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ แจ็คส์ ดาร์สันวา (Jacques d' Arsonval) ได้พัฒนาเครื่องมือวัดมีหลักการทำงาน โดยอาศัยแรงและบิดซึ่งเกิดจากการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดเคลื่อนที่ หรือคอยล์หมุนที่วางตัวอยู่ในสนามแม่เหล็กซึ่งเกิดจากแม่เหล็กถาวร เราจึงเรียกขดลวดเคลื่อนที่แบบนี้ว่า ขดลวดเคลื่อนที่ดาร์สันวา มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.1



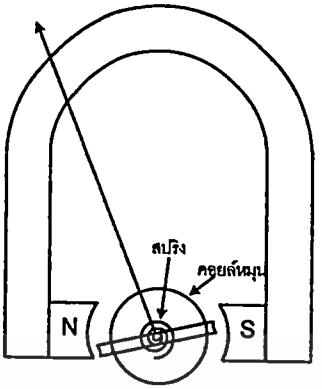
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา

หลักการทำงานของขดลวดเคลื่อนที่ดาร์สันวา

จากรูปที่ 2.1 เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ (Moving Coil) ซึ่งวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำ และเกิดแรงบิดขึ้นที่ขดลวดเคลื่อนที่ตามลำดับ แรงบิดนี้เราเรียกว่าแรงบิดขับ (Driving Torque ; T) มีหน้าที่ทำให้เข็มทีติดอยู่กับขดลวดเคลื่อนที่เบี่ยงเบนขณะเดียวกันสปริงก้นหอย (Spiral Hairspring) ซึ่งทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้า เข้า – ออก จากขดลวดเคลื่อนที่จะรัดตัวแน่นขึ้น ทำให้เกิดแรงบิดด้านการเบี่ยงเบนของเข็ม แรงบิดที่เกิดจากสปริงก้นหอยนี้เรียกว่าแรงบิดควบคุม (Controlling Torque ;te) เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนกระทั่งถึงจุดที่ทำให้แรง กับแรงบิดควบคุมสมดุลกัน เข็มจะหยุดนิ่ง ก่อนที่จะหยุดเข็มอาจแกว่งขณะหนึ่ง



รูปที่ 2.2 วงจรสมมูลย์ของขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา

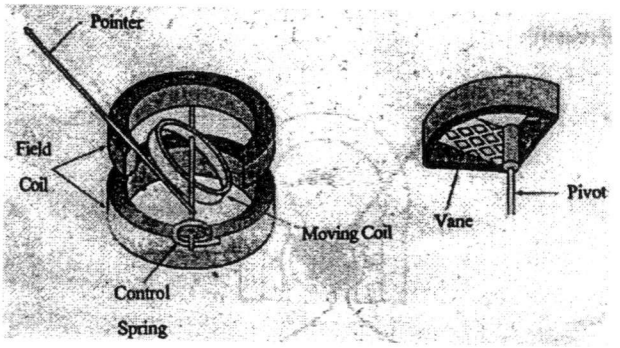
เมื่อกระแสไฟฟ้าในขดลวดเคลื่อนที่เท่ากับศูนย์ จะทำให้แรงบิดเท่ากับศูนย์ด้วย โดยที่ขดลวดเคลื่อนที่จะเหลือแรงบิดจากสปริงเพียงอย่างเดียว จึงทำให้เข็มกลับมาที่ศูนย์อีกครั้งหนึ่ง

ขณะที่ขดลวดเคลื่อนที่ไหวตัวนั้น กรอบของขดลวดเคลื่อนที่ จะเคลื่อนตัวตัดกับฟลักแม่เหล็ก จึงเกิดการกเหนี่ยวนำ และเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นที่กรอบขดลวดเคลื่อนที่แรงบิดที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่กรอบของขดลวดเคลื่อนที่ เรียกว่า "แรงบิดหน่วง" (Damping Torque) ซึ่งจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงบิดขับ เข็มของเครื่องมือวัดจะหยุดนิ่งเร็วขึ้น ซึ่งหลักการดังกล่าวเราเรียกว่า "การหน่วง"

ขดลวดเคลื่อนที่แบบเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์ (Electrodynamometer Moving Coil)

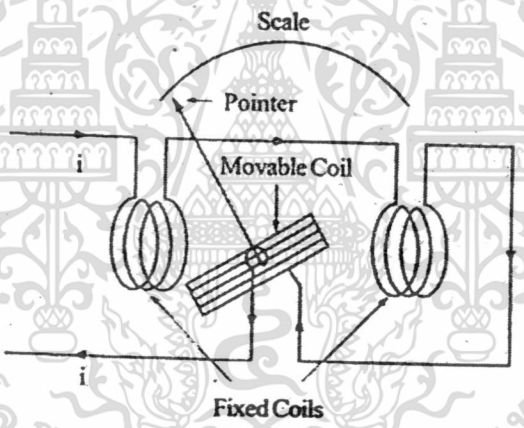
อิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์ ประกอบด้วยขดลวดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Field Coils) หรือเรียกว่าขดลวดเคลื่อนที (Fixed Coil) ซึ่งจะมีอยู่ 2 ขด และทำหน้าที่เหมือนกับแม่เหล็กถาวรของขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา ซึ่งขดลวดเคลื่อนที่นี้จะต่ออนุกรมอยู่ตรงกลางของขดลวดคงที่นี้ และทำหน้าที่เป็นอาร์เมเจอร์ (Armature) เข็มชี้ที่ติดไว้จะมีหน้าที่วัดปริมาณกระแสไฟฟ้า และเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดคงที่ผลักสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดเคลื่อนที่ให้หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของอิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์

จากรูปที่ 2.3 เป็นโครงสร้างของอิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์ ซึ่งจะมีสปริงควบคุมอยู่ที่ปลายของแกนขดลวดเคลื่อนที่ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมเข็มให้ชี้ที่ตำแหน่งศูนย์ และมีแรงแดมปิ้งอากาศ (Air Damping) โดยใช้ใบพัดที่มีน้ำหนักเบาไว้ผลักอากาศรอบ ๆ เมื่อขดลวดหมุนไปและหยุด จะทำให้เข็มชี้ไม่มีการสั่นเมื่อนำไปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ อิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์มีวงจรสมมูลย์ดังแสดงในรูปที่ 2.4



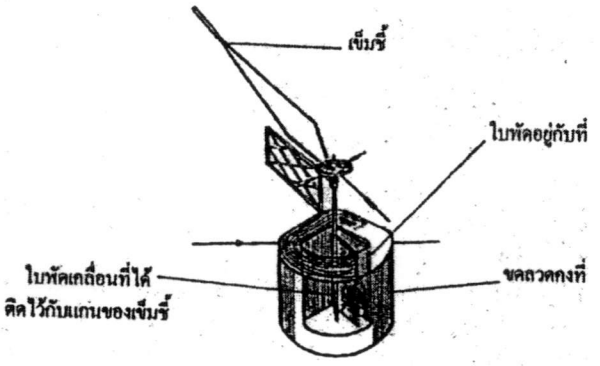
รูปที่ 2.4 วงจรสมมูลย์ของอิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์

อิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์ สามารถนำไปวัดได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับกำลังไฟฟ้าวาร์มิเตอร์ความถี่ ซึ่งความถี่ที่มีความแม่นยำสูงสุด คือ ความถี่ย่าน 25-125 H_2

ขดลวดเคลื่อนที่แบบใบพัดเหล็ก (Iron – Vane Moving Coil)

ขดลวดเคลื่อนที่แบบใบพัดเหล็กเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า รีพัลชั่นมูฟวิ่งเวน (Repulsion Moving Vane) **ประกอบด้วยขดลวดคงที่** (Fixed Coil) **และใบพัดเหล็กอ่อน** (Iron Vane) 2 ใบ **จะสอดอยู่ในขดลวดคงที่โดยใบพัดเหล็กอ่อนอันหนึ่ง ซึ่งจะยึดติดอยู่กับขดลวดคงที่ และใบพัดอีกอันหนึ่งติดอยู่กับแกนของเข็มชี้ ซึ่งแสดงในรูปที่** 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



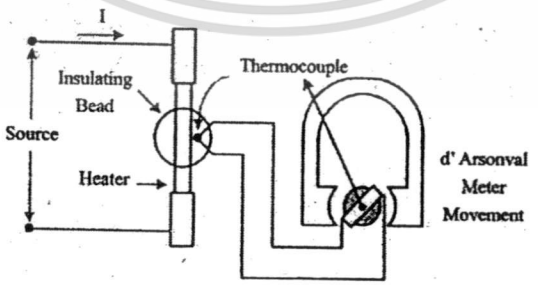
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของมิเตอร์แบบใบพัดเหล็กเคลื่อนที่

จากรูปที่ 2.5 คือ โครงสร้างของมิเตอร์แบบใบพัดเหล็กเคลื่อนที่ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดคงที่จะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ซึ่งจะทำให้ใบพัดเหล็กอ่อนทั้งสองถูกเหนี่ยวนำเป็นแม่เหล็กอ่อนที่มีขั้วแม่เหล็กเหมือนกัน จะทำให้เกิดการผลักกัน ทำให้เข็มชี้เคลื่อนที่

ขณะที่ใบพัดเหล็กอ่อนเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดคงที่จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลวน และเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัดได้ เครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบนี้จึงไม่ค่อยมีใช้กับการวัดไฟฟ้ากระแสตรงมากนัก

ขดลวดเคลื่อนที่แบบเทอร์โมคัพเปิล (Thermocouple Moving coil)

โครงสร้างของขดลวดเคลื่อนที่แบบเทอร์โมคัพเปิลประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ขดลวดความร้อน (Heater) เทอร์โมคัพเปิล (Thermocouple) และขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา (d' Arsonval Meter Movement) เครื่องมือวัดแบบนี้สามารถใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่สูง ๆ โดยจะมีค่าความถูกต้องจากการวัดสูงได้ถึงความถี่ 50 MH_2 ซึ่งมีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.6

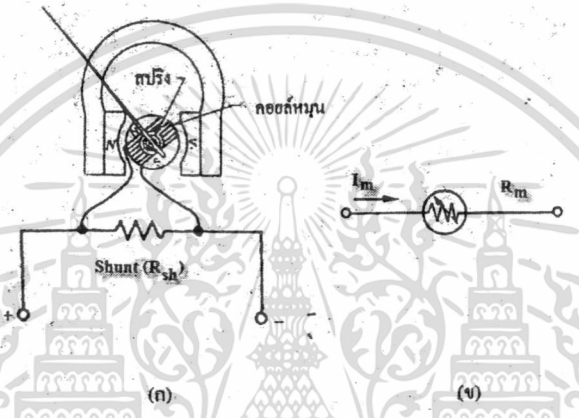


รูปที่ 2.6 โครงสร้างของเครื่องมือวัดแบบเทอร์โมคัพเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

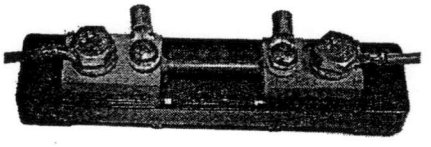
จากรูปที่ 2.6 คือ โครงสร้างของเครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบเทอร์โมคัพเปิล เมื่อวัดแรงดันไฟฟ้าจะเกิดความร้อนเพิ่มขึ้นที่รอยต่อของเทอร์โมคัพเปิล ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้า 0-10 mV ป้อนให้ขดลวดเคลื่อนที่ ซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร อุณหภูมิของเทอร์โมคัพเปิลจะเป็นสัดส่วนตามปริมาณกระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้าที่วัด ซึ่งสามารถวัดกระแสไฟฟ้ามากถึง 50 mA

ดีซี แอมมิเตอร์ หรือ แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Ammeter) เป็นเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นมาเพื่อวัดค่ากระแส ซึ่งกระแสที่วัดได้มีทั้งค่ามากและค่าน้อย เช่น ไมโครแอมมิเตอร์ (Microammeter) มิลลิแอมมิเตอร์ (Miliammeter) และ แอมมิเตอร์ (Ammeter) การสร้างดีซี แอมมิเตอร์ทำได้โดยใช้ตัวต้านทานมาต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา ตัวต้านทานที่นำมาต่อเรียกว่าตัวต้านทานชันท์ (Shunt Resistor; R_{sh})



รูปที่ 2.7 วงจรสมมูลย์และสัญลักษณ์ของขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา

จากรูปที่ 2.7 เป็นการต่อตัวต้านทานชันท์ (R_{sh}) ขนานกับขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา กลายเป็นไมโครแอมมิเตอร์ มิลลิแอมมิเตอร์ หรือแอมมิเตอร์ ซึ่งการที่จะทำให้มิเตอร์วัดกระแสย่านไหนนั้น ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานชันท์ที่นำมาขนานกับขดลวดเคลื่อนที่ ถ้าต้องการให้มิเตอร์วัดค่ากระแสได้สูง ๆ ค่าความต้านทานชันท์ที่นำมาต่อจะต้องมีค่าน้อย ๆ และถ้าต้องการให้มิเตอร์วัดค่ากระแสได้ต่ำเป็นไมโครแอมหรือมิลลิแอมป์ ค่าความต้านทานชันท์ที่นำมาต่อจะต้องมีค่าสูง ๆ ซึ่งมีลักษณะของตัวต้านทานชันท์ดังแสดงในรูปที่ 2.8



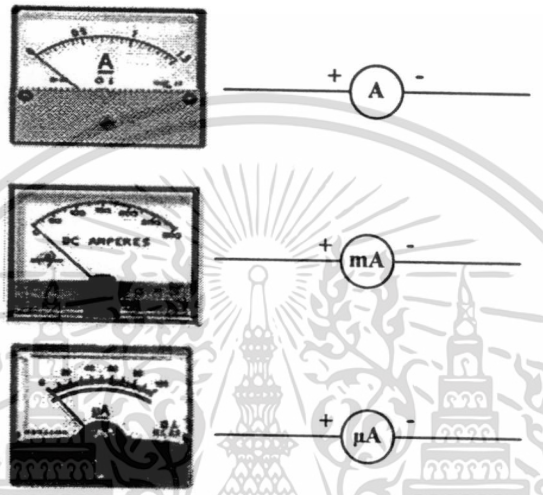
รูปที่ 2.8 ตัวต้านทานชันท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

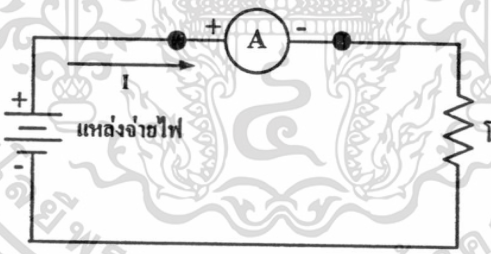
การใช้งานดีซี แอมมิเตอร์

ดีซี แอมมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร แล้วบอกค่าหรือปริมาณกระแสที่วัดจากเครื่องมือวัด การใช้งานดีซี แอมมิเตอร์จะต้องต่อแบบอนุกรม (Series) กับวงจร และจะต้องมีขั้วไฟที่ถูกต้อง เนื่องจากดีซี แอมมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งจะมีขั้วบวกและขั้วลบบอกตำแหน่งไว้ที่ตัวเครื่องมือวัด

เนื่องจากกระแสไฟฟ้ามีปริมาณมากน้อยไม่เท่ากัน ดังนั้น ดีซี แอมมิเตอร์จึงมีหลายรูปแบบเช่นกัน ได้แก่ ไมโครแอมมิเตอร์ มิลลิแอมมิเตอร์ และแอมมิเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงรูปร่างและสัญลักษณ์ของดีซี แอมมิเตอร์แบบต่าง ๆ

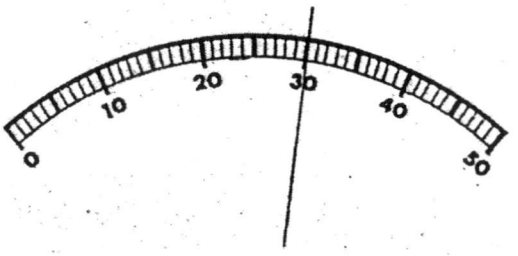


รูปที่ 2.10 แสดงการต่อใช้งานดีซี แอมมิเตอร์

สเกลของดีซี แอมมิเตอร์และการอ่านค่า

ดีซี แอมมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดประเภทอนาล็อก ดังนั้น จะต้องศึกษาวิธีการอ่านค่าที่ถูกต้อง ซึ่งมีรูปสเกลของดีซี แอมมิเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



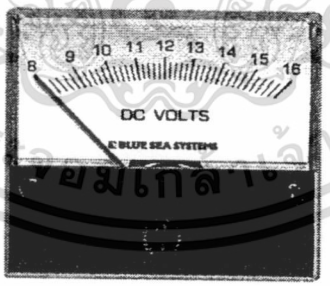
รูปที่ 2.11 แสดงสเกลของดีซี แอมมิเตอร์

จากรูปที่ 2.11 แสดงสเกลของดีซี แอมมิเตอร์มีค่าตัวเลข 0-50 mA การอ่านค่ากระแสไฟฟ้าให้ดูตำแหน่งที่เข็มชี้ที่เลขอะไรหรือขีดที่เท่าไหร่ ยกตัวอย่างเช่น เข็มชี้ที่ตำแหน่งเลข 30 พอดี แสดงว่าอ่านค่ากระแสได้ 30 mA หรือถ้าตำแหน่งเข็มชี้เลยเลข 30 อยู่ 2 ขีด แสดงว่าอ่านค่ากระแสได้ 32 mA

ในบางครั้งการอ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากดีซี แอมมิเตอร์จำเป็นจะต้องมีหลายย่านการวัดเพื่อให้ได้ค่ากระแสไฟฟ้าที่แม่นยำถูกต้องที่สุด เนื่องจากกระแสไฟฟ้ามีหลายค่า เช่น กระแสไฟฟ้า 10 mA หรือ 8 mA ควรจะมีย่านการวัดจากดีซี แอมมิเตอร์ 0-10 mA กระแสไฟฟ้า 25 mA หรือ 38 mA ควรจะมีย่านการวัดจากดีซี แอมมิเตอร์ 0-50 mA กระแสไฟฟ้า 70 mA หรือ 150 mA ควรจะมีย่านการวัดจากดีซี แอมมิเตอร์ 0-250 mA

2.2.2 ดีซี โวลต์มิเตอร์

ดีซี โวลต์มิเตอร์ หรือ โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Voltage Voltmeter) เป็นเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นมาเพื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ซึ่งมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.12



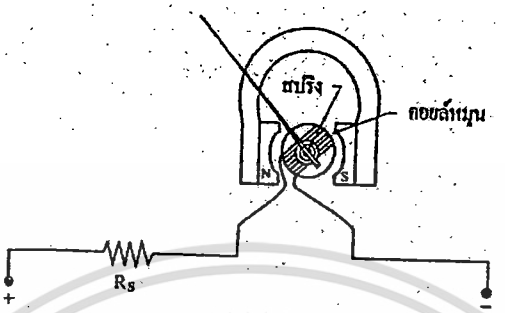
รูปที่ 2.12 รูปร่างของดีซีโวลต์มิเตอร์

ในการสร้างดีซี โวลต์มิเตอร์ จะมีลักษณะคล้ายกับดีซี แอมมิเตอร์ กล่าวคือ นำขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวามาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งดีซี แอมมิเตอร์ (DC – Amp – Meter) นำตัวต้านทานมาต่อขนานเข้ากับขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา (d' Arsonval Moving Coil) จะทำให้ขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนที่แบบดาร์สันวากลายเป็นดีซี แอมมิเตอร์ ตัวต้านทานที่นำมาต่อเข้ากับขดลวดเคลื่อนที่เรียกว่าความต้านทานชันท์ (Shunt Resistor)

สำหรับดีซี โวลต์มิเตอร์ (DC Voltmeter) จำนำตัวต้านทานมาต่ออนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา จะทำให้ขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวากลายเป็นดีซี โวลต์มิเตอร์ ซึ่งตัวต้านทานที่นำมาต่ออนุกรมเรียกว่าตัวต้านทานมัลติพลาย (Multipliers; R_s)



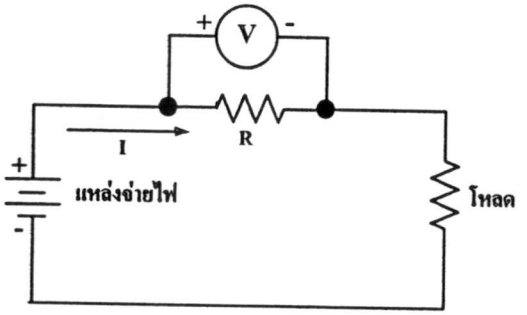
รูปที่ 2.13 การต่อตัวต้านทานอนุกรมเข้ากับขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา

จากรูปที่ 2.13 แสดงการต่อตัวต้านทานอนุกรมเข้ากับขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา ซึ่งการต่อลักษณะนี้จะทำให้ขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวากลายเป็นดีซี โวลต์มิเตอร์ ตัวต้านทานที่นำมาต่อจะมีผลต่อการวัดของโวลต์มิเตอร์ ค่าความต้านทานต่ำ ๆ จะทำให้วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้น้อยเป็นไมโครโวลต์ (Micro Voltage) หรือมิลลิโวลต์ (Milli Voltage) ถ้าต่อตัวต้านทานค่าสูง ๆ จะทำให้วัดแรงดันไฟฟ้าได้สูงเป็นโวลต์ (Voltage) หรือ กิโลโวลต์ (Kilo voltage) ซึ่งการเลือกใช้งานของดีซี โวลต์มิเตอร์ จะขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการวัด ดังนั้นดีซี โวลต์มิเตอร์จำเป็นจะต้องมีหลายย่านการวัด

การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์

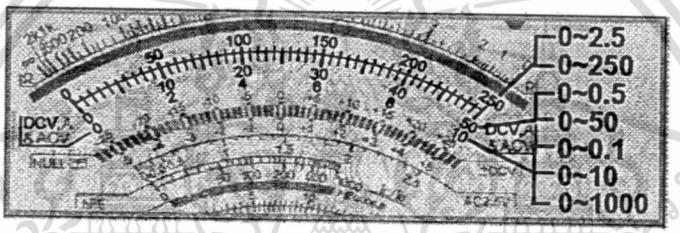
ดีซี โวลต์มิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมในวงจร แล้วบอกค่าหรือปริมาณแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องมือวัด การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์จะต้องต่อคร่อมกับอุปกรณ์ที่เราต้องการทราบค่า ซึ่งการวัดคร่อมที่ตัวอุปกรณ์จะต้องต่อขั้วไฟ บวก – ลบ ให้ถูกต้อง เพราะถ้าต่อไม่ถูกต้องจะทำให้เข็มของดีซี โวลต์มิเตอร์ตีกลับ และจะทำให้เครื่องมือวัดได้รับความเสียหาย ดังนั้น การใช้งานเครื่องมือวัดนี้จำเป็นต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยให้สังเกตที่แหล่งจ่ายไฟของวงจรว่ามีขั้วไฟอยู่ในลักษณะใด แสดงในวงจรรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
120493



รูปที่ 2.14 แสดงการใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์

เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าที่มีอยู่ทั่วไปจะมีค่าหรือปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น แรงดันไฟฟ้า 0.1 โวลต์, 0.8 โวลต์, 1 โวลต์, 18 โวลต์, 30 โวลต์ จนถึงค่าหลายพันโวลต์ ดังนั้น ดีซี โวลต์มิเตอร์จึงจำเป็นจะต้องมีหลายย่านการวัด ซึ่งมีสเกลขอดีซี โวลต์มิเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.15

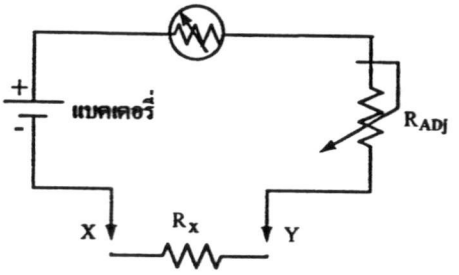


รูปที่ 2.15 สเกลดีซี โวลต์มิเตอร์หลายย่านการวัด

2.2.3 โอห์มมิเตอร์

โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) คือ เครื่องมือวัดที่ใช้วัดค่าความต้านทานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน (Resister) คาปาซิเตอร์ (Capacitor) ไตรแอค (Triac) ไดแอค (Diac) เป็นต้น

โอห์มมิเตอร์สร้างขึ้นจากขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา (d' Arsonval Moving Coil) โครงสร้างของโอห์มมิเตอร์จะประกอบด้วยแบตเตอรี่ (Battery) ขนาด 1.5 โวลต์ หรือมากกว่าอยู่ภายใน เพื่อจ่ายแรงดันให้แก่ขดลวดเคลื่อนที่ รูปวงจรภายในโอห์มมิเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 วงจรเบื้องต้นของโอห์มมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

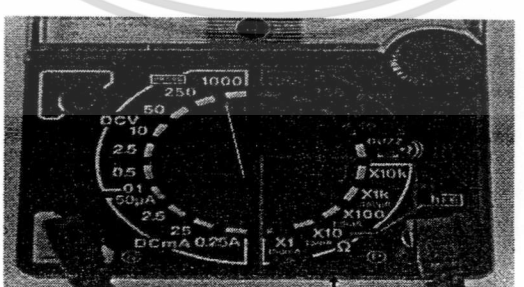
จากวงจรรูปที่ 2.16 เป็นวงจรโอห์มมิเตอร์เบื้องต้น ซึ่งวงจรประกอบด้วยขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา แบตเตอรี่ และตัวต้านทาน 1 ตัว ซึ่งมีหน้าที่จำกัดกระแสไม่ให้ไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่มากจนเกินไป จากรูปจะยังไม่ครบวงจรจนกว่า ขั้ว x และ ขั้ว y จะต่อถึงกัน เมื่อต่อครบวงจรจะทำให้มีกระแสไหลผ่านไปยังขดลวดเคลื่อนที่ซึ่งจะมีค่ามากหรือค่าน้อยขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานที่ประกอบอยู่ในวงจร

สเกลของโอห์มมิเตอร์จะแตกต่างจากดีซี แอมมิเตอร์ (DC Ammeter) และดีซี โวลต์มิเตอร์ (DC Voltmeter) กล่าวคือ สเกลของโอห์มิเตอร์ตำแหน่งเลขศูนย์จะอยู่ทางขวามือ และค่าสูงสุดของโอห์มิเตอร์จะอยู่ทางซ้ายมือของสเกลมิเตอร์ ซึ่งมีค่าเป็นอนันต์ (α) และช่องสเกลของโอห์มมิเตอร์จะมีช่วงห่างไม่เท่ากัน ดังแสดงในรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 สเกลของโอห์มเตอร์

วิธีการใช้งานโอห์มมิเตอร์

เนื่องจากความต้านทานที่มีอยู่จริง จะมีหลายค่ามาก ตั้งแต่ค่าต่ำ ๆ ประมาณต่ำกว่า 1 โอห์ม จนถึงค่าสูง ๆ ประมาณหลาย ๆ เมกะโอห์ม (MΩ) ดังนั้น ถ้าสเกลของโอห์มมิเตอร์มีเพียงสเกลเดียว ค่าที่อ่านได้อาจจะไม่มีความเที่ยงตรง เนื่องจากสเกลละเอียดมีความถี่ของช่องสูงเกินไป เช่นเมื่อนำโอห์มมิเตอร์ไปวัดค่าความต้านทาน 10 โอห์ม และ 11 โอห์ม ซึ่งค่าความต้านทานทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น การอ่านค่าจึงไม่มีค่าที่แตกต่างกันเลย ซึ่งตามหลักความเป็นจริงแล้ว โอห์มมิเตอร์จะมีหลายย่านการวัด ปัจจุบันจะสร้างไว้ภายในมัลติมิเตอร์ ซึ่งมีรูปร่างดังแสดงในรูปที่ 2.18



ย่านวัดความต้านทาน
(โอห์มมิเตอร์)

รูปที่ 2.18 รูปร่างของโอห์มมิเตอร์แบบหลายย่านการวัด (สร้างไว้เป็นส่วนหนึ่งของมัลติมิเตอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอห์มมิเตอร์โดยส่วนใหญ่จะมีย่านการวัด ดังนี้

ย่าน R × 1 วัดค่าความต้านทานได้ประมาณ 0Ω - 500 Ω

ย่าน R × 10 วัดค่าความต้านทานได้ประมาณ 10Ω - 5 kΩ

ย่าน R × 100 วัดค่าความต้านทานได้ประมาณ 100Ω - 50 kΩ

ย่าน R × 1 k วัดค่าความต้านทานได้ประมาณ 1 kΩ - 500 kΩ

ย่าน R × 10 k วัดค่าความต้านทานได้ประมาณ 10 kΩ - 5 MΩ

โอห์มมิเตอร์บางยี่ห้อสามารถวัดค่าความต้านทานได้สูงสุดถึงย่าน R × 100 k วัดค่าความต้านทานได้ประมาณ 100Ω - 50 kΩ

การอ่านค่าความต้านทานจากโอห์มมิเตอร์

จากที่เราทราบแล้วว่า โอห์มมิเตอร์มีหลายย่านการวัด ดังนั้น การอ่านค่าจากการวัดแต่ละย่านจะมีค่าไม่เท่ากัน เช่น เข็มมิเตอร์ชี้ที่ตำแหน่งเลข 10 ให้สังเกตที่ย่านการวัดอะไร ถ้าย่าน R × 1 จะอ่านได้ 10Ω และ R × 10 จะอ่านได้ 100Ω เป็นต้น

การอ่านค่าความต้านทานจากโอห์มมิเตอร์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เลือกย่านการวัดของโอห์มมิเตอร์ที่ต้องการ เช่น ความต้านทานประมาณ 1 kΩ ให้

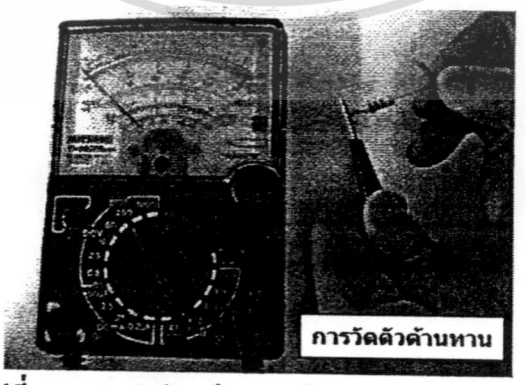
ที่ย่าน R × 100 เข็มจะชี้ที่เลข 10 อ่านค่าได้ 1 kΩ

ที่ย่าน R × 1 k เข็มจะชี้ที่เลข 1 อ่านค่าได้ 1 kΩ

2. นำปลายสายของโอห์มมิเตอร์แตะกัน และสังเกตเข็มของโอห์มมิเตอร์ จะมีการเบี่ยงเบนชี้ไปที่ตำแหน่งศูนย์หรือใกล้ ๆ เลขศูนย์ ถ้าเข็มของมิเตอร์ไม่ชี้ที่ตำแหน่งศูนย์ให้ปรับที่ปุ่มปรับศูนย์ (Zero Ohm) ปรับตำแหน่งของเข็มชี้ที่ตำแหน่งศูนย์พอดี

3. เมื่อปรับศูนย์เสร็จแล้วให้นำไปวัดที่ตำแหน่งต้านทาน แล้วอ่านค่าที่ได้

4. ในการเปลี่ยนย่านการวัดทุกครั้งจะต้องปรับศูนย์ (Zero Ohm) ทุกครั้งเช่นกัน เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำถูกต้องที่สุด

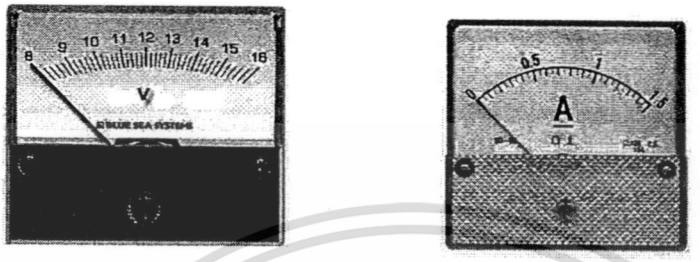


รูปที่ 2.19 การใช้โอห์มมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 เอซี โวลท์มิเตอร์

เนื่องจากระบบไฟฟ้ามีอยู่ 2 ประเภท คือ ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนั้น มิเตอร์จึงจำเป็นจะต้องมี 2 ประเภท ดังนั้น ในบทนี้จะกล่าวถึงมิเตอร์สำหรับวัดไฟฟ้ากระแสสลับหรือมิเตอร์วัดไฟ เอซี (Alternating Current) ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.20

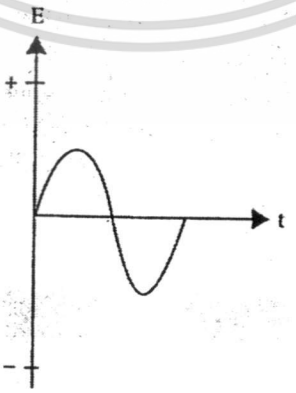


รูปที่ 2.20 มิเตอร์วัดไฟ เอซี

สำหรับมิเตอร์วัดไฟ เอซี จะมีอยู่ 2 ประเภท คือ มิเตอร์วัดไฟแรงดัน เอซี หรือ เอซีโวลท์มิเตอร์ และมิเตอร์วัดกระแส เอซี หรือเอซี แอมมิเตอร์

การวัดแรงดันไฟฟ้า เอซี ตามบ้านจากหม้อแปลง หรือจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับต่าง ๆ ตลอดจนแรงดันไฟสลับที่วัดได้จากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วงจรขยายเสียง เครื่องรับวิทยุ เป็นต้น การวัดไฟดังกล่าว เรียกว่า การวัดไฟกระแสสลับ ซึ่งโครงสร้างของเอซี โวลท์มิเตอร์ จะเหมือนกับดีซี โวลท์มิเตอร์ คือ มีโครงสร้างมาจากขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา

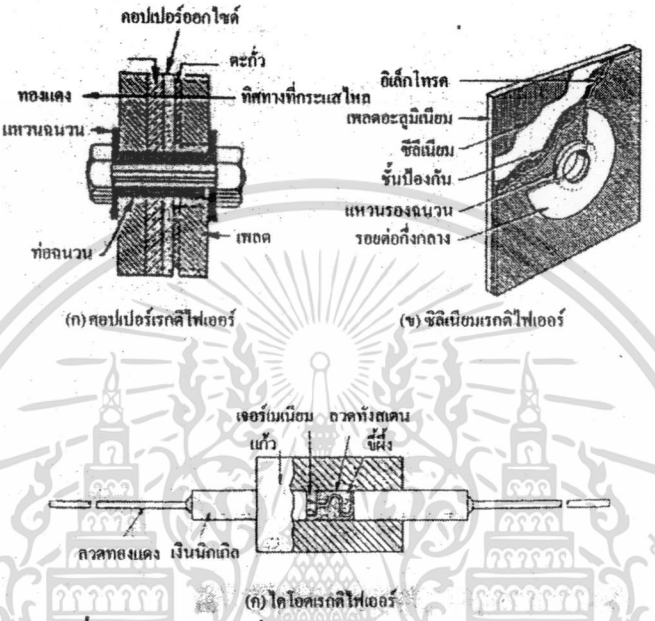
ไฟฟ้ากระแสสลับ คือ ไฟฟ้าที่มีขั้วแรงดัน หรือกระแสสลับกันไปมาตลอดเวลา ชั่วขณะหนึ่งเป็นบวก และอีกชั่วขณะหนึ่งจะเป็นลบ สลับกันไปมาตลอดเวลาของการจ่ายไฟเข้ามา ยกตัวอย่างเช่น ไฟฟ้าที่ใช้ทั่วไปตามบ้านเรียกว่าไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจะมีความถี่ 50 เฮิรตซ์ (Hz) หรือ 50 ไซเกิลต่อวินาที ซึ่งสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับจะแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ

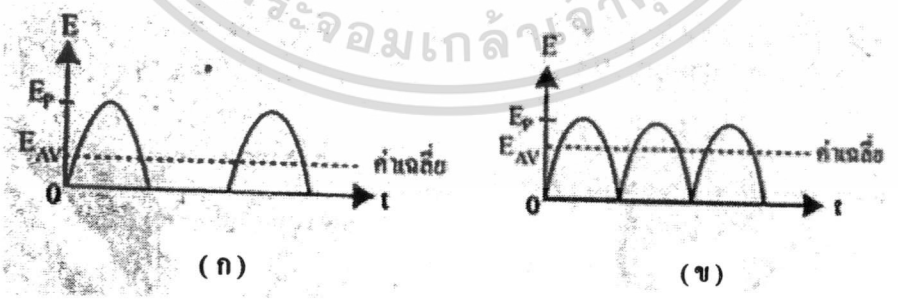
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันไฟกระแสสลับเป็นแรงดันไฟตรง คือ การเรกติไฟเออร์ (Rectifier) ซึ่งจะมีอยู่หลายแบบด้วยกัน เช่น คอปเปอร์ออกไซด์เรกติไฟเออร์ (Copper Oxide Rectifier) ซิลิเนียมเรกติไฟเออร์ (Selenium Rectifier) ไดโอดเรกติไฟเออร์ (Diode Rectifier) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 อุปกรณ์ที่นำมาเรกติไฟเออร์แบบต่าง ๆ

แรงดันไฟฟ้าแระแสสลับจะมีลักษณะเป็นคลื่นไซน์ (Sine Wave) ซึ่งเป็นคลื่นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวา เนื่องจากมีประโยชน์มากมาย คลื่นไซน์เมื่อผ่านอุปกรณ์เรกติไฟเออร์แล้วจะเกิดการกระเพื่อมหรือกระแสกระเพื่อมออกมา ดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 แรงดันไฟกระแสสลับกระเพื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

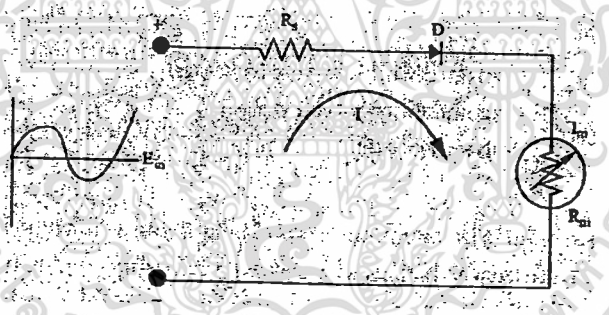
จากรูปที่ 2.23 เป็นแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมแบบครึ่งคลื่นที่แสดงค่าเฉลี่ย (Average Value) ได้ด้วย เมื่อส่งผ่านไฟกระเพื่อมไปให้ดีซี โวลท์มิเตอร์ ทำให้ ดีซี โวลท์มิเตอร์แสดงค่าออกมาเป็นค่าเฉลี่ยครึ่งคลื่น มีค่า 31.8% ของค่าสูงสุดของรูปคลื่น (Peak)

จากรูปที่ 2.23 (ข) เป็นแรงดันไฟกระเพื่อมแบบเต็มคลื่นที่แสดงค่าเฉลี่ยไว้เช่นกัน เมื่อส่งผ่านไฟกระเพื่อมไปให้ ดีซี โวลท์มิเตอร์ทำให้ดีซี โวลท์มิเตอร์แสดงค่าออกมาเป็นค่าเฉลี่ยเต็มคลื่น มีค่า 63.6% ของค่าสูงสุด (Peak)

อุปกรณ์เรกติไฟเออร์ที่นิยมนำมาใช้เป็นเครื่องมือวัดไฟ เอซี คือ ไดโอด เนื่องจากไดโอดจะทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด – ปิด วงจรให้มีแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าผ่านออกเอาท์พุท ซึ่งจะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น และวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

เครื่องมือวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสครึ่งคลื่น

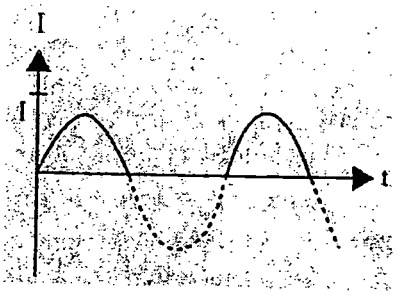
เครื่องมือวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสครึ่งคลื่น (Half – Wave Rectifier) เป็นการนำไดโอดมาต่อในวงจรกบขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวา (d'Arsonval Moving Coil) จะทำให้เครื่องวัดใช้ได้กับไฟกระแสสลับ ตี่ความไวต่ำกว่าเครื่องวัดไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งมีลักษณะวงจรดังแสดงในรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 วงจรเครื่องวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสครึ่งคลื่น

จากรูปที่ 2.24 เมื่อไดโอด (D1) ได้รับสัญญาณรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (E_{in}) ในครึ่งสัญญาณที่เป็นบวก จะทำให้ไดโอดได้รับไบอัสตรง ซึ่งจะทำไดโอดนำกระแสไฟฟ้าได้ แต่ถ้าสัญญาณซีกลบเข้ามาจะทำให้ได้โอดได้รับไบอัสกลับ และทำให้ไม่นำกระแส ดังนั้นสัญญาณแรงดันออกเอาท์พุท (Output) ที่ผ่านไดโอดไปยังขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันว่า จะมีเฉพาะสัญญาณซีกบอกเท่านั้น เราจึงเรียกหลักการนี้ว่า เครื่องมือวัด เอซี แบบเรียงกระแสครึ่งคลื่น ซึ่งจะมีลักษณะสัญญาณเอาท์พุท ดังแสดงในรูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 สัญญาณเอาท์พุตแบบเรียงกระแสครึ่งคลื่น

สมการพื้นฐานที่ใช้สำหรับหาค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ มีดังต่อไปนี้

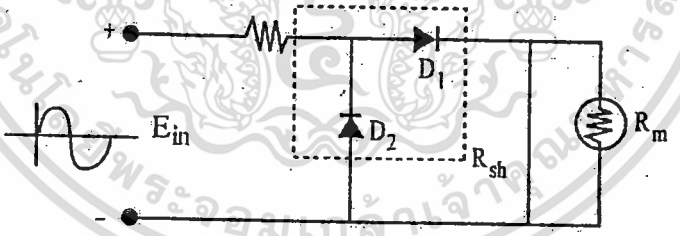
$$E_{rms} = 0.707\, E_p \qquad (2.15)$$

$$E_p = 1.414\, E_{rms} \qquad (2.16)$$

$$E_{ave} = 0.636\, E_p \qquad (2.17)$$

จากตัวอย่างที่ 2.25ค่าเฉลี่ยนของแรงดันไฟฟ้า จะมีค่าเท่ากับ 9 V ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทั้งไซเคิล แต่ไดโอดให้สัญญาณเฉพาะด้านบวกเท่านั้น ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าของวงจรนี้จะเป็นครึ่งหนึ่งของ 9V คือ 4.5 V นั่นเอง

เครื่องมือวัดชนิดนี้จะมีค่าความไวประมาณ 45% ของเครื่องมือวัดไฟกระแสตรง ในการใช้งานจริง เครื่องมือวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสไฟฟ้าครึ่งคลื่นจะต่อไดโอดเพิ่มอีกตัวหนึ่งคือ D_2 เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้ารั่วไหลหรือป้องกันไม่ให้เกิดการไบอัสกลับที่ไดโอด ซึ่งจะมีลักษณะดังแสดงในวงจรรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 วงจรเครื่องมือวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสไฟฟ้าครึ่งคลื่น

จากวงจรรูปที่ 2.26 เมื่อวงจรได้รับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าครึ่งบวก ไดโอด D_1 จะได้รับไบอัสตรง จึงทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าส่วน D_2 จะได้รับไบอัสกลับจะทำให้มีความต้านทานสูง กระแสจึงไหลผ่าน D_2 ไม่ได้

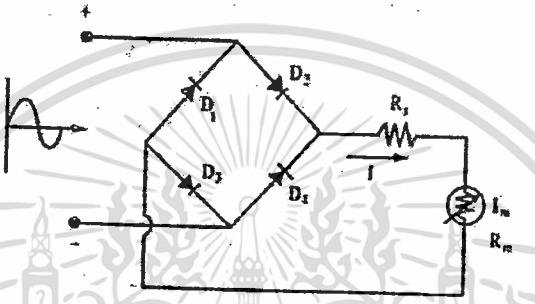
ในขณะที่ครึ่งของสัญญาณที่เป็นลบ D_2 ได้รับไบอัสตรง ทำให้ D_2 นำกระแสขณะเดียวกันแรงดันตกคร่อม D_1 จะลดลงจนไม่อยู่ในสภาพที่นำกระแสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น จากวงจร D_1 และ D_2 ทำหน้าที่ป้องกันซึ่งกันและกันไม่ให้ได้รับการไบอัสกลับและสำหรับ Rsh ที่ต่อคร่อมขดลวดเคลื่อนที่จะทำให้แรงดันไฟฟ้าในช่วงไบอัสตรงมีค่ามากขึ้น จนอยู่เลยช่วงแรงดันไฟฟ้าคัทอิน (Cut – in)

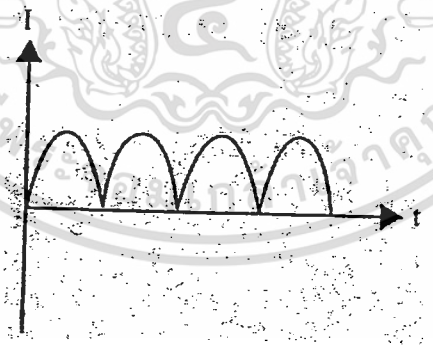
เครื่องมือวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสเต็มคลื่น

เครื่องมือวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสเต็มคลื่น (Full Wave Rectifier) เป็นเครื่องมือวัดที่ได้รับความนิยมมากกว่าแบบเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น เนื่องจากมีความไวสูงกว่า ซึ่งมีลักษณะวงจรดังแสดงในรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 เครื่องมือวัดไฟ เอซี แบบเรียงกระแสเต็มคลื่น

จากรูปที่ 2.27 เป็นเครื่องมือวัดแบบเรียงกระแสเต็มคลื่น จะมีกระแสไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์ทั้ง 2 ซีก ทำให้ค่าเฉลี่ยของมิเตอร์ที่แสดงออกมาเพิ่มขึ้นจากเดิม 1 เท่าเป็น 63.6% ซึ่งสัญญาณเอาท์พุทจะแสดงในวงจรรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 สัญญาณเอาท์พุทของวงจรเครื่องมือวัดแบบเรียงกระแสเต็มคลื่น

ดังนั้น จากวงจรรูปที่ 2.31 ถ้าเรามีแรงดันไฟฟ้า E_{in} = 10 V_{rms} ป้อนเข้ามา ความต้าน R_s = 10 kΩ กระแสที่ทำให้เข็มชี้เต็มสเกล (I_m) = 1 mA ค่าเฉลี่ยของวงจรนี้จะหาได้จาก

$$E_p = 1.44 \times 10\ V_{rms}$$

$$E_p = 14.14\ V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

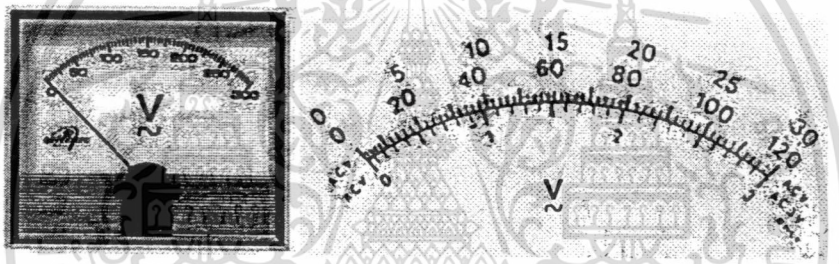
$$\therefore E_{ave} = 0.636 \times 14.14$$

$$= 9\ V$$

สรุปได้ว่า เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 10 V_{nns} จะอ่านค่าเฉลี่ย (E_{ave}) ของเครื่องมือวัดได้เพียง 9 V หรือ 9 V_{dc} หรือกล่าวได้ว่าความไวของเครื่องมือวัดนี้มีค่า 90 % ของความไวในเครื่องมือวัดไฟฟ้ากระแสตรง

สเกลหน้าปัดของเอซี โวลท์มิเตอร์

สเกลหน้าปัดของเอซี โวลท์มิเตอร์ (Ac Voltmeter) จะเหมือนกับ ดีซี โวลท์มิเตอร์ เพียงแต่สัญลักษณ์ที่อยู่ใต้อักษร V จะมีเครื่องหมายไซน์ (-) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นไฟกระแสสลับ มีรูปร่างของจริงและสเกลหน้าปัดเอซี โวลท์มิเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 รูปร่างและสเกลหน้าปัดของเอซี โวลท์มิเตอร์

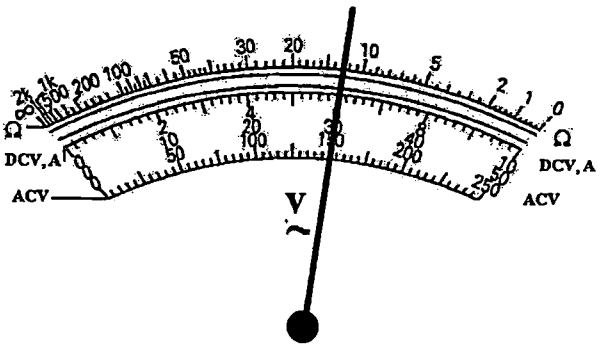
จากรูปที่ 2.34 (ข) เป็นสเกลหน้าปัดของ เอซี โวลท์มิเตอร์ มียานการวัดแรงดันไฟสลับเต็มสเกลได้ 3 ย่านการวัด ได้แก่ย่านการวัด 0-3V, 0-30 V, 0-120 V

การอ่านค่าสเกลหน้าปัดของเอซี โวลท์มิเตอร์

การอ่านค่าสเกลหน้าปัดของเอซี โวลท์มิเตอร์ จะเหมือนกับ ดีซี โวลท์มิเตอร์ แต่ค่าแรงดันไฟฟ้าสลับค่าที่อ่านได้จะต้องเป็นแรงดันอาร์เอ็มเอส (RMS) เสมอ และสังเกตในย่านการวัดโวลท์ต่ำด้านซ้ายมือ สเกลจะไม่เป็นเชิงเส้น (Non – Linear Scale) ซึ่งจะขอยกตัวอย่างการอ่านค่าสเกลหน้าปัดของเอซี โวลท์ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2.1 จากรูปที่ 2.30 จงอ่านสเกลหน้าปัดที่ตำแหน่งเข็มมิเตอร์ชี้



รูปที่ 2.30 ตัวอย่างสเกลหน้าปัดที่ตำแหน่งเข็มมิเตอร์ชี้

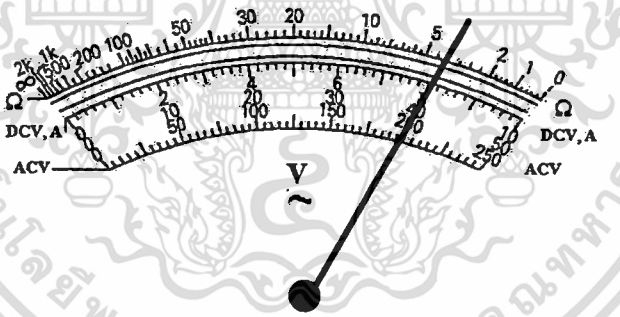
วิธีการอ่าน

ที่ย่านการวัด 0-10 V อ่านค่าได้เท่ากับ 6 V

ที่ย่านการวัด 0-50 V อ่านค่าได้เท่ากับ 30 V

ที่ย่านการวัด 0-250 V อ่านค่าได้เท่ากับ 150 V

ตัวอย่างที่ 2.2 จากรูปที่ 2.31 จงอ่านค่าสเกลหน้าปัดที่ตำแหน่งเข็มมิเตอร์ชี้



รูปที่ 2.31 ตัวอย่างสเกลหน้าปัดที่ตำแหน่งเข็มมิเตอร์ชี้

วิธีการอ่าน

ที่ย่านการวัด 0-10 V อ่านค่าได้เท่ากับ 8 V

ที่ย่านการวัด 0-50 V อ่านค่าได้เท่ากับ 40 V

ที่ย่านการวัด 0-250 V อ่านค่าได้เท่ากับ 200 V

2.2.5 มัลติมิเตอร์แบบเข็ม

มัลติมิเตอร์ (Multimeter) คือ เครื่องมือวัดที่ประกอบด้วย ย่านการวัดหลายย่าน ได้แก่แอมมิเตอร์ (Ammeter) โวลท์มิเตอร์ (Voltmeter) และโอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) จากหลักการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้ศึกษามาแล้วว่า แอมมิเตอร์ โวลท์มิเตอร์และโอห์มมิเตอร์มีโครงสร้างพื้นฐาน โดยใช้ขดลวดเคลื่อนที่แบบดาร์สันวาเหมือนกัน ดังนั้น มัลติมิเตอร์จึงใช้ขดลวดเคลื่อนที่ตัวเดียว แต่สามารถทำให้เป็นเครื่องมือวัดได้หลายย่านการวัด

รูปที่ 2.32 มัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม

มัลติมิเตอร์ (Multimeter) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบใช้เข็มและแบบดิจิตอล บทนี้จะศึกษาเกี่ยวกับมัลติมิเตอร์แบบใช้เข็มดังแสดงในรูปที่ 2.40

ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม

มัลติมิเตอร์มีอยู่มากมายหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต แต่โดยส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบที่คล้ายกัน คือ

1. ดีซี โวลท์มิเตอร์ (DCV)
2. เอซี โวลท์มิเตอร์ (ACV)
3. ดีซี มิลลิแอมมิเตอร์ (DC mA)
4. โอห์มมิเตอร์ (Ω)

นอกจากนี้ยังสามารถใช้วัดค่าปริมาณไฟฟ้าอื่น ๆ ได้อีกหลายอย่าง เช่น วัดความดังของสัญญาณเสียงแบบเดซิเบล (Decibel; dB) วัดการต่อของวงจรแสดงด้วยเสียงจากบัสเซอร์ (Buzzer) วัดอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ (h_{FE}) วัดกระแสรั่วซึมของทรานซิสเตอร์ (I_{CEO}) เป็นต้น

1. **ดีซี โวลท์มิเตอร์ (DCV)** ประกอบด้วยย่านการวัด 7 ย่าน ได้แก่

   ย่านการวัด 0.1 V

   ย่านการวัด 0.5 V

   ย่านการวัด 2.5 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่านการวัด 10 V
ย่านการวัด 50 V
ย่านการวัด 250 V
ย่านการวัด 1,000 V

2. **เอซี โวลท์มิเตอร์ (ACV)** ประกอบด้วยยานการวัด 5 ย่าน ได้แก่

ย่านการวัด 2.5 V
ย่านการวัด 10 V
ย่านการวัด 50 V
ย่านการวัด 250 V
ย่านการวัด 1,000 V

3. **ดีซี มิลลิแอมมิเตอร์ (DC mA)** ประกอบด้วยยานการวัด 3 ย่าน ได้แก่

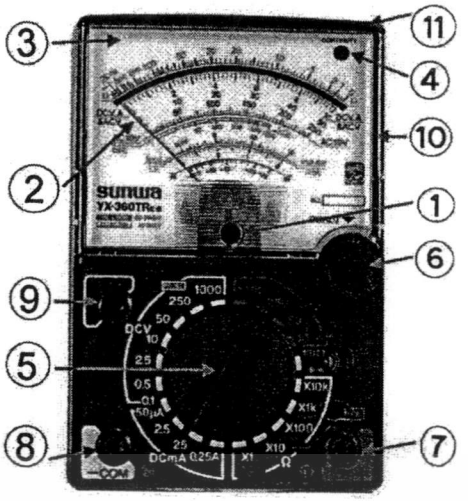
ย่านการวัด 2.5 mA
ย่านการวัด 25 mA
ย่านการวัด 250 mA

4. **โอห์มมิเตอร์ (Ω)**ประกอบด้วยยานการวัด 5 ย่าน ได้แก่

ย่านการวัด R × 1
ย่านการวัด R × 10
ย่านการวัด R × 100
ย่านการวัด R × 1k
ย่านการวัด R × 10 k

สำหรับส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ ยังมีส่วนที่สำคัญมากหลายอย่าง ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์

จากรูปที่ 2.33 เป็นรูปส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ สามารถอธิบายรายละเอียดดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 คือ สกรู เพื่อปรับแต่งเข็มของมัลติมิเตอร์ให้ชี้ที่ตำแหน่งเลข 0 ซึ่งอยู่ทางซ้ายมือสุดของสเกลเพื่อให้อ่านได้ถูกต้องแม่นยำ

หมายเลข 2 คือ เข็มของมัลติมิเตอร์

หมายเลข 3 คือ สเกลหรือหน้าปัดของมัลติมิเตอร์

หมายเลข 4 คือ ไดโอดเปล่งแสง (LED) จะติดสว่างในย่านวัดความต้านทาน

หมายเลข 5 คือ สวิตช์ เลือกย่านการวัดต่าง ๆ เช่น โวลท์ กระแส หรือโอห์ม เป็นต้น โดยทั่วไปจะเรียกว่า ซีเล็กเตอร์สวิตช์ (Selector Switch) หรือ สวิตช์เลือกย่านการวัด

หมายเลข 6 คือ ปุ่มปรับซีโร่โอห์ม (Zero Ohm)

หมายเลข 7 ขั้วแจ็คบวก (+) โดยปกติสำหรับเสียบสายสีแดง

หมายเลข 8 ขั้วแจ็คบวก (-) โดยปกติสำหรับเสียบสายสีดำ

หมายเลข 9 ขั้วแจ็คเอาท์พุท ใช้ในการวัดความดังของเสียง มีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB)

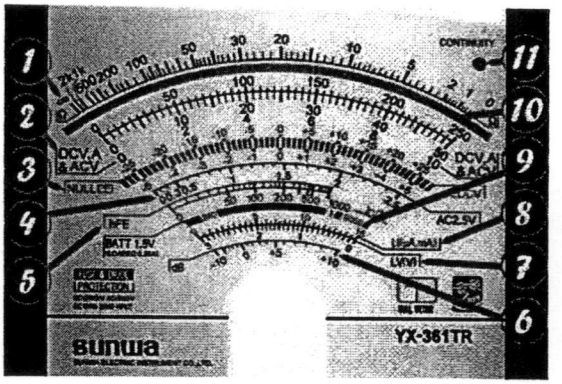
หมายเลข 10 ฝาครอบ

หมายเลข 11 ตัวถัง

ส่วนประกอบสเกลหน้าปัดของมัลติมิเตอร์

สเกลหน้าปัดของมัลติมิเตอร์จะมีรายละเอียดต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกัน แต่จะมีส่วนที่คล้ายกันตามมาตรฐานของมัลติมิเตอร์ทั่วไป ซึ่งรูปที่ 2.34 จะแสดงสเกลหน้าปัดมัลติมิเตอร์ของซันวา (SUNWA) รุ่น YX-361TR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 สเกลหน้าปัดของมัลติมิเตอร์รุ่น YX-361TR

จากรูปที่ 2.42 สเกลหน้าปัดของมัลติมิเตอร์รุ่น YX-361TR สามารถอธิบายรายละเอียดของสเกลหน้าปัด ดังนี้

หมายเลข 1 คือ สเกล Ω เป็นสเกลที่ใช้สำหรับอ่านค่าความต้านทาน เมื่อเลือกย่านการวัดไปที่โอห์มมิเตอร์ (Ω) ซึ่งสเกลของโอห์มมิเตอร์จะมีสีดำ

หมายเลข 2 คือ สเกล DCV, A&, ACV เป็นสเกลที่ใช้สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อเลือกย่านการวัดไปที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) เป็นสเกลที่ใช้สำหรับอ่านค่ากระแส เมื่อเลือกย่านการวัดกระแส (DC mA) และเป็นสเกลที่ใช้สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟกระแสสลับ เมื่อเลือกย่านการวัดไปที่แรงดันไฟกระแสสลับ (ACV) เป็นสเกลสีดำ

หมายเลข 3 คือ สเกล Null Meter เป็นสเกลที่ใช้สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบค่าบวกและลบ (± DCV) เมื่อเลือกย่านการวัดแรงดันไฟกระแสตรงนัล (DCV Null) สเกลเป็นสีน้ำเงิน

หมายเลข 4 คือ สเกล AC 2.5 V เป็นสเกลใช้สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเฉพาะแรงดันวัด 2.5 V เท่านั้น เมื่อเลือกย่านการวัดไปที่ 2.5 V เมื่อเลือกย่านการวัดแรงดันไฟกระแสสลับย่าน 2.5 V (ACV 2.5 V) สเกลเป็นสีแดง

หมายเลข 5 คือ สเกล h_{FE} เป็นสเกลที่ใช้สำหรับอ่านค่าอัตราการขยายกระแสไฟตรงของทรานซิสเตอร์ (Transistor) เมื่อเลือกย่านการวัดโอห์ม (Ω) ที่ × 10 (h_{FE}) สเกลเป็นสีน้ำเงิน

หมายเลข 6 คือ เป็นสเกลที่ใช้ในการอ่านค่าความดังของเสียง มีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB)

หมายเลข 7 คือ สเกล LI (μA, mA) เป็นสเกลใช้สำหรับอ่านกระแสโหลด (Load Current) หรือ LI ของอุปกรณ์ที่วัดเมื่อเลือกย่านการวัดโอห์ม (Ω) และสามารถใช้วัดกระแสรั่วไหลระหว่างขา C และ E ของทรานซิสเตอร์ (I_{CEO}) ได้ สเกลเป็นสีน้ำเงิน

หมายเลข 8 คือ สเกล LV (V) เป็นสเกลใช้สำหรับอ่านค่าแรงดันโหลด (Load Voltage) หรือ LV ของอุปกรณ์ที่ทำการวัดเมื่อเลือกย่านการวัดไปที่โอห์ม (Ω) สเกลสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

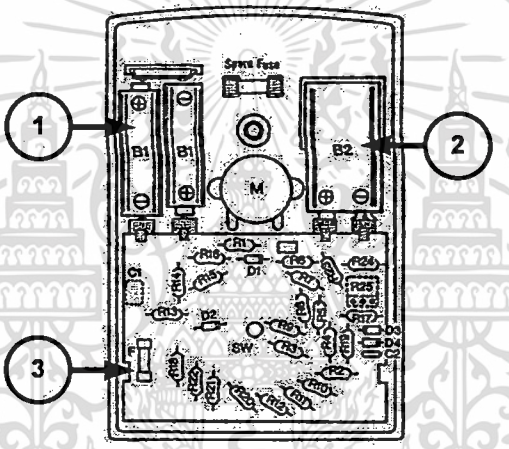
หมายเลข 9 คือ สเกล BATT 1.5 V เป็นสเกลใช้เฉพาะทดสอบแบตเตอรี่ 1.5 V เมื่อเลือกย่านการวัด 1.5 V BATT

หมายเลข 10 คือ กระจกเงาเพื่อทำให้การอ่านค่าบนสเกลที่แสดงด้วยเข็มชี้ถูกต้องที่สุด โดยอ่านค่าตำแหน่งเข็มชี้จริงกับเข็มชี้ในกระจกเงาซ้อนกันพอดี

หมายเลข 11 คือ ไดโอดเปล่งแสง (LED) ใช้สำหรับเช็คอุปกรณ์หรือสายไฟว่าขาดหรือไม่ ถ้าไม่ขาดไดโอดเปล่งแสงจะมีแสงสว่างออกมา

ส่วนประกอบภายในของมัลติมิเตอร์

การใช้งานของมัลติมิเตอร์บางครั้งอาจจะได้รับความเสียหาย หรืออุปกรณ์บางอย่างเสื่อมสภาพ เช่น แบตเตอรี่อาจจะหมด หรือฟิวส์ขาด ดังนั้น ควรจะรู้จักโครงสร้างภายในของมัลติมิเตอร์ เพื่อใช้สำหรับตรวจซ่อมอุปกรณ์เบื้องต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบภายในของมัลติมิเตอร์

ส่วนประกอบภายในของมัลติมิเตอร์ จะประกอบไปด้วยสิ่งที่สำคัญ ดังนี้

หมายเลข 1 คือ แบตเตอรี่ 1.5 V มีไว้สำหรับย่านการวัดของ โอห์ม (Ω) ใช้สำหรับย่านการวัด R× 1, R× 10, R× 100, R× 1 k

หมายเลข 2 คือ แบตเตอรี่ 9 V มีไว้สำหรับย่านการวัดของ โอห์ม (Ω) ใช้สำหรับย่านการวัด R× 10 k และ R× 100 k

หมายเลข 3 คือ ฟิวส์มีไว้สำหรับป้องกันวงจรของมัลติมิเตอร์ได้รับความเสียหาย หรือช็อต (Short)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานมัลติมิเตอร์

จากที่เราทราบแล้วว่า มัลติมิเตอร์มีหลายย่านการวัด ได้แก่ ย่านแรงดันไฟกระแสตรง (DCV) แรงดันไฟกระแสสลับ (ACV) กระแสตรง (DC mA) และโอห์ม (Ω) ซึ่งแต่ละยานยังมีย่านการวัดย่อยลงไปอีก ซึ่งในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงวิธีการใช้งานแต่ละย่านการวัด

การวัดไฟกระแสตรง

ปรับสวิตซ์เลือกย่านการวัดไปที่ DCV ซึ่งมีย่นการวัด 7 ย่านได้แก 0.1V, 0.5 V, 2.5 V, 10 V, 50 V, 250 V และ 1,000 V การอ่านค่าไฟกระแสตรงให้ใช้สเกลที่ตำแหน่ง DCV, A&ACV โดยมีขั้นตอนการวัด ดังต่อไปนี้

1. นำสายมิเตอร์สีแดงเสียบเข้าที่ขั้วบวก (+) และสายสีดำเสียบเข้าที่ขั้วลบ (COM) ของมัลติมิเตอร์

2. เลือกย่านการวัดให้เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการวัด หรือถ้าไม่ทราบแรงดันที่แน่นอนควรจะตั้งย่านการวัดสูงสุดเสียก่อน คือย่านการวัด 1,000 V

3. นำปลายสายของมัลติมิเตอร์ไปวัดแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในวงจร หรือที่ต้องการทราบโดยการวัดคร่อมหรือวัดขนานกับวงจร และคำนึงถึงขั้วของมัลติมิเตอร์ด้วย ให้ขั้วบอก (ส่วนใหญ่สีแดง) วัดทางด้านแรงดันไฟบวกของวงจร และขั้วลบ (ส่วนใหญ่จะเป็นสีดำ) วัดทางด้านแรงดันไฟลบของวงจร

การวัดไฟกระแสสลับ

จะมีย่านการวัดน้อยกว่าไฟกระแสตรง เนื่องจากไฟกระแสสลับส่วนใหญ่มักจะมีค่าสูง จะไม่มีค่าน้อยเหมือนกับไฟกระแสตรง โดยมีย่านการวัดดังนี้ คือ ย่าน 2.5 V, 10 V, 50 V, 250 V, 1,000 V ซึ่งวิธีการวัดจะเหมือนกับไฟกระแสตรง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำสายมิเตอร์สีแดงเสียบเข้าที่ขั้วบวก (+) และสายสีดำเสียบเข้าที่ขั้วลบ (COM) ของมัลติมิเตอร์

2. เลือกย่านการวัดให้เหมาะสมกับแรงดันที่ต้องการวัด ถ้าไม่ทราบค่าแรงดันที่แน่นอนให้เลือกย่านการวัดสูงสุดไว้ก่อนแล้วค่อย ๆ ลดย่านการวัดลงมาเพื่อให้อ่านค่าได้ถูกต้องชัดเจน

3. นำมัลติมิเตอร์ไปวัดขนานหรือวัดคร่อมกับวงจรโดยไม่ต้องคำนึงถึงขั้วไฟ

การวัดกระแสไฟตรง

จะมีย่านการวัดอยู่ 4 ย่าน ได้แก่ ย่าน 50μA, 2.5 mA, 25 mA, 250 mA มีขั้นตอนการวัดกระแสไฟตรงดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำสายมิเตอร์สีแดงเสียบเข้าที่ขั้วบวก (+) และสายสีดำเสียบเข้าที่ขั้วลบ (COM) ของมัลติมิเตอร์

2. เลือกย่านการวัดให้เหมาะสมกับที่ต้องการวัด ถ้าไม่ทราบค่ากระแสที่แน่นอนให้ตั้งย่านการวัดไว้สูงสุด คือ 250 mA

3. นำมัลติมิเตอร์ไปวัดกระแสไฟตรงในวงจร โดยการวัดค่ากระแสไฟตรงจะต่ออนุกรมกับวงจร โดยคำนึงถึงขั้วไฟบวกและลบ

การวัดความต้านทาน

การวัดความต้านทานจะมีความแตกต่างจากการวัดของ 3 แบบที่ผ่านมา คือ การวัดความต้านทานในวงจรจะต้องไม่มีแรงดันไฟอยู่ในวงจร ซึ่งย่านการวัดโอห์ม (Ω) จะมีย่านการวัดดังนี้ คือ ย่าน R×1, R×10, R×100, R×1 k และ R×10 k โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำสายมิเตอร์สีแดงเสียบเข้าที่ขั้วบวก (+) และสายสีดำเสียบเข้าที่ลบ (COM)

2. เลือกย่านการวัดให้เหมาะสมกับความต้านทานที่ต้องการวัด

3. นำปลายสายมัลติมิเตอร์สีแดง และสีดำมาแตะกันจะทำให้เข็มมิเตอร์ชี้ไปที่ตำแหน่งขวาของสเกลหน้าปัด จากนั้นปรับปุ่ม ADj ของมัลติมิเตอร์ สังเกตเข็มของมัลติมิเตอร์ให้ชี้ตำแหน่ง 0 Ω พอดี

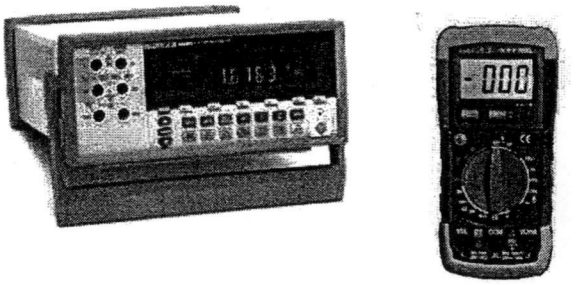
4. นำมัลติมิเตอร์ไปวัดความต้านทานที่วงจร โดยวัดคร่อมหรือขนานวงจรโดยไม่ต้องคำนึงถึงขั้วของมิเตอร์

2.2.6 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) เป็นมัลติมิเตอร์ชนิดหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งระบบการทำงานของมัลติมิเตอร์จะมี 2 แบบ คือ มัลติมิเตอร์แบบใช้เข็มซึ่งเรียกว่า ระบบอนาล็อก (Analog) และดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ซึ่งเรียกว่าระบบดิจิตอล (Digital) หรือระบบตัวเลข

ระบบดิจิตอลเป็นระบบที่มีความแม่นยำสูงมาก ดิจิตอลมัลติมิเตอร์บางยี่ห้อมีความแม่นยำในการวัดสูงถึง 99.99% ซึ่งถือว่าสูงมากเมื่อเทียบกับมัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม แต่ข้อเสียของดิจิตอลมัลติมิเตอร์คือ มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้น การเลือกซื้อจะขึ้นอยู่กับการใช้งานจริง ซึ่งรูปร่างของดิจิตอลมัลติมิเตอร์จะแสดงในรูปที่ 2.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ส่วนประกอบของดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ในปัจจุบันมีหลายยี่ห้อ หลายชนิด ขึ้นอยู่กับราคาและการใช้งาน แต่ส่วนประกอบโดยทั่วไปมีย่านการวัดดังนี้คือ วัดแรงดันไฟกระแสตรง (DCV), แรงดันไฟกระแสสลับ (ACV) และความต้านทาน (Ω) เป็นต้น นอกจากนี้ในดิจิตอลมัลติมิเตอร์บางรุ่นสามารถวัดค่าต่าง ๆ ได้อีก เช่น วัดค่าตัวเก็บประจุ (Capacitor) วัดอุณหภูมิ, วัดความถี่, วัดอัตราการขยายของทรานซิสเตอร์ (h_{FE}) ได้ ส่วนประกอบของดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จะแสดงในรูปที่ 2.37

รูปที่ 2.37 ส่วนประกอบดิจิตอลมัลติมิเตอร์

จากรูปที่ 7.2 เป็นส่วนประกอบดิจิตอลมัลติมิเตอร์ยี่ห้อเท็กซ์ รุ่น M 3650 (B) ซึ่งมีชื่อเรียกและหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

หมายเลข 1 คือ หน้าปัดแสดงผลการวัด ซึ่งเป็นตัวเลขแสดงผลชนิดคริสตอลเหลว หรือ LCD (Liquid Crystal Display) เป็นตัวเลขชนิด 3 หลักครึ่งและแสดงการวัดได้สูงสุด 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 2 คือ กราฟแสดงผลการวัดแบบอนาล็อก (Analog)

หมายเลข 3 คือ สวิตซ์เลือกย่านการวัด

หมายเลข 4 คือ สวิตช์ เปิด – ปิด เครื่อง

หมายเลข 5 คือ ขั้วต่อสายวัดสีแดง ซึ่งวัดค่ากระแสทั้ง DC และ AC ค่าสูงสุดถึง 20 A

หมายเลข 6 คือ ขั้วต่อสายสีดำ ซึ่งวัดค่ากระแสทั้ง DC และ AC ค่าต่ำไม่เกิน 2 A

หมายเลข 7 คือ ขั้วต่อสายสีดำ (COM) เป็นขั้วต่อสายวัดขั้วพื้นฐาน เพื่อเป็นขาร่วมในการใช้วัดปริมาณไฟฟ้าต่าง ๆ

หมายเลข 8 คือ ขั้วต่อสายสีแดง เพื่อใช้งานวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV) ค่าความต้านทาน (Ω) และค่าความถี่ (Frequency)

หมายเลข 9 คือ ขั้วเสียบทรานซิสเตอร์ (Transistor Socket) สำหรับค่าอัตราการขยายกระแส (h_{FE})

หมายเลข 10 คือ ขั้วเสียบตัวเก็บประจุ (Capacitor Socket) สำหรับค่าความจุของตัวเก็บประจุ

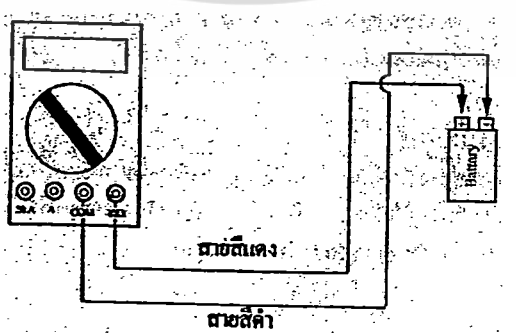
หมายเลข 11 ปุ่มปรับค่าศูนย์ (Zero Adjust) สำหรับวัดค่าตัวเก็บประจุเท่านั้น

การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์

เนื่องจากดิจิตอลมัลติมิเตอร์มีหลายย่านการวัด คือ ย่านการวัดแรงดันไฟกระแสตรง, ย่านการวัดแรงดันไฟกระแสสลับ, ย่านการวัดกระแสไฟฟ้าสลับ, ย่านการวัดไฟฟ้ากระแสตรง, ย่านการวัดความต้านทานและอื่น ๆ

การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DCV)

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์จะมีหลักการทำงานเหมือนกับมัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม คือ ใช้สายมิเตอร์สีแดงเสียบที่ขั้ว + (V/Ω) และใช้สายมิเตอร์สีดำเสียบที่ขั้วลบ (COM) ดังแสดงในรูปที่ 2.38 แล้วนำไปวัดแรงดันไฟกระแสตรงที่ต้องการทราบค่า



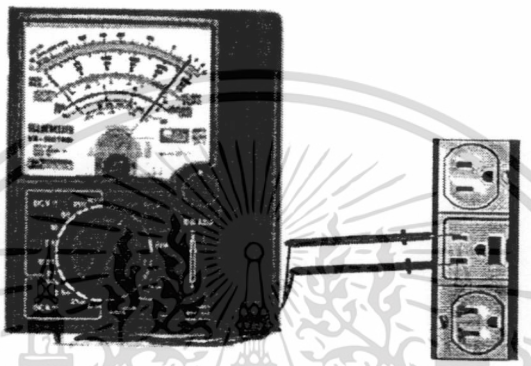
รูปที่ 2.38 การวัดแรงดันไฟฟ้าจาก Battery

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากมัลติมิเตอร์ สามารถสลับสายวัดของมิเตอร์ได้ แต่ค่าแรงดันที่ได้นั้นจะมีค่าเป็นลบ ตรงกันข้ามกับค่าที่ต้องการวัด ซึ่งการสลับสายมัลติมิเตอร์จะไม่ได้รับความเสียหายเหมือนกันมัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม (Analog Multimeter)

การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV)

การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจะเหมือนกับการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง คือ สายสีแดง เสียบเข้าที่ขั้วบวก (V/Ω) และสายสีดำเสียบเข้าที่ขั้วลบ (COM) ดังแสดงในรูปที่ 2.39



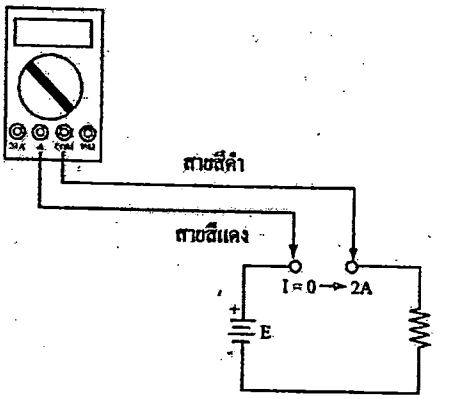
รูปที่ 2.39 การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไปที่เรารู้จักและคุ้นเคยดีก็คือ แรงดันไฟฟ้าที่อยู่ตามปลั๊กไฟตามบ้านเรือน ซึ่งการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่ต้องคำนึงถึงขั้วของสายมิเตอร์ เพราะค่าที่วัดได้จะไม่เท่ากัน โดยไม่มีติดลบเหมือนกับไฟฟ้ากระแสตรง

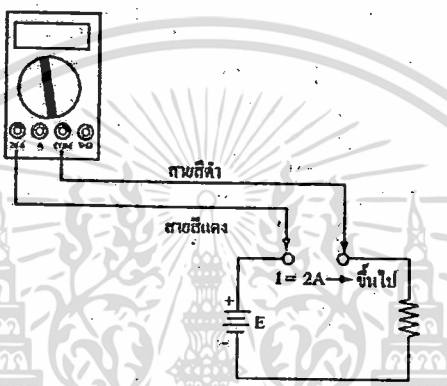
การวัดกระแสไฟฟ้าตรง (DCA)

การวัดกระแสไฟตรงทำได้โดยเสียบสายสำดำของมิเตอร์ที่ขั้วลบ (COM) และเสียบสายสีแดงเข้าที่ขั้ว A (ในกรณีที่ต้องการวัดค่ากระแสไม่เกิน 2A) ถ้าต้องการวัดค่ากระแสที่มีค่าเกิน 2 A ให้นำสายสีแดงของมิเตอร์ไปเสียบที่ขั้ว 20 A ดังแสดงในรูปที่ 2.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การวัดกระแสไฟตรงที่มีค่าไม่เกิน 2A



(ข) การวัดกระแสไฟตรงที่มีค่ามากกว่า 2A

รูปที่ 2.40 การวัดกระแสไฟตรงที่มีกระแสต่ำและกระแสสูง

การวัดกระแสไฟสลับ (AC A)

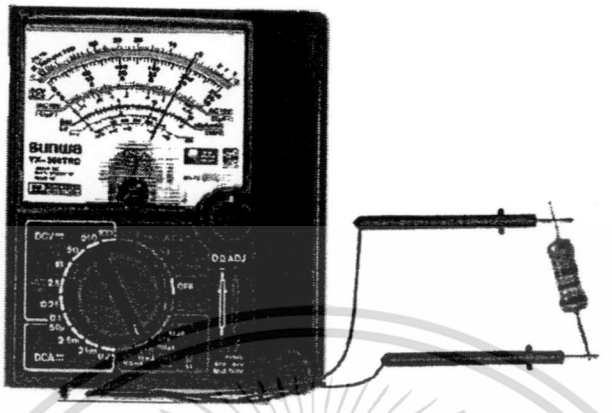
การวัดกระแสไฟสลับจะเหมือนกับการวัดกระแสไฟตรง กล่าวคือ ถ้ากระแสที่ต้องการวัดมีค่าต่ำกว่า 2 A ให้เสียบสายสีแดงที่ขั้ว A แต่ถ้ากระแสที่ต้องการวัดมีค่าสูงกว่า 2 A ให้เสียบสายสีแดงที่ขั้ว 20 A มีข้อแตกต่างระหว่างไฟตรงกับไฟสลับตรงที่กระแสไฟสลับจะไม่ต้องคำนึงถึงขั้วที่ต้องการวัด

การวัดความต้านทาน (Ω)

การวัดความต้านทาน จะไม่เหมือนกับการวัดแบบอื่น เนื่องจากการวัดความต้านทานจะต้องไม่มีแรงดันและกระแสอยู่ในวงจร หรืออุปกรณ์ที่ต้องการวัด สำหรับการวัดค่าความต้านทานจะใช้สายเสียบเหมือนกับการวัดแรงดันไฟกระแสตรง (DCV) คือ สายสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของมิเตอร์เสียบเข้าที่ขั้วบวก (V/) และสายสีดำเสียบเข้าที่ขั้วลบ (COM) ดังแสดงในรูปที่ 2.41 การวัดความต้านทานจะไม่ต้องคำนึงถึงขั้วบวกหรือลบ เนื่องจากค่าความต้านทานจะไม่มีค่าที่ลบ



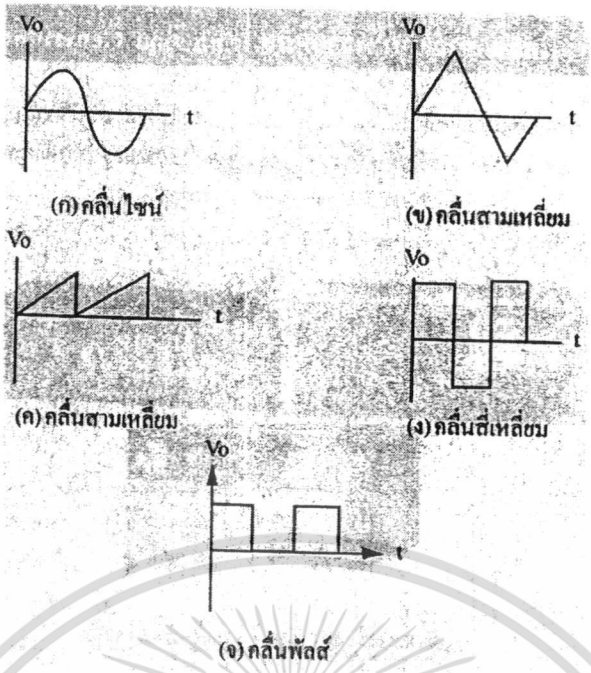
รูปที่ 2.41 วัดความต้านทาน

2.2.7 เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป

ในการใช้งานวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีความจำเป็นจะต้องศึกษาเกี่ยวกับสัญญาณไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ตลอดจนการเลือกใช้สัญญาณไฟฟ้าให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่วงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มักจะมีสัญญาณไฟฟ้าเกี่ยวข้องได้แก่ วงจรขยายเสียง (Amplifier) วงจรกำเนิดความถี่ (Oscillator) วงจรเครื่องวิทยุ และวงจรอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งสัญญาณไฟฟ้าแบบต่าง ๆ จะอยู่ในรูปของไฟกระแสสลับ ดังนั้น จึงจำเป็นจะต้องมีเครื่องกำเนิดสัญญาณหลายแบบ (Function Generator) เพื่อใช้สำหรับทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการจำลองวงจรต่าง ๆ

เครื่องกำเนิดสัญญาณสามารถกำเนิดสัญญาณได้หลายแบบเช่น สัญญาณคลื่นไซน์ (Sine Wave) สัญญาณคลื่นสามเหลี่ยม (Triangular Wave) สัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave) สัญญาณคลื่นพัลส์ (Pulse Wave) และสัญญาณคลื่นฟันเลื่อย (Sawtooth Wave) เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะสัญญาณต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

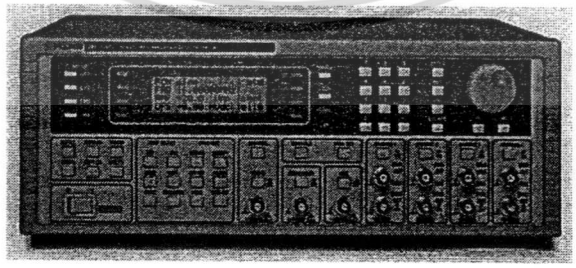


รูปที่ 2.42 รูปสัญญาณคลื่นแบบต่าง ๆ

จากรูปที่ 2.42 เป็นรูปสัญญาณคลื่นแบบต่าง ๆ ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป ดังนั้น การใช้งานจึงมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรูปร่างของสัญญาณ ในการใช้งานสัญญาณคลื่นแบบต่าง ๆ จะต้องมีการปรับแต่งสัญญาณเสียก่อน โดยสัญญาณจะประกอบไปด้วยความถี่และความแรงสัญญาณ (Amplitude) ซึ่งเครื่องกำเนิดสัญญาณมีมากมายหลายแบบดังต่อไปนี้

เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบหลายคลื่น (Function Generator)

เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบหลายคลื่น จะประกอบไปด้วย คลื่นไซน์ (Sine Wave), คลื่นสามเหลี่ยม (Triangular Wave), คลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave) มีลักษณะรูปร่าง ดังแสดงในรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.43 เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบหลายคลื่น

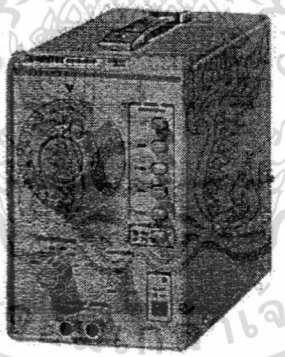
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.43 เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณแบบหลายคลื่น ซึ่งเป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณที่นิยมใช้ในการทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์มากที่สุด เนื่องจากสามารถกำเนิดสัญญาณได้หลายรูปแบบ เครื่องกำเนิดสัญญาณแบบหลายคลื่นโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย

1. ปุ่มปรับความถี่ (Frequency) ซึ่งสามารถปรับได้ช่วงกว้างตั้งแต่ 0.02 H_z จนถึง 50 MH_z
2. ปุ่มปรับความแรงสัญญาณ (Amplitude) ซึ่งสามารถปรับความแรงสัญญาณได้สูงสุด 30 V_{p-p} (โวลท์ พีค – ทู –พีค)

เครื่องกำเนิดความถี่เสียง (Audio Frequency Generator)

เครื่องกำเนิดความถี่เสียง เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณในย่านความถี่สูง และย่านความถี่ต่ำ มีรูปร่างสัญญาณ 2 แบบคือ คลื่นไซน์ และคลื่นสี่เหลี่ยม สามารถกำเนิดความถี่ได้ตั้งแต่ 5 H_z จนถึง 500 kH_z หรือบางรุ่นสามารถกำเนิดความถี่ขึ้นมาได้ 10 H_z จนถึง 1 MH_z ความแรงสัญญาณของคลื่นไซน์มีค่าสูงสุด 3.16 V_{rms} คลื่นสี่เหลี่ยมมีความแรงสัญญาณสูงสุดที่ 5 Vp-p ขณะที่ยังไม่ต่อโหลด (Load) ที่เอาท์พุท ถ้าที่ขั้วเอาท์พุทต่อโหลด 600 Ω ความถี่คลื่นไซน์จะมีความแรงสูงสุดเหลือเพียง 1.58 V_{rms} และคลื่นสี่เหลี่ยมจะเหลือความแรงสัญญาณเพียง 2.5 V_{p-p} ซึ่งเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงมีรูปร่างดังแสดงในรูปที่ 2.44



รูปที่ 2.44 เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง

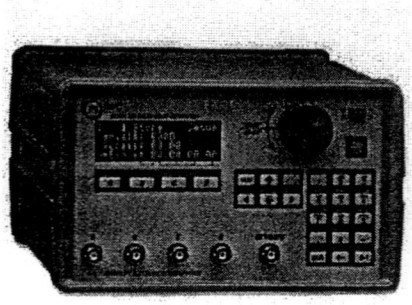
วงจรกำเนิดความถี่เสียงมักนิยมใช้สำหรับวงจรกำเนิดความถี่แบบ RC (RC Oscillator) ซึ่งสามารถกำหนดค่าความถี่ได้ง่าย วงจรที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานมีด้วยกันหลายแบบ เช่น RC **เฟสชิพต์** (RC Phase Shift) **แบบวีนบริดจ์** (Wien Bridge) และแบบวินาที (Twin – T) เป็นต้น

เครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์ (Pulse Generator)

เครื่องกำเนิดสัญญาณ คือ เครื่องกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม ซึ่งมักจะอยู่ซีกบวกเท่านั้น **สามารถกำเนิดความถี่ได้กว้างตั้งแต่** 0.25 จนถึง 125 MH_z และความแรงสัญญาณประมาณ 0.2 V_{p-p}

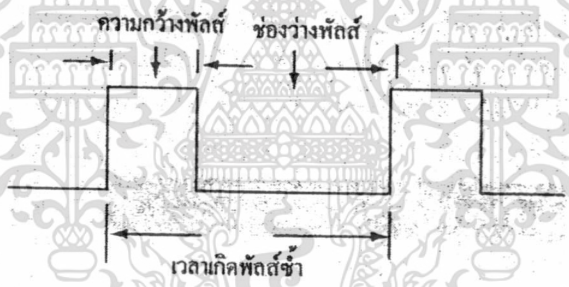
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนถึง 20 V_{p-p} มีเอาท์พุทอิมพีเดนซ์ (Output Impedance) 50 Ω ลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.53บางรุ่นที่มีจำหน่ายอาจเป็นทั้ง Pulse/Function Generator



รูปที่ 2.45 ตัวอย่างเครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์

ส่วนที่สำคัญของเครื่องกำเนิดสัญญาณพัลส์ คือ การปรับความกว้างของพัลส์ (Pulse Width) ปรับเวลาเกิดพัลส์ซ้ำ (Pulse Repetition Time) หรือปรับช่องว่างของพัลส์ (Pulse Spacing) ซึ่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้ถูกบอกอยู่ในรูปของเวลาไมโครวินาที (μS), มิลลิวินาที (ms) และวินาที (s) การปรับค่าต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของดิวตี้ไซเกิล (Duty Cycle) ของพัลส์ค่าต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.46



รูปที่ 2.46 รูปสัญญาณพัลส์

ค่าดิวตี้ไซเกิลของพัลส์ คือ ค่าที่คิดจากค่าความกว้างของพัลส์ หารด้วยเวลาที่เกิดพัลส์ซ้ำได้เท่าไรนำค่า 100 ไปคูณ ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\text{ดิวตี้ไซเกิล} = \frac{\text{ความกว้างของพัลส์}}{\text{เวลาที่เกิดพัลส์ซ้ำ}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกำเนิดความถี่วิทยุ (Radio Frequency Generator)

เครื่องกำเนิดสัญญาณวิทยุ นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า RF Generator เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณในย่านความถี่วิทยุ สามารถกำเนิดความถี่ได้ 100 kH_z ถึง 10 GH_z มีความแรงสัญญาณสูงสุดที่ 2 V_{nns} มีรูปร่างดังแสดงในรูปที่ 2.47

รูปที่ 2.47 เครื่องกำเนิดความถี่วิทยุ

จากรูปที่ 2.47 เป็นเครื่องกำเนิดความถี่วิทยุรุ่นที่หนึ่ง สามารถกำเนิดความถี่ได้ตั้งแต่ 100 kH_z จนถึง 150 kH_z ความถี่สามารถแบ่งออกเป็น 6 ย่าน ซึ่งจะกำกับไว้ด้วยอักษร A จนถึง F ดังต่อไปนี้

ย่าน A	มีความถี่	100 kH_z – 320 kH_z
ย่าน B	มีความถี่	300 kH_z – 1 MH_z
ย่าน C	มีความถี่	1 MH_z – 3.5 MH_z
ย่าน D	มีความถี่	3 MH_z – 11 MH_z
ย่าน E	มีความถี่	10 MH_z – 35 MH_z
ย่าน F	มีความถี่	32 MH_z – 150 MH_z

แรงดันที่ออกเอาท์พุทสูงสุดขณะที่ไม่มีโหลดประมาณ 0.1 V_{nns} และมีความถี่เสียง 1 kH_z กำเนิดขึ้นมาภายในเครื่องกำเนิดความถี่วิทยุ เพื่อใช้ผสมสัญญาณกับความถี่วิทยุภายในเครื่อง การป้อนความถี่เสียงจากภายนอกเข้ามาผสมกับความถี่วิทยุที่กำเนิดขึ้นมา จะมีความถี่เสียงอยู่ในย่าน 50 kH_z ถึง 20 kH_z ความแรงไม่น้อยกว่า 1 V_{nns}

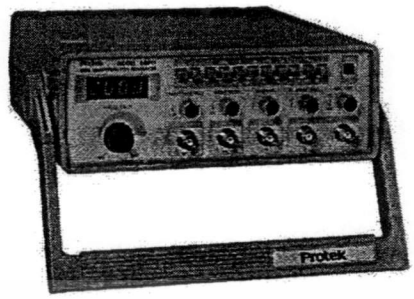
วงจรกำเนิดความถี่วิทยุมักนิยมใช้วงจรกำเนิดความถี่แบบ LC ต่อวงจรแบบวงจรแทงค์ (Tank Circuit) ช่วยให้ความถี่กำเนิดขึ้นมามีความถูกต้องและคงที่

เครื่องกำเนิดสัญญาณกวาด (Sweep Generator)

เครื่องกำเนิดสัญญาณกวาด เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ที่ค่าความถี่ สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้สม่ำเสมอโดยอัตโนมัติ รูปสัญญาณที่กำเนิดขึ้นปกติเป็นคลื่นไซน์ ในบางครั้ง

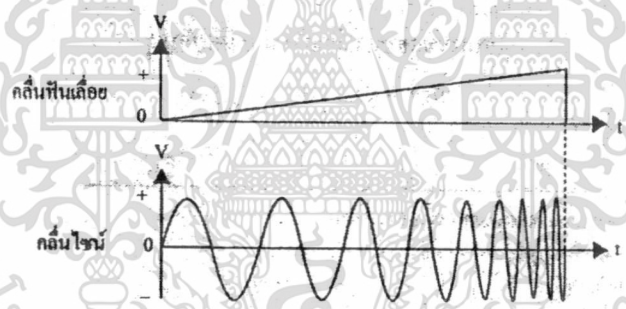
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกำเนิดสัญญาณกวาดจะกำเนิดสัญญาณหลายรูปแบบ (Sweep Function Generator) ซึ่งกำเนิดสัญญาณทั้งคลื่นไซน์ คลื่นสี่เหลี่ยม และคลื่นสามเหลี่ยม มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.48



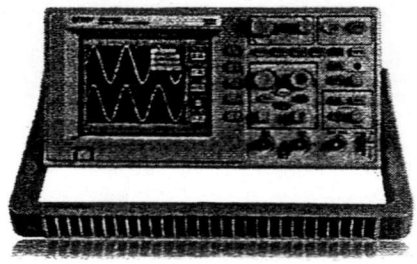
รูปที่ 2.48 เครื่องกำเนิดสัญญาณกวาด

จากรูปที่ 2.48 เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณกวาดรุ่นหนึ่ง สามารถกำเนิดความถี่ได้ตั้งแต่ 0.02 H_z จนถึง 2 MH_z มีรูปสัญญาณออกที่เอาท์พุท 3 แบบ คือ คลื่นไซน์ คลื่นสี่เหลี่ยม และคลื่นสามเหลี่ยม ความแรงสัญญาณ 20 V_{p-p} อิมพีแดนซ์เอาท์พุท 50 Ω มีรูปร่างสัญญาณดังแสดงในรูปที่ 2.49



รูปที่ 2.49 สัญญาณกวาดของความถี่คลื่นไซน์

ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) เป็นเครื่องมือที่ใช้แสดงให้เห็นภาพของรูปคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า หรือกระแสไฟฟ้าคาบเวลา ความถี่ และความสัมพันธ์ระหว่างเฟส ของสัญญาณที่ต้องการตรวจวัด



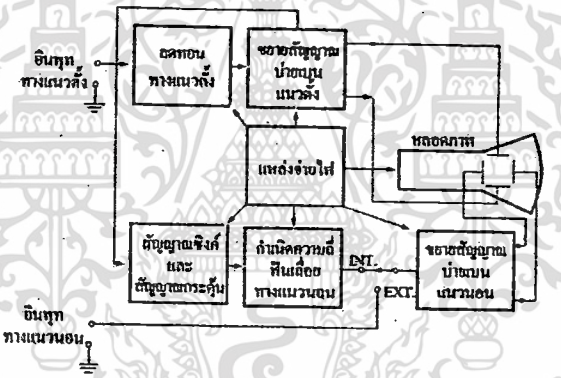
รูปที่ 2.50 ออสซิลโลสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออสซิลโลสโคป เป็นเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งไฟกระแสตรง และไฟกระแสสลับ แต่ส่วนใหญ่มักจะใช้วัดสัญญาณไฟกระแสสลับ สามารถนำไปใช้งานคล้ายกับมัลติมิเตอร์ แต่ออสซิลโลสโคปจะมีข้อดีกว่ามัลติมิเตอร์ คือ วัดและแสดงผลได้อย่างแม่นยำ และรวดเร็วกว่า และสามารถวัดความถี่ได้ด้วย การวัดสัญญาณไฟฟ้าของออสซิลโลสโคปเป็นการวัดแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา จึงสามารถนำออสซิลโลสโคปดัดแปลงวัดปริมาณอื่น ๆ ได้ เช่น ความดัง, ความเร่ง และการสั่นสะเทือน เป็นต้น

โครงสร้างของออสซิลโลสโคป

ออสซิลโลสโคป มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนของวงจรทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอีกส่วนหนึ่ง คือ ส่วนของหลอดภาพแคโทดเรย์ (Cathode Ray Tube) ซึ่งลักษณะโครงสร้างและการทำงานจะคล้ายกับเครื่องรับทั่วไป ตรงที่สามารถทำให้เกิดภาพขึ้นที่จอภาพได้ มีโครงสร้างของออสซิลโลสโคป ดังแสดงในรูปที่ 2.51



รูปที่ 2.51 โครงสร้างของออสซิลโลสโคป

จากรูปที่ 2.51 แสดงโครงสร้างของออสซิลโลสโคป ซึ่งอธิบายไว้ในลักษณะของบล็อกไดอะแกรม โดยแต่ละภาคสามารถแบ่งหน้าที่การทำงาน ดังต่อไปนี้

1. การลดทอนทางแนวตั้ง (Vertical Attenuator) ทำหน้าที่เป็นภาคแรกของสัญญาณอินพุทที่ส่งเข้ามา จากนั้นจะปรับลดทอนความแรงของสัญญาณที่รับเข้ามาให้มีความแรงพอเหมาะก่อนที่จะส่งไปยังหลอดภาพ

2. ภาคขยายสัญญาณบ่ายเบนแนวตั้ง (Vertical Deflection Amplifier) รับสัญญาณเข้ามาจากภาคลดทอนทางแนวตั้ง และทำหน้าที่ขยายให้มีความแรงมากพอที่จะส่งไปควบคุมแผ่นเพลตบนล่าง (Vertical Plate) เพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้าไปบังคับลำอิเล็กตรอนให้บ่ายเบนขึ้นลงทางแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภาคสัญญาณซิงค์ และสัญญาณกระตุ้น (Synchronize & Trigger Signal) รับสัญญาณบางส่วนมาจากภาคขยายสัญญาณบ่ายเบนแนวตั้ง เข้าเปลี่ยนสัญญาณเป็นสัญญาณพัลส์ ส่งไปควบคุมให้ภาคกำเนิดความถี่ฟันเลื่อยทางแนวนอน กำเนิดความถี่ขึ้นมาพร้อมกับความถี่ที่ป้อนเข้ามา ทำให้ภาพที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคปหยุดนิ่งไม่เลื่อนไหล

4. ภาคกำเนิดความถี่ฟันเลื่อยทางแนวนอน (Horizontal Sawtooth Oscillator) ทำหน้าที่กำหนดความถี่ฟันเลื่อยให้เหมาะสมกับความถี่ของสัญญาณทางแนวตั้ง แล้วส่งไปยังภาคขยายสัญญาณบ่ายเบนแนวนอนเพื่อทำให้จอภาพเกิดเส้นกวาดในแนวนอนขึ้นมา

5. ภาคขยายสัญญาณบ่ายเบนแนวนอน (horizontal Deflection Amplifier) รับสัญญาณมาจากภาคกำเนิดความถี่ฟันเลื่อยทางแนวนอน มาทำการขยายสัญญาณให้มีความแรงมากพอที่จะส่งไปควบคุมแผ่นเพลตซ้ายขวา (Horizontal Plate) .ให้เกิดสนามไฟฟ้าไปบังคับลำอิเล็กตรอนให้บ่ายเบนในแนวนอน

สัญญาณก่อนส่งเข้าภาคนี้ มีสวิตช์เลือกรับสัญญาณป้อนเข้า 2 ตำแหน่ง คือ ภาคในหรือ INI (Internal) และภาคนอก หรือ EXT (External)

- ตำแหน่ง INI เป็นการรับสัญญาณมาจากภาคกำเนิดความถี่ฟันเลื่อยทางแนวนอนมาขยาย
- ตำแหน่ง EXT เป็นการรับสัญญาณมาจากภายนอกที่ขั้วอินพุททางแนวนอน เพื่อใช้ในการวัดความถี่แบบพิเศษ และวัดความต่างเฟสของสัญญาณ โดยใช้วิธีลิสซาจัวส์ (Lissajous Method)

6. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) เป็นแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าขนาดต่าง ๆ จ่ายไปเลี้ยงวงจรและส่วนประกอบต่าง ๆ ให้สามารถทำงานได้

สายวัดหรือโพรบ (Probe)

โพรบเป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณจากวงจรที่ต้องการตรวจวัดไปยังช่องรับสัญญาณอินพุท ซึ่งแบ่งตามประเภทการใช้งานดังต่อไปนี้

1. โพรบวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ Passive
2. โพรบวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ Active
3. โพรบวัดกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

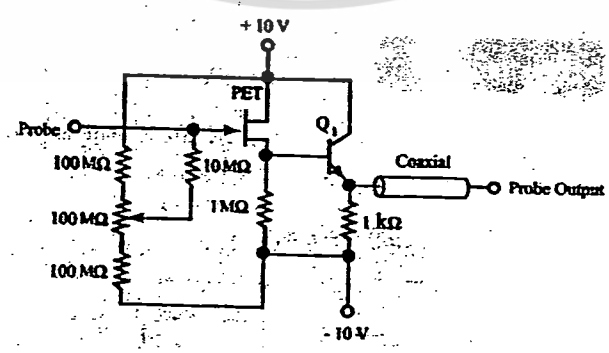
รูปที่ 2.52 โพรบแบบต่าง ๆ

โพรบวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ Passive เป็นโพรบที่นิยมใช้มากที่สุด ที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ แบบไม่ลดทอนสัญญาณ (× 1) และแบบลดทอนสัญญาณ (× 10) หรือ (× 100) โพรบแบบลดทอนสัญญาณจะประกอบไปด้วยความต้านทาน ® และคาปาซิเตอร์ (C) ต่อขนานกัน, สายวัดแกนร่วม (Coaxial) ซึ่งมีค่า C_2 อยู่ภายในตัว, สำหรับคาปาซิเตอร์ C_1 ซึ่งสามารถปรับค่าได้จะใช้ในการสอบเทียบโพรบว่ามีความผิดเพี้ยน (Distort) ในการส่งผ่านข้อมูลหรือไม่

จากรูปที่ 2.53 โพรบจะต่อเข้ากับช่องรับสัญญาณอินพุทของระบบเบี่ยงเบนแนวตั้งที่ภาคอินพุทของออสซิลโลสโคป จะประกอบด้วยความต้านทาน R_m และคาปาซิเตอร์

รูปที่ 2.53 โพรบวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ Passive

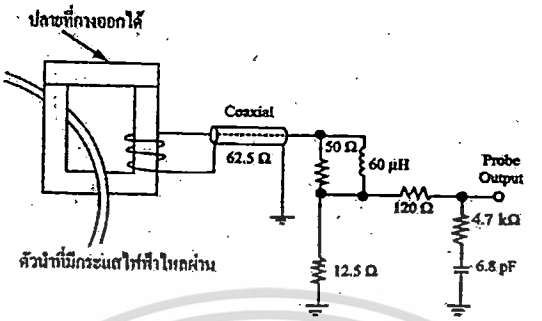
โพรบวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ Active โพรบชนิดนี้ในวงจรจะประกอบไปด้วยเฟท (FET) และทานซิสเตอร์ (Q1) ดังแสดงในรูปที่ 2.54 เพื่อทำให้อินพุทอิมพีแดนซ์ (Input Impedance) สูงขึ้น ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในการวัดสัญญาณอินพุทที่มีความถี่สูงได้



รูปที่ 2.54 โพรบวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ Active

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

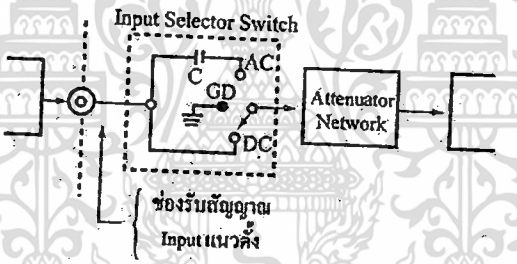
โพรบวัดกระแสไฟฟ้า จะสงผ่านสัญญาณจากวงจรที่ต้องการตรวจวัดไปยังช่องรับสัญญาณ Input โดยอาศัยหลักการของ Current Transformer โพรบชนิดมีปลายที่กางออกได้สำหรับใส่สายตัวนำ ซึ่งมีกระแสไฟฟ้าอยู่ภายใน กระแสไฟฟ้านี้ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและรูปคลื่นกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัด



รูปที่ 2.55 โพรบวัดกระแสไฟฟ้า

สวิตซ์เลือกสัญญาณอินพุท

สวิตซ์เลือกสัญญาณอินพุท จะทำหน้าที่กำหนดวิธีการเชื่อมต่อ สัญญาณอินพุทจากโพรบไปยังภาคลดทอนสัญญาณ (Attenuator Network) ดังแสดงในรูปที่ 2.56



รูปที่ 2.56 สวิตซ์เลือกสัญญาณอินพุท

จากรูปที่ 2.56 เมื่อสวิตช์อยู่ที่ตำแหน่งต่างกัน วิธีการต่อสัญญาณอินพุทกับภาคลดทอนสัญญาณย่อมมีความแตกต่างกัน ดังนี้

ตำแหน่ง DC คือ ต่อสัญญาณอินพุทกับภาคลดทอนสัญญาณโดยตรง ใช้ในการวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงและสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ต่ำ

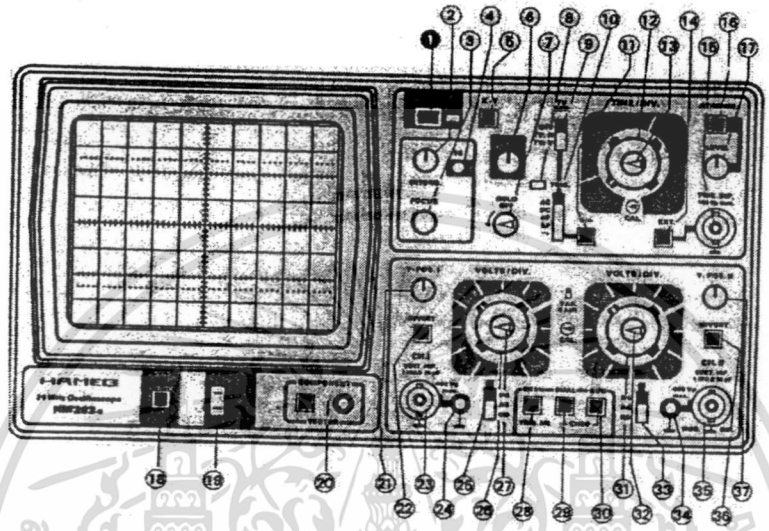
ตำแหน่ง AC คือ ต่อสัญญาณอินพุทกับตัวเก็บประจุ (C) เพื่อกันสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง

ตำแหน่ง GD คือ ต่อสัญญาณอินพุทลงกราวด์เพื่อเทียบสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่มและหน้าที่ของออสซิลโลสโคป

ออสซิลโลสโคปมีมากมายหลายรุ่นด้วยกัน แต่บางรุ่นที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เช่น ยี่ห้อ HAMEG รุ่น HM 203 – 6, รุ่น HM 303 – 4 KENWOOD รุ่น CS – 4025, CS – 4026 และรุ่น CS – 4053 จะขอยกตัวอย่างออสซิลโลสโคปยี่ห้อ HAMEG รุ่น 203-6 ซึ่งมีหน้าที่การใช้งานดังแสดงในรูป 2.57



รูปที่ 2.57 รายละเอียดปุ่มต่าง ๆ และหน้าที่การทำงานของออสซิลโลสโคป ยี่ห้อ HAMEG รุ่น 203-6

ปุ่มและหน้าที่การทำงานของออสซิลโลสโคปยี่ห้อ HAMEG รุ่น 203-6 มีชื่อและหน้าที่ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1	Power (ON, OFF)	มีหน้าที่	เปิดและปิดการทำงานของเครื่อง
หมายเลข 2	INTENS	มีหน้าที่	ควบคุมความเข้มของแสงสว่างของเส้นที่หน้าจอ
หมายเลข 3	FOCUS	มีหน้าที่	ปรับความเอียงของเส้นแสงด้านแนวนอนให้เส้นขนานกับตารางแนวนอนของออสซิลโลสโคป
หมายเลข 4	TR	มีหน้าที่	ปรับความเอียงของเส้นแสงด้านแนวนอนให้เส้นขนานกับตารางแนวนอนของออสซิลโลสโคป
หมายเลข 5	X - Y	มีหน้าที่	เลือกการทำงานแบบ X – Y ออสซิลโลสโคปจะเกิดจุดแสงกลางจอ
หมายเลข 6	X – POS	มีหน้าที่	ควบคุมการเคลื่อน ซ้าย – ขวา ของภาพทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่มและหน้าที่การทำงาน (ต่อ)

หมายเลข 7	HOLD OFF	มีหน้าที่	ควบคุมช่วงเวลาหยุดระหว่างการกวาดของสัญญาณฟันเลื่อย เพื่อทำให้สัญญาณทริกเกอร์ทำงานถูกต้อง ทำให้ภาพนิ่ง ปกติจะหมุนสุดทวนเข็มนาฬิกา
หมายเลข 8	TRIG (LED)	มีหน้าที่	LED จะเปล่งแสงเมื่อมีสัญญาณทริกเกอร์มากระตุ้น
หมายเลข 9	TV SEP	มีหน้าที่	สัญญาณซิงค์ที่ใช้วัดสัญญาณ TV มี 3 ตำแหน่ง คือ OFF = ทำงานในสภาวะปกติ TV : H = วัดความถี่ของ TV ด้าน HOR. V = วัดความถี่ของ TV ด้าน VER.
หมายเลข 10	TRIG - AC - DC - HF - LF - ~	มีหน้าที่	เลือกสัญญาณทริกเกอร์ AC : 10 H_z ~ 20 MH_z DC : DC~20 MH_z HF : 1.5 kH_z ~ 40 MH_z LF : DC ~ 1 kH_z ~ : ความถี่ 50 H_z ไฟสลับแรงดันต่ำ
หมายเลข 11	+/-	มีหน้าที่	เลือกระดับสัญญาณริกเกอร์ + = ใช้ขอบขาขึ้นของสัญญาณทริก - = ใช้ขอบขาลงของสัญญาณทริก
หมายเลข 12	TIME/DIV	มีหน้าที่	เลือกความเร็วของฐานเวลาตั้งแต่ 0.5 µs/cm~0.25 /cm
หมายเลข 13	VARIABLE	มีหน้าที่	ควบคุมการปรับเปลี่ยนฐานเวลา ปกติจะอยู่ที่ตำแหน่ง CAL โดยหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
หมายเลข 14	EXT	มีหน้าที่	ถ้าปุ่มอยู่ตำแหน่งปล่อย = ใช้สัญญาณทริกเกอร์จากภายในเครื่อง ถ้าปุ่มอยู่ตำแหน่งกด = ใช้สัญญาณริกเกอร์จากภายนอกเครื่อง สัญญาณจะถูกป้อนเข้าที่ปุ่มหมายเลข 15 คือ TRIG.INP.
หมายเลข 15	TRIG.INP	มีหน้าที่	ขั้วต่ออินพุทสำหรับทริกเกอร์จากภายนอก เมื่อปุ่มหมายเลข 14 อยู่ในตำแหน่งกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่มและหน้าที่การทำงาน (ต่อ)

หมายเลข 16	AT/NORM	มีหน้าที่	ถ้าปุ่มอยู่ตำแหน่งลอย = การทริก โดยอัตโนมัติจะเห็นเส้นแสงที่หน้าจอในขณะไม่มีสัญญาณอินพุทป้อนเข้า ถ้าปุ่มอยู่ตำแหน่งกด = การทริกแบบปกติ ต้องใช้ปุ่มหมายเลข 17 LEVEL ปรับช่วยจะไม่เห็นเส้นแสงที่หน้าจอขณะไม่มีสัญญาณอินพุท
หมายเลข 17	LEVEL	มีหน้าที่	ป้อนเข้าปุ่มปรับจุดทริกเกอร์ ถ้าปุ่มหมายเลข 16 AT/NORM. อยู่ในตำแหน่งกด
หมายเลข 18	X-MAG × 10	มีหน้าที่	ขยายเวลาในการวัดได้เพิ่มขึ้นเป็น 10 เท่าในแกน X หรือ HOR. โดยวัดได้เพิ่มขึ้นเป็น 20 ns/cm
หมายเลข 19	CALIBRATOR 0.2 V, 2 V	มีหน้าที่	จุดทดสอบปรับแต่งโพรบ 10 : 1 = 0.2 V_{p-p} 100 : 1 = 2 V_{p-p}
หมายเลข 20	COMPONENT TESTER	มีหน้าที่	ปุ่มกดอยู่ในตำแหน่ง COMPONENT TESTER จึงจะทำงาน การวัดจะต้องใช้ 2 ขั้ว คือ ขั้วเสียบที่ COMPONENT TESTER และขั้วเสียบกราวด์หมายเลข 24 หรือหมายเลข 34
หมายเลข 21	Y – POS.I	มีหน้าที่	ควบคุมการขึ้น ขลงของภาพในแนวดิ่งของ CH.I
หมายเลข 22	INVERT CH.I	มีหน้าที่	กลับไฟสัญญาณของ CH.I
หมายเลข 23	CH.I	มีหน้าที่	ขั้วต่อ BNC ไว้ต่อสัญญาณอินพุทเข้าที่ CH.I มีอินพุทอิมพีแดนซ์ 1 MΩ ความจุ 30 PF
หมายเลข 24	GROUND	มีหน้าที่	ขั้วเสียบสายดินของการวัดสัญญาณ
หมายเลข 25	DC – ADC –GD	มีหน้าที่	เลือกการส่งผ่านสัญญาณของ CH.I เพื่อเอาไปขยายสัญญาณทางแนวตั้ง (VER).DC : สัญญาณถูกต่อโดยตรงเข้าวงจร AC : สัญญาณต่อผ่าน C เพื่อส่งผ่านทำให้แรงดันไฟตรงถูกกั้นไม่ให้ผ่าน GD: อินพุทของวงจรถูกต่อลงกราวด์
หมายเลข 26	VOLTS/DIV	มีหน้าที่	ลดทอนสัญญาณอินพุท CH.I เลือกความไวของสัญญาณอินพุทเป็น mv/cm. หรือ v/cm. มีลำดับเลขเป็น 1-2-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่มและหน้าที่การทำงาน (ต่อ)

หมายเลข 27	VAR.GAIN	มีหน้าที่	ปรับความแรงอของสัญญาณ CH.I อย่างต่อเนื่องที่ถูกกำหนดโดยสวิตช์หมายเลข 26 ปรับเปลี่ยนความไวได้ 2.5:1ปกติจะปรับไว้ตำแหน่งหมุนทวนเข็มนาฬิกาสุด
หมายเลข 28	GHI/II IRIG.I/II	มีหน้าที่	ถ้าปุ่มอยู่ในตำแหน่งปล่อย : เฉพาะ = CH.I และเป็นการทริกจากภายในของ CH.I ถ้าปุ่มอยู่ในตำแหน่งกด : เฉพาะ = การกดปุ่ม DUAL และ ADD เป็นการเลือกสัญญาณทริกจากภายในเครื่อง
หมายเลข 29	DUAL	มีหน้าที่	ถ้าปุ่มอยู่ในตำแหน่งปล่อย = จะแสดงสัญญาณช่องเดียว ถ้าปุ่มอยู่ในตำแหน่งกด = ทั้ง CH.I และ CH.II จะถูกแสดงบนจอแบบกวาดสลับช่องใช้กับความถี่สูง ปุ่ม DUAL และ ADD อยู่ในตำแหน่งกดทั้ง CH.I และ CH.II จะถูกแสดงบนจอกวาดซอยย่อย ๆ ใช้กับความถี่ต่ำ
หมายเลข 30	ADD	มีหน้าที่	ถ้าปุ่มอยู่ในตำแหน่งกดเป็นการรวมสัญญาณจะต้องใช้งานร่วมกับปุ่มหมายเลข 22
หมายเลข 31	VOLTS/DIV	มีหน้าที่	ลดทอนสัญญาณอินพุท CH.II เลือกความไวของสัญญาณอินพุทเป็น mv/cm หรือ v/cm มีลำดับเลขเบน 1 – 2 – 5
หมายเลข 32	VAR.GAIN	มีหน้าที่	ปรับความแรงของสัญญาณ CH.II อย่างต่อเนื่องที่ถูกกำหนดโดยสวิตช์หมายเลข 31 ปรับเปลี่ยนความไวได้ 2.5:1 สภาพวะปกติปรับไว้ที่ตำแหน่งหมุนทวนเข็มนาฬิกา
หมายเลข 33	DC – AC – GD	มีหน้าที่	เหมือนกับปุ่มหมายเลข 25 แตกต่างกันตรงที่เป็น CH.II
หมายเลข 34	GROUND	มีหน้าที่	เหมือนกับปุ่มหมายเลข 24
หมายเลข 35	CH.II	มีหน้าที่	เป็นขั้วต่อ BNC ไว้ต่อสัญญาณอินพุทเข้าที่ CH.II มีอินพุทอิมพีแดนซ์ 1 MΩ ความจุ 30 PF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่มและหน้าที่การทำงาน (ต่อ)

หมายเลข 36	INVERT(CH.II)	มีหน้าที่	กลับเฟสสัญญาณของ CH.II ที่แสดงบนจอ เพื่อใช้งานร่วมกับปุ่มหมายเลข 30 ถ้าเลือกทำงานไว้ตำแหน่ง X – Y (ปุ่ม X – Y ถูกกด) ปุ่มนี้ไม่ทำงาน
หมายเลข 37	Y – POS.II	มีหน้าที่	ควบคุมการเลื่อนขึ้น – ลงของเส้นแสงในแนวดิ่งของ CH.II ในการเลื่อนการทำงานที่ตำแหน่ง X-Y ปุ่มนี้ไม่ทำงาน

2.3 ความหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนภาคปฏิบัติ

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน ในแต่ละรายวิชา ล้วนต้องพัฒนาผู้เรียนให้สามารถทำงานหรือปฏิบัติงานได้ โดยเฉพาะในรายวิชาภาคปฏิบัติ ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความรู้ ความคิด มีค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมละมีความสามารถในการทำงานหรือการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะในรายวิชาภาคปฏิบัติที่ต้องใช้วิธีการจำแนก ตัวอย่างงานในการทดสอบ ที่มีความเที่ยงตรง มีอำนาจจำแนก และการพัฒนาเครื่องมือวัดผลจึงขึ้นอยู่กับลักษณะการปฏิบัติงานในแต่ละงาน การวัดและประเมินผลการเรียนภาคปฏิบัติ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ในการจัดการศึกษา โดยเฉพาะในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะต้องกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วจึงจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หลังจากนั้นจึงทำการวัดและประเมินผลทุกครั้งที่มีการสอน ครูจึงจำเป็นต้องเรียนรู้ให้เข้าใจในหลักกาวัดและประเมินผลการเรียนเพื่อให้สามารถปฏิบัติได้ถูกต้อง การวัดผลด้านภาคปฏิบัติ (Measurement of Performance) เป็นสิ่งที่มีมาแต่สมัยโบราณ เช่น ในสมัยกรีก จัดให้มีการแข่งขันกีฬาประเภทต่าง ๆ การแข่งขันศิลปะ ดนตรี วรรณกรรม การวัดด้านการปฏิบัติ ซึ่งมีความใกล้เคียงความเป็นจริงน้อย เช่น ถามวิธีแกงไก่ ผู้เรียนสามารถตอบวิธีแกงไก่ได้ถูกต้อง แต่อาจไม่มีความสามารถในการแกงไก่ แต่ถ้าให้นักเรียนได้ลงมือแกงไก่จริง จะมีระดับที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า การวัดภาคปฏิบัติสามารถแบ่งตามระดับความเป็นจริงได้เป็นระดับคือ ระดับการรับรู้ ระดับการปฏิบัติจากสถานการณ์จำลอง ระดับการปฏิบัติจริงจากตัวอย่างงาน ในการสอบวัดสิ่งใดก็ตามต้องคำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนเป็นสำคัญ จุดประสงค์เป็นเป้าหมายที่กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และเป็นเป้าหมายที่คาดวาผู้เรียนจะบรรลุภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนมาแล้ว การวัดภาคปฏิบัติ มักจะเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความรู้ ความสามารถและทักษะของผู้ที่ถูกทดสอบ ที่แสดงออกมาด้วยการกระทำและสังเกตได้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งอาจอยู่ในรูปของวิธีการหรือผลงาน การประเมินผลเป็นกระบวนการสังเคราะห์สารสนเทศที่รวบรวมมาจากแหล่งต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมิน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์เพื่อใช้ในการตัดสินคุณค่าหรือทางเลือกจากการประเมินนั้น หรือเพื่อนำมาตีค่าเป็นความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน แบบประเมินผลภาคปฏิบัติ ชุดคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ครูกำหนดขึ้นอย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่องกันโดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก ให้สังเกตเห็นได้ในขณะทำการเรียนการสอน ซึ่งพฤติกรรมเหล่านั้นเป็นพฤติกรรมของนักเรียน ผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชานั้น โดยครูผู้สอนใช้เครื่องมือวัดภาคปฏิบัติในสถานการณ์จริงในส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนเพื่อทดสอบวัดผลการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ ตลอดภาคเรียน เมื่อสิ้นสุดภาคเรียนครูผู้สอนนำผลการสอบวัดทั้งหมด มาวิเคราะห์เพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างยุติธรรม การวัดผลการศึกษาหมายถึง กรรมวิธีที่จะทำให้ได้มาซึ่งปริมาณตัวเลข ซึ่งมีความหมายแทนขนาดความสามารถ ทักษะ หรือคุณลักษณะของนักเรียน เช่น ความสามารถในการเรียนความรู้ในเนื้อหาวิชา ความซื่อสัตย์และอดทน ความซื่อสัตย์และความอดทน การประเมินการศึกษาหมายถึง กรรมวิธีที่นำข้อมูลที่รวบรวมการวัดทุกรายการมาประกอบกัน เพื่อพิจารณาวินิจฉัยและตัดสินใจ เป็นผลสรุปว่านักเรียนมีความเก่งหรืออ่อน สอบได้หรือตก เพื่อพัฒนาไปจากเดิมมากน้อยเท่าใด ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เช่น นำคะแนนจากการทดสอบหลาย ๆ ครั้ง เช่น การสอบย่อยกลางปี และปลายปี มาประกอบการพิจาณาและตัดสินว่า นักเรียนเป็นผู้มีความสามารถอยู่ในระดับใด ดีมาก ดี ปานกลาง อ่อน หรือนักเรียนจะได้รับเกรดอะไร ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ กล่าวโดยสรุป ถ้าเราต้องการรู้ว่าเด็กของเราได้อะไรมากน้อยเท่าใด อันนั้นเป็นการวัดผล ถ้าเราต้องการรู้ว่าเด็กมีความรู้แค่ไหน และดีหรือเลวเพียงไร อันนั้นเป็นการประเมินผล การประเมินผลจะต้องให้คำตอบว่า ดีหรือเลว ถ้าดีถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ สามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ได้ ดังนั้นการประเมินผลจึงมีความหมายกว้างกว่าการวัดผล และถือว่าการวัดผลเป็นเครื่องมืออันหนึ่งของการประเมินผล การวัดผลสามารถระบุแน่นอนลงไปตายตัวไม่อาจเป็นอย่างอื่นได้ ส่วนการประเมินผลต้องยึดถือจุดมุ่งหมายและคุณค่า จากแนวความคิดของบุคคลหรือสังคม หรือทั้งสองอย่าง กรประเมินผลที่ดีต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวัดที่ดี แบบทดสอบภาคปฏิบัติ(Manipulative performance test) เป็นแบบทดสอบที่ออกแบบเพื่อใช้ในกาวิเคราะห์และวัดทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียน ด้วยการเลือกกิจกรรมการปฏิบัติ(Operation) ที่มีความสำคัญภายใต้การควบคุมในขณะผู้เรียนกำลังปฏิบัติงาน ผู้สอนจะสังเกตการณ์ปฏิบัติงานอย่างใกล้ชิด และบันทึกผลลงในใบรายการที่เตรียมไว้ โดยเทียบกับมาตรฐานของงานที่เกี่ยวกับเวลาในการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน จุดสำคัญที่ต้องสังเกต และผลงานที่สำเร็จ ซึ่งแบบทดสอบภาคปฏิบัติที่ดีควรประกอบด้วย ขั้นตอนการทำงาน รูปภาพหรือรายละเอียดของงาน แผนผังการทำงาน เพื่อเป็นแนวทางในการทำงาน เวลาที่ใช้ในการทำงาน แล้วเทียบเป็นคะแนน มีผู้สังเกตบันทึกรายการวิธีหรือขั้นตอนการทำงาน เทียบเป็นคะแนน หากใช้ในการตัดสินผลการเรียน จะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีรายละเอียดเกี่ยวกับคุณภาพของงาน ระดับคุณภาพของงาน รายละเอียดของเครื่องมือวัดผลงาน ด้วย : สถิตย์ สมประสงค์ อ้างใน เบน จามิน เอส. บลูม(Benjamin s. Bloom) และคณะ การวัดผลภาคปฏิบัติใช้สำหรับวัดความแตกต่างทักษะของผู้เรียนในเรื่องนั้น ๆ ตัดสินจากความเร็วในการพัฒนาทักษะในการทำงาน หรือระดับของทักษะผู้เรียน ใช้วัดประสิทธิภาพในการทำงาน ในการเลือกคนเข้าทำงาน ซึ่งการทดสอบภาคปฏิบัติอาจต้องใช้เวลาหลายชั่วโมง ไปจนถึง 2-3 วัน ซึ่งผู้เข้าทดสอบจะต้องปฏิบัติงานและมีผู้สังเกตตลอดเวลา: สถิตย์ สมประสงค์ อ้างใน โดโรธี (Adkis.D.C) และคณะ

การตัดสินผลการวัดภาคปฏิบัติ

การตัดสินผลการวัดภาคปฏิบัติ มีขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน (สุวิมล ว่องวานิช 2539: 32-36) ดังนี้

ขั้นที่ 1 : กำหนดคุณลักษณะของการปฏิบัติ (ชิ้นงาน) ที่จะนำมาตัดเกรด

เนื่องจากการวัดภาคปฏิบัติ หมายถึง การวัดพฤติกรรมความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกโดยการปฏิบัติ และถ้าผู้สร้างเครื่องมือเห็นว่าทักษะการปฏิบัติที่มุ่งวัดน่าจะครอบคลุมทักษะการทำงานและกิจนิสัยในการทำงานด้วยการให้เกรดที่แทนระดับความสามารถของผู้เรียนก็ต้องครอบคลุมส่วนประกอบเหล่านั้นให้ครบถ้วน ดังนั้น ผู้สร้างเครื่องมือต้องมีการกำหนดชิ้นส่วนของงานที่ต้องวัดให้ชัดเจน ตลอดจนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละชิ้นงานนั้น

ขั้นที่ 2 : รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวัดผลจากงานที่ให้ทำแต่ละชิ้นเข้าด้วยกัน

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวัดผลจากงานที่ให้ทำแต่ละชิ้นเข้าด้วยกัน การให้เกรดขึ้นอยู่กับคะแนนรวม(Composite Score) ที่นักเรียนทำได้ โดยปกติคะแนนที่กำหนดสำหรับงานแต่ละชิ้นมักไม่เท่ากัน ผู้สร้างเครื่องมือต้องปรับคะแนนดิบเหล่านั้นตามน้ำหนักความสำคัญของงาน การปรับคะแนนดิบทำได้หลายแบบ ดังตัวอย่าง

2.1 กรณีที่คะแนนเต็มของงานแต่ละชิ้นเท่ากันให้ทำการคูณคะแนนดิบด้วยน้ำหนักความสำคัญของงานนั้น แล้วนำผลคูณของงานและชิ้นมารวมกัน

	คะแนนเต็ม	ได้	น้ำหนัก	ผลคูณ
1. การทดสอบภาคทฤษฎี	50	30	2	60
2. รายงาน	50	20	3	60
3. การปฏิบัติงาน	50	40	3	120
คะแนนรวม				240

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หากคะแนนเต็มของงานแต่ละชิ้นไม่เท่ากันให้แปลงคะแนนดิบให้อยู่ในฐานเดียวกันก่อน (เช่น ฐาน 100) แล้วคูณน้ำหนักความสำคัญของงานแต่ละชิ้น

	คะแนนเต็ม	ได้	แปลงเป็นฐาน 100	น้ำหนัก	คะแนนหลังจากการแปลงแล้ว
1. การทดสอบภาคทฤษฎี	40	30	75	2	150
2. รายงาน	50	40	80	2	160
3. การปฏิบัติงาน	30	50	100	3	300
รวม					610

2.3 วิธีการที่ 2 เป็นการแปลงคะแนนให้อยู่ในฐานเดียวกันแต่ไม่ได้คำนึงถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผู้ถูกทดสอบในแต่ละชิ้นงาน วิธีนี้มีการแปลงคะแนนดิบให้มีฐานเดียวกัน โดการแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน เช่น แปลงเป็นคะแนน Z คะแนน T คะแนนสเตไนน์ (Stanine) จากนั้นจึงนำคะแนนมาตรฐานคูณกับน้ำหนักความสำคัญแล้วนำผลคูณมารวมกัน

	น้ำหนัก	Stanine	ผลคูณ
1. การทดสอบภาคทฤษฎี	2	9	18
2. รายงาน	1	7	7
3. การปฏิบัติงาน	1	8	8
รวม			33

ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบที่ต้องการอ้างอิงผลการตัดเกรด (Frame of Reference)

ก่อนการตัดเกรดต้องมีการกำหนดกรอบอ้างอิง เพื่อทำให้ทราบว่าระดับคุณภาพในการปฏิบัติงานของผู้เรียนที่แทนด้วยเกรดนั้นเปรียบเทียบกับกลุ่มหรือเกณฑ์ใด กรอบอ้างอิงมี 3 ประเภท

การเปรียบเทียบระดับความสามารถกับเพื่อนในกลุ่ม (Norm-referenced)

การประเมินแบบอิงกลุ่ม เป็นการเปรียบเทียบระดับความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้ถูกทดสอบกับเพื่อนในกลุ่ม ลักษณะของการทดสอบมีเป้าหมายของการประเมินเพื่อจำแนกผู้เรียนออกจากกัน เหมาะกับการประเมินผลสรุป การรายงานผลทำได้ง่าย สะดวกกับผู้ใช้ อย่างไรก็ตามจุดอ่อนของการประเมินผลแบบนี้ก็มี กล่าวคือผลการประเมินขึ้นอยู่กับความสามารถของคนในกลุ่มผู้ถูกทดสอบอาจมีทักษะการปฏิบัติงานดี เมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อนที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษะต่ำและระดับคุณภาพในการปฏิบัติงานของนักเรียนผู้นี้ อาจไม่ถึงมาตรฐานก็ได้ นอกจากนี้ผลการประเมินแบบอิงกลุ่มไม่ได้ระบุว่าผู้เรียนมีจุดบกพร่องที่ใด

การเปรียบเทียบระดับความสามารถกับเกณฑ์มาตรฐาน (Criterion-referenced)

การประเมินแบบอิงเกณฑ์ เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเหมาะกับการประเมินผลความก้าวหน้าให้ข้อมูลที่ละเอียดทำให้ทราบว่าผู้เรียนและผู้สอนควรปรับปรุงจุดบกพร่องที่ใด เป็นการประเมินที่ให้ข้อมูลป้อนกลับที่ดี จุดอ่อนของการประเมินแบบนี้ คือเป็นการยากที่จะกำหนดจุดตัดหรือเกณฑ์มาตรฐานที่จะจัดจำแนกผู้ที่มีทักษะกับไม่มีทักษะออกจากกันได้อย่างเหมาะสมและมีความยากในการแปลความหมายของเกณฑ์ที่กำหนด

การเปรียบเทียบระดับความสามารถกับพัฒนาการในตนเอง (Self-referenced)

การประเมินแบบอิงตนเอง เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนกับทักษะความสามารถเดิมที่มีอยู่ ผลการประเมินขึ้นอยู่กับระดับของพัฒนาการในตัวผู้ถูกทดสอบ การประเมินทักษะการปฏิบัติงาน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียนเป็นเรื่องที่ควรให้ความสำคัญเพราะช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้มีความตั้งใจปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น เกรดที่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถของตนเอง ไม่เน้นการแข่งขันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของวิธีนี้ก็มีคือไม่ได้มีการให้ข้อมูลว่าผู้ถูกทดสอบมีทักษะกาทำงานตามเกณฑ์หรือไม่

ขั้นที่ 4 การตัดเกรด

การตัดเกรดหากเป็นการประเมินผลแบบอิงกลุ่มจะเน้นการกระจายของกลุ่มเป็นหลัก หากคะแนนของผู้ถูกทดสอบมีการกระจายเป็นโค้งปกติ การตัดเกดซึ่งแบ่งออกเป็นระดับต่าง ๆ นั้นจะขึ้นอยู่กับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่หากการกระจายไม่เป็นโค้งปกติควรใช้คะแนนมัธยฐานกับขนาดของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่กำหนด

สำหรับการตัดเกรดที่เป็นแบบอิงเกณฑ์นั้น ระดับของเกรดที่ได้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของการปฏิบัติที่เป็นไปตามคุณภาพของงานที่กำหนดขึ้นเป็นเกณฑ์ เช่น

A = ผลการปฏิบัติงานดีเยี่ยม มีทักษะการปฏิบัติงานถูกต้อง มีความคิดสร้างสรรค์ คุณภาพของงานที่ผลิตสวยงาม

B = คุณภาพของงานดี มีทักษะการปฏิบัติงานถูกต้อง คุณภาพของงานสวยงาม แต่ยังไม่ได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นของตนเองเท่าที่ควร

C = คุณภาพของงานเป็นที่พอใจ มีทักษะการปฏิบัติงานถูกตอง คุณภาพของงานพอใช้

D = คุณภาพของงานเป็นที่พอใจน้อย ยังต้องปรับปรุง การปฏิบัติงานยังมีผิดพลาดคุณภาพของงานยังไม่ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F = คุณภาพของงานไม่เป็นที่พอใจ ยอมรับไม่ได้ การปฏิบัติงานผิดพลาด ผลงานยังใช้ไม่ได้

บางครั้งผู้สอนอาจวัดภาคปฏิบัติในตัวผู้เรียน โดยนำคะแนนรวมของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด เช่น

คะแนนรวม	เกรด
95 % ขึ้นไป	A
85% - 94%	B
75% - 84%	C
65% - 74%	D
ต่ำกว่า 65%	F

การประเมินผลโดยการตัดเกรดแบบอิงเกณฑ์นั้น มักไม่รายงานผลโดยการแสดงแต่เกรดที่ผู้ถูกทดสอบได้แต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังระบุวัตถุประสงค์ที่วัดประกอบด้วยลักษณะการรายงานดังกล่าว เรียกว่า การรายงานความก้าวหน้า(Progress Report)

การตัดเกรดแบบอิงตนเองทำโดยการหาพัฒนาการของผู้ปฏิบัติตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นจนสิ้นสุดการเรียนการสอน ผู้ที่มีอัตราการเจริญเติบโต(Growth Rate) สูง ควรได้รับการประเมินผลในระดับที่ดี แม้ว่าจริง ๆ แล้วผลการปฏิบัติอาจจะยังไม่ตัดเพียงกลุ่มเดียวหรือเกณฑ์ที่กำหนด การตัดเกรดในกรณีนี้ควรใช้เพื่อการกระตุ้นผู้เรียนให้มีแรงจูงใจในการเรียนมากกว่าจะใช้เพื่อประเมินผลการเรียนโดยสรุปรวม

เกณฑ์พิจารณาตัดสินใช้การวัดภาคปฏิบัติ

ก่อนที่จะตัดสินใจใช้การวัดภาคปฏิบัติ ครูควรจะพิจารณาเกณฑ์ต่อไปนี้ (Tuckman 1975)

1. สิ่งที่ควรจะวัดต้องมีการปฏิบัติอย่างแท้จริง

การปฏิบัติจะเกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนสามารถใช้มือหรือเครื่องมือทำงานในกรณีเช่นนี้หากใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบวัดถือว่าทำให้ขาดความเที่ยงตรงในการวัด แต่จะใช้การเขียนตอบในวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น ถ้าต้องการวัดทักษะ การคัดลายมือก็จำเป็นต้องอาศัยกระดาษและดินสอให้ผู้เข้าทดสอบเขียนตอบเพราะความสามารถที่มุ่งวัดคือ ความสามารถในการเขียนคัดอักษร

2. ความสามารถที่จะวัดจำเป็นต้องวัดกระบวนการปฏิบัติงาน

ในการทดสอบที่วัดกระบวนการหรือผลงาน ครูควรจะละเว้นจากแบบสอบที่ใช้กระดาษและดินสอ โดยครูต้องสังเกตการณ์ปฏิบัติงานของนักเรียนด้วยตนเอง

3. ผลงานขั้นสุดท้ายต้องอยู่ในรูปที่สัมผัสได้

ในกรณีที่วัดการตัดสินใจหรือวัดความคิดครูสามารถใช้กระดาษและดินสอทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าสถานการณ์ที่แตกต่างไปเช่น ถ้าผลงานที่จะวัดอยู่ในรูปของสิ่งที่มองเห็น หรือวัตถุประสงค์ของการวัด วัดทั้งความรู้ในกระบวนการและทักษะการปฏิบัติงานก็จำเป็นต้องใช้แบบวัดภาคปฏิบัติ

4. เมื่อต้องการที่จะประเมินการเรียนรู้ทักษะ

การวัดความรู้หรือความรู้สึก สามารถวัดโดยใช้แบบสอบกระดาษและดินสอ แต่ถ้าเป็นทักษะที่ต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติจนถึงการแสดงทักษะที่นักเรียนจะต้องทำให้เห็นจำเป็นต้องใช้แบบวัดภาคปฏิบัติ

5. เมื่อต้องการที่จะประเมินรายบุคคลในสถานการณ์กลุ่ม

เมื่อจุดประสงค์ของการทดสอบคือ การวัดผลในเรื่องใดเรื่องหนึ่งในตัวบุคคล เช่น ทักษะความเป็นผู้นำการทดสอบภาคปฏิบัติเป็นสิ่งจำเป็น เพราะต้องสังเกตพฤติกรรมความเป็นผู้นำในตัวผู้ถูกวัด ขณะที่อยู่ในกลุ่มนักเรียนบางคนอาจจะเขียนอธิบายความเป็นผู้นำได้ดี การปฏิบัติจริงของเขาอาจจะทำได้ไม่ดี

6. เมื่อต้องการวัดความเข้าใจในการประยุกต์

ใช้แบบวัดภาคปฏิบัติ เพื่อความเข้าใจที่เป็นการวัดการประยุกต์ใช้กับผลงานที่เป็นรูปธรรมแต่การปฏิบัติงานมีความชำนาญสามารถประยุกต์ความรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์จำเป็นต้องอาศัยการฝึกฝนมาเป็นเวลานาน ทำให้ความสามารถในการปฏิบัติไม่ได้สะท้อนถึงความรู้ความเข้าใจ แต่เป็นความสามารถถึงขั้นที่ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติที่สามารถทำได้อย่างอัตโนมัติจนเป็นนิสัย

การตรวจให้คะแนนการวัดภาคปฏิบัติ

การเลือกรูปแบบในการให้คะแนนการวัดภาคปฏิบัตินั้น ควรทำก่อนที่จะออกข้อสอบ คำนึงถึงวิธีการที่มีประสิทธิภาพและมีความเชื่อมั่นสูงมาใช้ในการตรวจให้คะแนน สำหรับแนวการตรวจให้คะแนนของการทดสอบ (เชาวนา ชวลิตธำรง 2534: 45-50) ได้เสนอแนะไว้ดังนี้

1. การตรวจให้คะแนนการทดสอบการจำแนก เป็นการตรวจให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบถูก-ผิด จับคู่ เลือกตอบ เติมคำ หรือบรรยายตามชนิดของข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ สำหรับเด็กเล็ก ๆ หรือผู้สอบที่เขียนหนังสือไม่ได้ก็จำเป็นต้องใช้แบบปากเปล่า ในกรณีเช่นนี้ ขณะดำเนินการสอบ ครูหรือผู้ดำเนินการสอบจะต้องบันทึกคำตอบนักเรียนแต่ละคำตอบของนักเรียนแต่ละคนลงไปในกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้

การให้คะแนน ถ้านักเรียนตอบโดยบันทึกคำตอบในแต่ละข้อด้วยข้อความหนึ่งหรือประโยคก็ให้คะแนนโดยใช้วิธีเดียวกับการให้คะแนนแบบบรรยายสั้น ๆ ซึ่งอาจจะให้ คะแนนเป็นถูก 1 ผิด 0 หรือถูกต้องสมบูรณ์ 2 ถูกไม่สมบูรณ์ 1 ผิด 0 เป็นต้น การกำหนดคะแนนเต็มในแต่ละข้ออาจไม่เท่ากันก็ได้ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักความสำคัญและความเหมาะสม

2. การตรวจให้คะแนนการทดสอบสถานการณ์จำลองและตัวอย่างงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการให้คะแนน "กระบวนการทำงาน" หรือ "ผลงาน" เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากต่อการแปลผลการทดสอบการปฏิบัติให้ได้ความหมายที่ถูกต้องจึงจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้/สร้างเครื่องมือด้วยความระมัดระวัง การสร้างเครื่องมือจะต้องพิจารณาถึงวามเชื่อมั่นในการวัดความสะดวกสำหรับครูผู้ใช้และความเหมาะสมของชิ้นงาน เครื่องมือที่ใช้กันมากในการให้คะแนนได้แก่ แบบตรวจสอบ มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และแบบบันทึกย่อย (Anecdotal Forms)

การให้คะแนนโดยใช้แบบตรวจสอบและมาตรส่วนประมาณค่าอยู่ในรูปมาตราวัดแบบต่าง ๆ ดังนี้

1. มาตรการวัดเชิงปริมาณ (Quantitative Scales) เป็นการให้คะแนนในรูปความถี่ของพฤติกรรมที่ปรากฏออกมา ครูผู้ให้คะแนนจะต้องสังเกตพฤติกรรมในกระบวนการทำงานหรือผลงานนักเรียนและบันทึกความถี่ในแบบฟอร์มที่จัดเตรียมไว้สำหรับงานนั้นๆ มาตรการวัดส่วนใหญ่ จะมี 2 ถึง 5 ระดับ

2. มาตรการวัดเชิงคุณภาพ (Qualitative Scales) เป็นการพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียนในรูประดับคุณภาพของงานว่า ดีมากน้อยเพียงใด มักนิยมใช้ 3 หรือ 5 ระดับ

3. มาตรการวัดสถานภาพ (Status Scales) เป็นการพิจารณาในรูป "ความดี" ของพฤติกรรมของนักเรียน เปรียบเทียบกับกลุ่มอ้างอิง แล้วตัดสินว่า "สูงกว่า" หรือ "ต่ำกว่า" ระดับเฉลี่ยในกลุ่มอ้างอิงโดยทั่วไปนิยมใช้ 2 หรือ 5 ระดับ

4. มาตรวัดเชิงพรรณนา (Descriptive Scales) เป็นการให้คะแนนตามระดับการปฏิบัติงานหรือลักษณะของงานตามที่บรรยายไว้

5. มาตรวัดผลงาน (Product Scales) เป็นการให้คะแนนผลงานของนักเรียนโดยนำไปเทียบกับผลงานที่เป็นเกณฑ์ในแต่ละระดับ

ในการกำหนดมาตรฐานการประเมินผลการปฏิบัติงานนี้ จะต้องมีเกณฑ์หรือมาตรฐานที่จะใช้เป็นหลักในการพิจารณาตัดสิน การกำหนดมาตรฐานไม่ได้ดูเพียงแต่ละลักษณะเนื้อแท้ของกิจกรรม จะต้องดูที่อายุของนักเรียนและจุดประสงค์ของวิชาด้วย

เกณฑ์การวัดภาคปฏิบัติ

การวัดภาคปฏิบัติขึ้นกับความต้องการของผู้สอนว่าต้องการอะไรมีจุดมุ่งหมายที่จะวัดจุดใดเป็นสำคัญ ความจริงก็มิได้มีการกำหนดอะไรแน่นอนเพียงแต่เน้นเรื่องหลักที่ปฏิบัติจริง ความคิดรวบยอดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อวางกฎเกณฑ์ให้มีมาตรฐานเท่านั้น

การกำหนดเกณฑ์การวัดภาคปฏิบัติ (Rubric) ที่มีความจำเป็นต้องใช้ มี 2 ลักษณะด้วยกันคือ

1. การให้คะแนนโดยดูภาพรวมทั้งหมด (Holistic Scoring) การให้คะแนนเป็นภาพรวมว่าทำงานได้ถูกต้องดีมีคุณภาพและสวยงาม ซึ่งอาจจะให้คะแนนเต็มได้แต่การให้คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นอาจจะมีความรู้สึกของผู้ให้คะแนนรวมไปด้วยว่าดีหรือไม่ดี อย่างไรจะตัดสินให้คะแนนเต็มหรือลดน้อยลงมากี่แล้วแต่ผู้ให้คะแนน

2. การวัดโดยให้คะแนนเป็นระบบจำแนกเป็นส่วน ๆ (Analytic Scoring) เช่น การลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นนั้น ๆ อย่างถูกต้องและดูผลงานที่เสร็จแล้วผู้สอนสามารถให้คะแนนเป็นรายบุคคลได้

เมื่อเปรียบเทียบการให้คะแนนทั้งสองลักษณะแล้วจะมีทั้งข้อดีและข้อเสียคือ การให้คะแนนโดยดูภาพรวมนั้นเป็นการให้คะแนนชนิดหยาบ ๆ และดูจากการปฏิบัติงานอย่างคร่าว ๆ มีเพียง 2 หรือ 3 ขั้นตอน แล้วประเมินผลงานว่า ดีมาก ดี พอใช้และใช้ไม่ได้เลยแต่การให้คะแนนในระบบจำแนกเป็นส่วน ๆ นั้นเน้นการให้คะแนนอย่างละเอียดมีข้อจำกัดหลายข้อด้วยกัน สามารถประเมินสรุปผลได้ยุติธรรมกว่า โดยมีการให้คะแนนทุกขั้นตอนในการปฏิบัติงานมีความซับซ้อนมากกว่าและมีการดูแลหรืออัตราความเร็ว/ความคล่องของการปฏิบัติงานด้วยวิธีที่ดีที่สุด ควรให้คะแนนโดยใช้ 2 วิธีนั้นผสมผสานกันจะได้ผลสรุปที่ละเอียดและรอบคอบกว่าโดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง (Wiersma 1990: 82-83)

จากความหมายของการวัดและประเมินผลการเรียนภาคปฏิบัติ ข้างต้นพอสรุปได้ว่า การประเมินผลเป็นกระบวนการสังเคราะห์สารสนเทศที่รวบรวมมาจากแหล่งต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการประเมิน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์เพื่อใช้ในการตัดสินคุณค่าหรือทางเลือกของสิ่งประเมินนั้น หรือ เพื่อนำมาตีค่าเป็นความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน แบบประเมินผลภาคปฏิบัติ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินพฤติกรรม ความสามารถของการปฏิบัติด้านใดก็ได้ เพื่อตัดสินความสามารถในการปฏิบัติงาน หรือความถูกต้องของกระบวนการปฏิบัติและคุณภาพของผลงานที่ออกมาของผู้เรียน การประเมินผลด้านนี้จึงมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมาก และเป็นการพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

2.4 การวัดผลภาคปฏิบัติ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยหลักการแล้วต้องดำเนินการวัดและประเมินผลใน 2 ส่วนคือ การวัดและประเมินผลในส่วนที่เป็นภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ แต่ส่วนใหญ่พบว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้บ่อยครั้งจะดำเนินการเฉพาะในส่วนภาคทฤษฎี นอกจากนี้ การจัดการศึกษาได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ให้ความสำคัญทั้ง 3 ด้าน คือด้านพุทธิพิสัย แต่ถึงคราวการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนหลายท่านยังมุ่งเน้นการวัดและประเมินผลด้านพุทธิพิสัย ส่วนด้านการวัดและประเมินผลด้านจิตพิสัยและด้านทักษะพิสัยยังดำเนินการในระดับน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของการวัดภาคปฏิบัติ

การปฏิบัติ (Performance) เป็นการแสดงออกให้สังเกตได้ในด้านความรู้ ความเข้าใจ ความคิด มโนทัศน์ ทักษะและอื่น ๆ ซึ่งก็คือพุทธิพิสัยและทักษะพิสัย (Tuckman 1975) ดังนั้น การวัดภาคปฏิบัติจึงเป็นการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความรู้ ความสามารถ ความคิด ทักษะของผู้ที่ถูกทดสอบที่แสดงออกมาด้วยการกระทำและสังเกตได้ภายใต้สถานการณ์ที่ถูกกำหนดขึ้น ซึ่งอาจอยู่ในรูปของวิธีการ (Process) หรือผลงาน (Product) ดังที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการวัดภาคปฏิบัติ ดังนี้

การวัดภาคปฏิบัติคือการวัดความสามารถในการปฏิบัติ เป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการวิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะของผู้เรียน (ไพศาล หวังพานิช 2526:89)

การทดสอบภาคปฏิบัติเป็นการทดสอบเพื่อพิจารณาการกระทำหรือความสามารถในการจัดการ (Manipulate Objective) ทำงานได้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดหรือพิจารณาประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดขึ้นจากการาสนองกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ (สุนันท์ ศลโกสุม 2527:85)

การวัดภาคปฏิบัติ เป็นการวัดความสามารถของบุคคลในการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยบุคคลนั้นได้ลงมือปฏิบัติการจัดกระทำซึ่งมีการเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่ในลักษณะของรูปธรรม โดยทางการหรือการรับรู้ทางประสาทสัมผัส (เผียร ไชยศร 2529:37)

การวัดผลการปฏิบัติ หมายถึง การให้ผู้สอบทำงานในกลุ่มตัวอย่างของงานที่จำเป็นในงานหนึ่ง โดยจะกำหนดลักษณะของงานหรือเครื่องมือหรือผลผลิตที่จะวัด ซึ่งจะวัดในรูปของทักษะในในการดำเนินงานหรือการสร้างงาน (ส. วาสนา ประวาลพฤกษ์ 2535:8)

กล่าวโดยสรุป การวัดภาคปฏิบัติเป็นกระบวนการวัดความสามารถที่ผสมผสานหลักการวิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะที่สังเกตได้ ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด

ความหมายของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

แบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) เป็นแบบทดสอบชนิดหนึ่งที่ให้ผู้ถูกทดสอบได้แสดงการกระทำออกมา ในขณะทดสอบในสาถนการณ์ที่จัดขึ้น โดยจะวัดทั้งวิธีการและ/หรือผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ ดังความหมายที่นักการศึกษาได้ให้ไว้ ต่อไปนี้

แบบทดสอบภาคปฏิบัติ เป็นแบบทดสอบที่มีจุดประสงค์ที่ต้องการให้ผู้สอบปฏิบัติ การทดสอบแบบนี้ต้องการวัดวิธีการหรือดูผลงานในการปฏิบัติ เช่น การทดสอบภาคปฏิบัติในวิชาศิลปะ สุขศึกษา และพลศึกษา (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ 2522:8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบภาคปฏิบัติ เป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อวิเคราะห์และวัดทักษะของนักเรียนในด้านการปฏิบัติหรือการกระทำ ที่ให้เลือกปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขที่ได้ควบคุมไว้อย่างดี (เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ 2529:16)

แบบทดสอบภาคปฏิบัติ เป็นแบบทดสอบที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวหรือการตอบสนองที่เป็นการกระทำของผู้ถูกสอบ โดยปกติแล้วการทดสอบจะเกิดขึ้นได้ต้องจัดให้ผู้ถูกทดสอบได้อยู่ในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือคล้ายของจริงให้มากที่สุด แต่ไม่ใช่การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบเขียนตอบ (Paper and Pencil Tests) นอกจากนี้ ยังสามารถจัดรูปแบบทดสอบเป็นประเภทได้ 3 ประเภท ตามความหมายต่อไปนี้ (Marshall and Loyde 1971:135)

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองทางด้านความคิด ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการสอบทักษะด้านภาษา ทางการฟัง การพูด และการกระทำที่เกี่ยวข้องกับความคิด เช่น แบบทดสอบของ Standford Binet Tasks of Performance Test และแบบทดสอบ Raven's Progressive Matrices

2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ ที่ทดสอบความสามารถในการใช้เครื่องจักร และเครื่องมือต่าง ๆ ประกอบในการทำงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ประสบความสำเร็จ เช่น แบบทดสอบของ Benneff Hand Tool Dexterity Tests

3. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ ในความหมายนี้ อาจรวมไปถึงการใช้การเขียนตอบบนกระดาษได้ด้วย เพราะหมายถึงแบบทดสอบที่ได้กำหนดให้เกิดการทำงานจากสถานการณ์จำลอง เช่น การให้เขียนชวเลข การพิมพ์ดี เป็นการทำงานที่ต้องอาศัยทักษะ

แบบทดสอบภาคปฏิบัติ เป็นแบบทดสอบที่ริเริ่มโดยครูและผู้เกี่ยวข้องกับนักเรียน ในการปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ ปกติจะใช้ทดสอบเป็นรายบุคคลแต่บางครั้งก็ทดสอบเป็นกลุ่มได้ (Tuckman 1975)

แบบทดสอบปฏิบัติ โดยทั่วไปจะเป็นแบบทดสอบ 1 ใน 3 ของประเภทต่อไปนี้ (Mehrens and Lehmann 1985:206)

1. แบบทดสอบภายใต้ภาวการณ์ที่จำลองขึ้นมา (Tests under Simulated Conditions) เช่น การฝึกหัด (Training) ของนักบินภายใต้อุปกรณ์ฝึกภาคสนามสำหรับนักบิน (Link Trainer) เป็นตัวอย่างของแบบทดสอบชนิดนี้ ข้อจำกัดของวิธีดำเนินการของแบบทดสอบชนิดนี้คือ พฤติกรรมในสถานการณ์ที่จำลองขึ้นมา บางทีแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับในสถานการณ์ที่เป็นจริง ดังนั้น ผลที่ได้จากการประเมินการปฏิบัติจึงมีความถูกต้องน้อย

2. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Test) เป็นแบบทดสอบที่เชื่อถือได้และสมเหตุสมผลมากที่สุด เพราะว่าผู้เข้าสอบจะกระทำการผลิตงานตามสภาพที่แท้จริง

3. แบบทดสอบการจำได้ (Recognition Tests) ความหมายของแบบทดสอบชนิดนี้ก็คือแบบทดสอบที่จะวัดความสามารถของผู้เข้าสอบเกี่ยวกับความสามารถในการจำลักษณะเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Characteristics) ของผลผลิต และการปฏิบัติได้หรือไม่ หรือความสามารถในการจำแนกแยกแยะ (Identify)

แบบทดสอบภาคปฏิบัติ เป็นแบบทดสอบเพื่อพิจารณาการกระทำในการประเมินผลวิธีปฏิบัติงานและผลผลิตของงาน (Stanley and Marwin 1975:186)

กล่าวโดยสรุป แบบทดสอบภาคปฏิบัติมีจุดประสงค์ที่ต้องการให้ผู้สอบได้ปฏิบัติที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวหรือการตอบสนองที่เป็นการกระทำของผู้ถูกสอบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ อาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ แบบทดสอบภายใต้สภาวการณ์ที่จำลองขึ้นมา แบบทดสอบตัวอย่างงาน และแบบทดสอบการจำได้

ความจำเป็นในการวัดภาคปฏิบัติ

หลักการพื้นฐานของการวัดผลการเรียนการสอน มักจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นภาคทฤษฎี และส่วนที่เป็นภาคปฏิบัติ และจุดมุ่งหมายทางการศึกษา โดยทั่วไปจะให้ความสำคัญกับการวัดพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งมีสาระโดยสรุป ดังนี้

- พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นการวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการระลึกได้ การจำได้หรือการรู้จักและการพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา ตลอดจนทักษะต่าง ๆ ทางสติปัญญา

- พฤติกรรมด้านจิตพิสัย เป็นการวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสนใจ ทัศนคติ อารมณ์ ศีลธรรมจรรยาและค่านิยมต่าง ๆ ตลอดจนการพัฒนาการของความซาบซึ้งและความเหมาะสมในการปรับตัว

- พฤติกรรมด้านทักษะพิสัย เป็นการวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหว ทักษะการใช้มือ

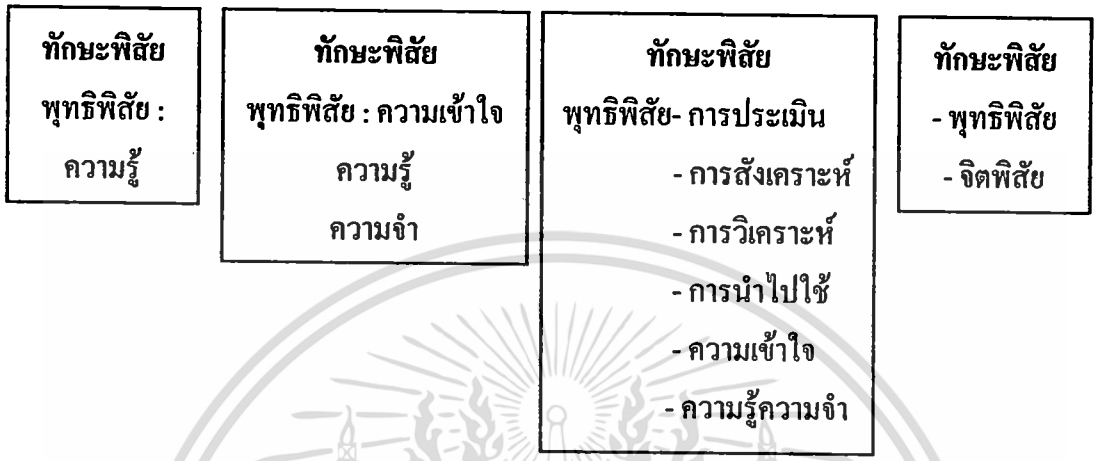
กล่าวโดยสรุป พฤติกรรมด้านทักษะพิสัยเป็นความสามารถซึ่งอาจเป็นความสามารถทางสมอง (Cognitive Skills) หรือไม่ใช่ความสามารถทางสมอง (Non Cognitive Skills) ก็ได้ (Denova 1979; Nitko 1973; Wiersma and Jurs 1985; Lyman 1986; Ebel and Frisbie 1986; อ้างถึงในพวงแก้ว ปุณยกนก และสุวิมล ว่องวาณิช 2534: 8-11) นอกจากนี้ มีคำกริยาบางคำที่สะท้อนถึงพฤติกรรมด้านการปฏิบัติที่ผู้สร้างแบบทดสอบควรนำมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ เช่น คำว่า "ประกอบ ก่อ แต่ง เปลี่ยน ประดิษฐ์ ห่อ เย็บ ตอก" เป็นต้น

พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายซึ่งต้องอาศัยการประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อกับการทำงานของระบบประสาท ถ้าบุคคลใดสามารถบังคับระบบกล้ามเนื้อ ระบบประสาท และสมองให้สัมพันธ์กันได้ ย่อมก่อให้เกิดทักษะในการปฏิบัติงาน ซึ่งต้องอาศัยการฝึกฝนจากการปฏิบัติจริงบ่อย ๆ จึงจะเกิดความคล่องแคล่วว่องไวและถูกต้องแม่นยำในสิ่งนั้น (วิราพร พงศ์อาจารย์ 2525:26)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดการปฏิบัติเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ที่เกิดจากการฝึกทักษะที่ต้องใช้กระบวนการและวิธีการในรายวิชาต่าง ๆ การวัดการปฏิบัติต้องการที่จะประเมินทักษะที่ต้องลงมือกระทำ

ทักษะพิสัยจำเป็นต้องมีองค์ประกอบพื้นฐานทางด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัย (พวงแก้ว ปุณยกนก และ สุวิมล ว่องวณิช 2534: 11 – 13) ดังรูปที่ 2.58



รูปที่ 2.58 องค์ประกอบพื้นฐานพฤติกรรมทางด้านทักษะพิสัย

ที่มา : พวงแก้ว ปุณยกนก และ สุวิมล ว่องวาณิช (2534 : 21 -22)

จากภาพที่ 2.58 แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เมื่อผู้เรียนได้ปฏิบัติงานด้วยความเต็มใจ พอใจ ภาคภูมิใจ ซาบซึ้งในงาน ซึ่งเป็นการแสดงออกทางด้านจิตพิสัย การปฏิบัติงานก็จะยิ่งออกมาดียิ่งขึ้น เพื่อให้ผลการปฏิบัติออกมาดีและพัฒนาไปสู่การทำให้ผลงานที่ผลิตมีลักษณะเฉพาะที่ผู้อื่นเลียนแบบได้ยาก

หลักการพื้นฐานการวัดภาคปฏิบัติ

เพื่อให้การวัดภาคปฏิบัติมีความน่าเชื่อถือ การดำเนินการวัดภาคปฏิบัติจึงควรคำนึงถือหลักการพื้นฐานดังต่อไปนี้

1. วัดให้ตรงจุดมุ่งหมาย หรือจุดประสงค์การเรียนรู้ นั่นคือ ก่อนสอนผู้สอนจะต้องกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจนว่าจะให้นักเรียนปฏิบัติ หรือทำอะไรได้และทำอะไรในระดับใด การวัดภาคปฏิบัติจะต้องวัดให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

2. กำหนดงานให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เช่น ต้องการวัดความสามารถในการเย็บ เนา งานที่มอบหมายให้นักเรียนทำต้องเป็นงานที่นักเรียนต้องใช้ความสามารถในการเย็บ เนา ด้วย

3. ดำเนินการได้เหมาะสมกับลักษณะงาน งานที่จะมอบหมายให้นักเรียนทำ บางลักษณะอาจให้ทำเป็นบุคคล บางลักษณะอาจให้ทำเป็นกลุ่มย่อยหรือบางลักษณะอาจให้ทำเป็นกลุ่มใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานว่าสามารถทำคนเดียวได้หรือไม่ หากเป็นงานใหญ่ที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่ายช่วยกันทำ ก็ต้องมอบหมายให้ทำเป็นงานกลุ่ม ซึ่งการประเมินผลต้องประเมินความร่วมมือและความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกันด้วย

4. ยุติธรรม การวัดภาคปฏิบัติ ก็เหมือนการวัดผลอื่น ๆ ที่ต้องมีความยุติธรรม ในการสร้างความยุติธรรมในการประเมินผล สามารถทำได้โดย

4.1 กำหนดขอบข่ายของงานให้ชัดเจน

4.2 กำหนดเงื่อนไขหรือข้อกำหนดในการทำงานให้ชัดเจน

4.3 มอบหมายงานหรือใช้สถานการณ์ในการมอบหมายงานให้เหมือนกัน

5. ตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัยและเที่ยงตรง การประเมินผลภาคปฏิบัติที่มีความเป็นปรนัยและเที่ยงตรงมีลักษณะดังนี้

5.1 มีแบบประเมินชัดเจน

5.2 แบ่งคะแนน วิธีการ และผลการปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

5.3 ให้คะแนนครอบคลุมทุกจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

6. มีเกณฑ์การประเมินผล การประเมินผลโดยทั่วไปจะพิจารณาเกณฑ์ 2 ประการ คือ ผลผลิตและกระบวนการหรือวิธีการในการปฏิบัติงาน

6.1 ผลผลิต พิจารณาทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ดังนี้

เกณฑ์ปริมาณ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนิชำนาญ ได้ผลงานมากโดยใช้เวลาน้อย การวัดเพื่อประเมินว่าใครมีปริมาณในผลผลิตมากกว่ากัน อาจเปรียบเทียบได้ 2 ลักษณะคือ เปรียบเทียบปริมาณผลงาน และเปรียบเทียบเวลาในการทำงาน

การเปรียบเทียบปริมาณผลงาน ในการวัดผลครูอาจกำหนดเวลาสำหรับการปฏิบัติงานให้เท่ากันแล้วเปรียบเทียบผลงานที่ผลิตออกมาว่าใครทำได้มากกว่ากัน แสดงว่ามีความสามารถในการปฏิบัติงานมากกว่า เช่น นักเรียนคัดไทยในเวลา 5 นาที แล้วพิจารณาว่าใครคัดได้ปริมาณมากกว่ากัน ซึ่งบางคนอาจคัดได้หลายจบ แต่บางคนอาจคัดไม่จบข้อความที่กำหนดให้

การเปรียบเทียบเวลาในการปฏิบัติงาน การวัดผลครูอาจกำหนดปริมาณงานให้ทำเท่ากันแล้วเปรียบเทียบว่า ใครทำเสร็จก่อนหลัง ผู้ที่ทำเสร็จก่อนถือว่ามีความสามารถในการปฏิบัติงานมากกว่า ตัวอย่าง เช่น การสอบคัดไทย ครูอาจกำหนดข้อความให้ทุกคนคัดคนละ 1 จบ แล้วจับเวลาว่าใครเสร็จก่อนเสร็จกลัง

6.2 วิธีการ พิจารณาว่า วิธีการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนถูกต้องหรือไม่

ตัวอย่าง การประดิษฐ์ตุ๊กตา อาจพิจารณาได้ดังนี้

การเลือกวัสดุ - ได้มาโดยวิธีใด ซื้อหรือขอเพื่อนหรือได้มาจากเศษวัสดุของเหลือใช้

การออกแบบ - ออกแบบเองหรือเลียนแบบผู้อื่นหรือให้ผู้อื่นออกแบบให้

การเนา เย็บ – ลักษณะท่วงที การเย็บ การจับเข็ม จับผ้า มีความคล่องแคล่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทะมัดทะแมงเพียงไรและถูกต้องตามวิธีกำหนดหรือไม่

7. วัดหลาย ๆ ครั้ง งานบางอย่างต้องใช้เวลาในการทำงานต่อเนื่องกันหลายวันเป็นระยะยาว ผู้ประเมินจึงควรวัดหลาย ๆ ครั้ง ไม่ควรวัดจากผลงานเพียงครั้งเดียว หากไม่สามารถดูวิธีการได้ เนื่องจากไม่ได้ปฏิบัติงานที่โรงเรียนก็อาจดูจากผลงานได้

ธรรมชาติของการวัดภาคปฏิบัติ

เสนอ ภิรมย์จิตรผ่อง (2550: 226 – 227) กล่าวว่า การวัดภาคปฏิบัติ มีธรรมชาติไม่แตกต่างกับการวัดการประเมินอื่น ๆ ที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การวัดภาคปฏิบัติสามารถกระทำได้ทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ตามลักษณะของงานที่มาอบหมายให้ทำ ถ้ามอบหมายให้ทำเป็นกลุ่มผู้เรียนมักจะได้รับการประเมินผลตามกลุ่มทำงาน แต่ถ้างานนั้นสามารถแยกทำเป็นคน ๆ ได้ ผู้เรียนควรจะได้รับการประเมินทีละคน โดยดำเนินการวัดกระบวนการการปฏิบัติงาน

2. ลักษณะงานที่ให้ทำแตกต่างกัน วิธีการวัดย่อมแตกต่างกัน เช่น ถ้าต้องการวัดความสามารถทางภาษา การวัดทางภาษาอาจทำได้โดยการทดสอบการพูด (Speaking Test) งานศิลปะ งานฝีมือ วัดจากผลงาน (Practical Test) ทักษะการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ วัดจากโครงงานที่ให้ทำ (Project Work) เป็นต้น

3. การวัดภาคปฏิบัติ สามารถวัดกระบวนการและผลงานได้ทั้งแยกจากกัน หรือรวมกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับธรรมชาติของการปฏิบัติงานแต่ละประเภทที่มีขั้นตอนหรือกระบวนการทำงาน และผลงานที่ออกมา งานบางประเภทมีกระบวนการทำงานและผลงานที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมาก ผลงานที่ดีมักมาจากทักษะในกระบวนการทำงานที่ดี การวัดภาคปฏิบัติที่ทำกัน มักจะใช้การวัดผลงาน เพราะกรวัดผลงานทำได้ง่ายกว่า เนื่องจากส่วนใหญ่ที่ทำมีผลงานที่สังเกตเห็นได้เป็นรูปธรรม แต่กระบวนการเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในช่วงที่มีการปฏิบัติ เมื่อการปฏิบัตินั้นสิ้นสุดการสังเกตกระบวนการก็สิ้นสุด ผู้ที่วัดภาคปฏิบัติจึงจำเป็นต้องบันทึกข้อมูลจากการปฏิบัติให้ถูกต้อง และใกล้เคียงกับความสามารถของผู้เรียนให้มากที่สุด

งานบางประเภทสามารถวัดกระบวนการหรือผลงานแยกจากกันได้ เช่น การวัดภาคปฏิบัติในหมวดคหกรรม วิชาการทำอาหาร ผู้เรียนแสดงขั้นตอนการประกอบอาหารตั้งแต่การเตรียมอุปกรณ์การปรุงอาหาร สิ่งของที่ใช้ในการทำอาหาร กระบวนการปรุงอาหาร การจัดอาหารและเมื่อทำเสร็จได้ผลงาน คืออาหารที่ปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งเป็นการวัดกระบวนการจนถึงการวัดรสชาติของอาหาร ซึ่งเป็นการวัดคุณภาพของผลงาน

แต่ก็มีงานบางประเภทที่วัดกระบวนการและผลงานแยกจากกันได้ยาก เช่น การวัดทักษะทางดนตรี ทักษะทางกีฬา เมื่อผู้เรียนแสดงการเล่นดนตรีหรือเล่นกีฬา กระบวนการและผลงานจะปรากฏพร้อมกัน ทักษะที่วัดได้อาจต้องสรุปเป็นภาพรวมคือวัดทั้งกระบวนการและผลงานพร้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน สำหรับการวัดทักษะทางศิลปะที่เป็นการวาดภาพ มีธรรมชาติแตกต่างกันไปอีกแบบหนึ่ง คือไม่เน้นการวัดกระบวนการแต่ให้ความสำคัญกับคุณภาพของผลงานมากกว่า

4. การวัดผลการปฏิบัติงาน อาจแยกออกได้ 3 ระดับ คือ ระดับพฤติกรรม (Behavior) ระดับผลลัพธ์ (Outcome) และระดับประสิทธิภาพ (Effectiveness)

ระดับพฤติกรรม เป็นการวัดหรือสังเกตโดยตรวจจากพฤติกรรมขณะปฏิบัติงาน เช่น ลักษณะ ท่าทางการจับอุปกรณ์

ระดับผลลัพธ์ เป็นการวัดผลของพฤติกรรมในการทำงานของบุคคลที่ปรากฏในผลงานที่กระทำทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ระดับประสิทธิผล เป็นการวัดผลงานเฉพาะเกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการวัดโดยตรง

5. การวัดภาคปฏิบัติต้องให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติงานแน่นอน โดยให้ผู้ถูกทดสอบ "แสดง (Perform)" ให้ดู เพื่อจะได้มีข้อมูลในการตัดสินระดับความสามารถการปฏิบัติ นั่นคือ การวัดภาคปฏิบัติ เป็นกระบวนการที่วัดทักษะการปฏิบัติ โดยสิ่งที่วัดหรือทักษะที่วัดเป็นความสามารถด้านใดก็ได้ แม้กระทั่งความสามารถด้านภาษา จุดสำคัญอยู่ที่ว่าพฤติกรรมที่แสดงออกให้เห็นนั้นเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในรูปของการปฏิบัติ โดยสิ่งเร้าที่นำเสนอเป็น Verbal หรือ Non – verbal ก็ได้

พวงแก้ว ปุณยกนก และ สุวิมล ว่องวาณิช (2534: 9) ได้เสนอว่า การวัดกระบวนการ (Process) จะกระทำได้ในกรณี ต่อไปนี้

1. สามารถระบุขั้นตอนในการปฏิบัติงานได้อย่างชัดเจน

2. การวัดกระบวนการปฏิบัติของนักศึกษา แต่ละคนสามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเป็นปรนัย

3. หลักฐานที่ใช้ในการวัดทักษะปฏิบัติส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงานมากกว่าจะเกิดขึ้นตอนเสร็จสิ้นการทำงาน

4. มีคนช่วยสังเกต จดบันทึกพฤติกรรมการปฏิบัติงานมากพอ

ส่วนการวัดผลงาน (Product) ควรใช้ในกรณีต่อไปนี้

1. ผลการปฏิบัติสามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเป็นปรนัย

2. หลักฐานหรือข้อมูลที่ใช้ในการวัดส่วนใหญ่เกิดขึ้นตอนงานเสร็จสิ้น

3. ไม่สามารถกำหนดขั้นตอนการทำงานได้ หรือ กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ยาก หรือการปฏิบัติงานงานที่เสร็จสิ้นนั้นมีขั้นตอนที่ไม่แน่นอน เป็นอย่างไรก็ได้ ขอเพียงให้ผลงานออกมาดี

4. ขาดบุคลากรที่ช่วยในการบันทึก เก็บข้อมูล ประเมินผลการปฏิบัติในระหว่างการปฏิบัติงาน ทำได้แต่เพียงประเมินผลงานสุดท้ายซึ่งผู้ประเมินมีเวลามากพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ธรรมชาติของการวัดภาคปฏิบัติแล้วสามารถประเมินพฤติกรรมของนักเรียนได้ทั้งเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ต้องปฏิบัติและเป้าหมายที่ตั้งเอาไว้ การวัดภาคปฏิบัติมีสิ่งที่ต้องประเมิน 2 ประการ คือ วิธีการและผลงาน สำหรับการประเมินผลภาคปฏิบัติวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์นั้น จะต้องประเมินทั้งในส่วนที่เป็น วิธีการ (Process) และผลงาน (Product) วิธีการ จะสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาโดยตรงขณะนักศึกษาปฏิบัติงาน ส่วนผลงานเป็นการตรวจรายงานการปฏิบัติงาน (Lab Report) ของนักศึกษา

2.5 การพัฒนาแบบวัดผลภาคปฏิบัติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดภาคปฏิบัติมีหลายชนิด ผู้สนใจควรตระหนักและรับทราบถึงหลักการสร้างเครื่องมือและคุณประโยชน์ของเครื่องมือแต่ละลักษณะ เพื่อให้สามารถสร้างและพัฒนาเครื่องมือดังกล่าวได้อย่างมีคุณภาพและสามารถเลือกใช้เครื่องมือแต่ละลักษณะได้อย่างเหมาะสมกับการใช้ตามสภาพบางประการ เช่น เพศ อายุ กลุ่มบุคคล และประเภทของงาน

ชนิดของเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

เครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ มีนักศึกษาหลายท่านได้แบ่งไว้หลายชนิด พอสรุปดังนี้

Marshall (1971: 139 – 141) จำแนกเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ ออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. แบบทดสอบในการจำแนกแยกแยะ (Identification Test)

จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะ คือ เพื่อที่จะวัดความสามารถของนักเรียนในกาจำแนกวัตถุ (Object) หรือชุดของวัตถุ (Set of Object) จำแนกระหว่างความถูกต้องและไม่ถูกต้องในกระบวนการ (Procedures) และวิธีปฏิบัติ (Practices) จำแนกปัจจัยสำคัญในตอนเบื้องต้นของกระบวนการหรือเพื่อที่จะจำส่วนประกอบของผลผลิตได้

ความแตกต่างระหว่างการให้จำแนกแยกแยะของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ และแบบทดสอบทางภาษา (Verbal Tests) บางครั้งก็ไม่ชัดเจน ถ้าให้นักเรียนระบุชื่อและส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ดีด โดยทั่ว ๆ ไป จะเรียกว่าแบบทดสอบภาคปฏิบัติ อย่างไรก็ตามก็เป็นความจริงว่านักเรียนที่สามารถระบุส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ดีดหรือเปลี่ยนผ้าหมึก แบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะไม่สามารถที่จะวัดประสิทธิภาพของผลงานในขั้นสุดท้ายของบุคคลได้ เพราะว่าทักษะในการปฏิบัติงานและ/หรือคุณภาพของผลงานในขั้นสุดท้ายเราสามารถที่จะทำการวัดได้โดยตรง

แบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะ มักจะเกี่ยวข้องกับการท่องจำของนักเรียน ดังนั้น การจำแนกแยกแยะงาน (Identification Task) ก็ควรจะทำให้เกิดการโต้ตอบ (Reflex) ในการผสมผสานกันของทักษะและกระบวนการทางสมอง (Mental Processes)

2. แบบทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ (Simulated Situations Test)

การทดสอบแบบจำลองสถานการณ์ กิจกรรมที่จำเป็นเกี่ยวกับงานซึ่งอาจจะเป็นสถานการณ์ในชีวิตที่เคยประสบมา บางครั้งผู้เข้าสอบมีความสามารถที่จะใช้เครื่องมือ ซึ่งถูกสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นโดยเฉพาะเพื่อที่จะฝึกหัดและวัตถุประสงค์ในการทดสอบ โดยพื้นฐานแล้วแบบทดสอบจำลองสถานการณ์ต้องการที่จะทำการคัดเลือกกิจกรรมที่จำเป็นที่สุดที่จะเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติกิจกรรมที่เคยคัดเลือกมาก็มีความมุ่งหมายเพื่อที่จะทำการจำลอง (Duplicating) หรือการทำเลียนแบบ (Simulating) ในกิจกรรมเหล่านี้ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของการปฏิบัติจริงที่เป็นการเลียนแบบ

3. แบบทดสอบตัวอย่างงาน (Work Sample Test) เป็นแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างหลาย ๆ ชนิด เช่น ครูชวเลขให้ทำแบบฝึกหัดตัวอย่างงาน เมื่อครูให้นักเรียนเขียนตัวอย่างตัวอักษรที่บอกแล้วทำการนับจำนวนของความผิดพลาดที่นักเรียนแต่ละคนทำบันทึกไว้

สุภรณ์ ลิมบริบูรณ์ (2535:10-11) ได้จำแนกเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. แบบทดสอบโดยการให้แสดงการรู้จัก (Recognition Test) เป็นการทดสอบโดยกำหนดงานให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนระบุ จำแนกหรือบอกวิธีการ บอกเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงานนั้น

2. แบบทดสอบในสถานการณ์จำลอง (Simulated Performance) เป็นการให้นักเรียนปฏิบัติในสถานการณ์ที่จำลองขึ้นมาให้เหมือนสถานการณ์จริงมากที่สุด

3. แบบทดสอบในสถานการณ์จริง เป็นการกำหนดงานให้ทำ (Work Sample Test) เป็นการทดสอบโดยมอบงานให้ทำหรือให้ปฏิบัติในสถานการณ์จริงซึ่งผู้เรียนจะต้องแก้ปัญหาเฉพาะหน้าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติ

กรมวิชาการ (2530) ได้แบ่งเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติออกเป็น 4 ชนิด ตามระดับความเป็นจริง ดังนี้

1. การทดสอบการปฏิบัติด้วยการเขียนตอบ จะแตกต่างไปจากการสอบทั่ว ๆ ไป เพราะการทดสอบนี้มุ่งวัดการใช้ความรู้และทักษะ คำถามส่วนใหญ่เป็นการใช้ความรู้ที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่ผ่านมา เช่น ในรายวิชาสร้างข้อสอบอาจกำหนดให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

- สร้างตารางการวิเคราะห์หลักสูตรในหน่วยที่สอน
- สร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่สร้าง

คำกริยา "สร้าง" มักจะใช้กับการทดสอบภาคปฏิบัติ เช่น ให้นักเรียนสร้างแผนที่อากาศ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงจรไฟฟ้า แปลนอาคาร การออกแบบผ้า โคลงกลอน เรื่องสั้น แผนการทดลอง จากตัวอย่างดังกล่าว การทดสอบภาคปฏิบัติจะใช้วัดคุณภาพของผลงานในการใช้ความรู้และทักษะของนักเรียน การทดสอบภาคปฏิบัติโดยการเขียนตอบ บางครั้งก็มีความสำคัญ เช่น ในการให้นักเรียนทำกิจกรรมบางอย่าง จำเป็นที่จะต้องรู้ว่าผู้ปฏิบัติมีความรู้เพียงพอหรือไม่ต่อการปฏิบัตินั้น ๆ จึงต้องใช้วิธีการเขียนตอบเสียก่อน เพื่อที่จะช่วยในการหลีกเลี่ยงอันตรายหรืออุบัติเหตุเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือนั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเครื่องมือนั้นแพงเกินไปหรือมีอันตรายแก่ตนเองและผู้อื่น เช่น วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสุขภาพ ทักษะในการวินิจฉัยโรคและการเขียนใบสั่งยาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะต้องทำการทดสอบเสียก่อนที่จะไปปฏิบัติจริงกับคนไข้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดสอบเชิงจำแนก (Identification Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในระดับความเป็นจริงต่าง ๆ เช่น ให้นักเรียนจำแนกเครื่องมือหรือชิ้นส่วนของเครื่องมือว่าเป็นอะไรบ้าง และแต่ละชิ้นมีหน้าที่อะไร ถ้าเป็นแบบทดสอบที่ซับซ้อนหรือยากขึ้น อาจจะมอบหมายงานให้นักเรียน เช่น ให้หาจุดที่ไฟฟ้าช็อตในวงจรไฟฟ้าแล้วให้ระบุเครื่องมือ อุปกรณ์และวิธีการที่จะใช้ในการปฏิบัติงานนั้น และถ้าเป็นคำถามที่สลับซับซ้อนยิ่งขึ้นไปอีก เช่น ให้จำแนกการฟังเสียงการปฏิบัติงานของเครื่องยนต์ และหาสาเหตุทำไมจึงมีเสียงเช่นนั้น และจะแก้ไขให้ดีได้อย่างไร

ถึงแม้ว่าการทดสอบเชิงจำแนกจะใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม แต่ในการเรียนการสอนก็สามารถนำมาใช้ได้ เช่น ครูสอนชีววิทยาอาจให้นักเรียนจำแนกเครื่องมือและวิธีที่จะใช้ในการทดลอง นักเรียนเคมีให้จำแนกสารเคมีต่าง ๆ นักเรียนภาษาให้จำแนกการออกเสียงที่ถูกต้อง นักเรียนคณิตศาสตร์ให้จำแนกการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง นักเรียนภาษาให้จำแนกกฎเกณฑ์ในการเขียน นักเรียนสังคมให้จำแนกบทบาทของผู้นำในการที่จะทำงาน นอกจากนี้ การจำแนกอย่างถูกต้องจะมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนวิชาบางอย่าง เช่น ศิลปศึกษา ดนตรี พลศึกษา การเกษตร การธุรกิจและเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

การทดสอบเชิงจำแนกในบางครั้งจะใช้วัดทักษะการปฏิบัติทางอ้อม เช่น เพื่อจะดูว่ามีใครมีประสบการณ์ในการทำงานในเรื่องหนึ่งเรื่องใดหรือไม่ ก็จะใช้การทดสอบเชิงจำแนกไปวัดโดยประเมินว่าผู้ที่สามารถจำแนกเครื่องมือต่าง ๆ ในงานนั้นก็จะมีประสบการณ์ในงานนั้น ถ้าไม่สามารถจำแนกได้ก็ไม่มีประสบการณ์ในงานนั้น การทดสอบเชิงจำแนกยังใช้เป็นเครื่องมือในการเตรียมนักเรียนเพื่อการปฏิบัติงานจริงหรือสถานการณ์จำลอง

3. การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ (Simulated Performance) จะเน้นวิธีการโดยให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานในสถานการณ์ที่เหมือนจริง เช่น วิชาพลศึกษาให้นักเรียนแสดงท่ามวยโดยไม่มีคู่ต่อสู้ สาธิตการว่ายน้ำแบบกรรเชียงโดยไม่มีน้ำ ในวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาชีพให้ทำโครงการทดลองโดยการออกแบบเชิงสร้างสถานการณ์ตามงานจริง ในวิชาสังคมศึกษาให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นลูกขุนหรือในการฝึกหัดขับรถยนต์และฝึกหัดขับเครื่องบิน ก็จะใช้วิธีการสร้างสถานการณ์ การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์จะช่วยป้องกันไม่ให้นักเรียนได้รับอันตรายและทำให้เครื่องมือราคาแพงเสียหาย ระหว่างการพัฒนาในขั้นแรก ๆ การปฏิบัติเชิงสร้างสถานการณ์ในบางครั้งอาจจะนำมาใช้ในการประเมินขั้นสุดท้ายของทักษะการปฏิบัติ

4. การปฏิบัติงานจริง (Work Sample) ในการทดสอบภาคปฏิบัติซึ่งมีหลายวิธีการนั้น การปฏิบัติงานจริงถือว่ามีระดับความจริงสูงสุด นักเรียนจะต้องแสดงตัวอย่างของงานภายใต้สภาวการณ์จริง เช่น ในการทดสอบการขับขี่รถยนต์ นักเรียนจะต้องขับจริง มีสภาพเหมือนการขับรถยนต์โดยทั่ว ๆ ไป เช่น มีเครื่องหมายจราจรต่าง ๆ เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ติดไฟแดง ขึ้นสะพาน โดยนักเรียนจะต้องแสดงความสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เผชิญหน้าได้ การปฏิบัติงานจริงยังนำมาใช้ในงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธุรกิจและงานอุตสาหกรรมโดยกำหนดตัวอย่างให้ทำ เช่น กำหนดให้นักเรียนทำงานเป็นโครงการโยมีขั้นตอนเหมือนกับงานจริง ๆ มีการออกแบบการเลือกใช้วัสดุ การก่อสร้าง เป็นต้น

เนื่องจากการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองผสมกับความรู้สึกทางจิตใจ การวัดการปฏิบัติงานจึงครอบคลุมลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (อุทุมพร จามรมาน 2532)

1) ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงาน

2) กระบวนการปฏิบัติงาน ซึ่งครอบคลุมการเตรียมพร้อมทางกายและใจ

3) ผลงานที่ทำสำเร็จแล้ว

จากการแบ่งชนิดของแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ดังกล่าว พบว่ามีลักษณะการแบ่งเหมือน ๆ กัน คือ จะมีแบบทดสอบในสถานการณ์จำลอง แบบทดสอบสถานการณ์จริง ส่วนที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ก็คือมีแบบทดสอบให้จำแนกแยกแยะกับแบบทดสอบโดยการให้แสดงการรู้จักซึ่งโดยรวมไม่แตกต่างกัน

กล่าวโดยสรุป เครื่องมือที่ใช้วัดภาคปฏิบัติ โดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือการทดสอบด้วยการเขียนตอบ โดยใช้แบบสอบอัตนัย ซึ่งศึกษาจากที่กล่าวมาแล้ว ส่วนการทดสอบด้วยการปฏิบัติจริงโดยใช้ตัวอย่างงาน ขอเสนอสาระสำคัญ ดังนี้

การวัดการปฏิบัติจริง (Work Sample)

การสร้างเครื่องมือเพื่อตรวจสอบความสามารถด้านการปฏิบัติงานของผู้เรียน จะทำได้ดีและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้นน่าจะมีเครื่องมือวัดหลาย ๆ ชนิด และมีความเข้าใจในวิธีการสร้างเป็นอย่างดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการสร้างเครื่องมือวัด ที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติคือ

กรมวิชาการ (2530: 4-12) ได้กล่าวถึง สิ่งที่ควรจะวัดจากการปฏิบัติจริงมีอยู่ 2 ประการคือ

1) สิ่งที่ควรจะวัดจากการปฏิบัติงานจริง

1.1) ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน จุดมุ่งหมายของการวัด และการประเมินผลการปฏิบัติงานแยกเป็น 2 ส่วน คือ วิธีการและผลงาน การตัดสินขั้นของการพัฒนาด้านทักษะจะพิจารณาในประเด็นที่ว่า นักเรียนสามารถปฏิบัติอย่างไร มากกว่าที่จะวัดว่านักเรียนรู้อะไร

(1) การวัดวิธีการ (Process) เป็นการวัดโดยชุดหรือลำดับขั้นของการกระทำของนักเรียน ส่วนการวัดผลงาน (Product) คือ การวัดผลจากการปฏิบัติงานตามวิธีการนั้น ๆ เช่น การประเมินการพิมพ์ดีด ถ้าวัดวิธีการ เป็นการวัดการนั่ง การวางนิ้วบนแป้นที่เหมาะสมก่อนเริ่มพิมพ์ การจับตาดูที่สิ่งพิมพ์มากกว่าบนแป้น การเคาะแป้นแต่ละนิ้ว เป็นต้น ส่วนการวัดผลงานเป็นการวัดสิ่งที่พิมพ์ได้ การประเมินการเล่นเปียโน ถ้าวัดวิธีการจะพิจารณาท่านั่ง ตำแหน่งของเท้าและมือ การจัดโน้ตเพลง ความสัมพันธ์ของเปียโนและผู้เล่นที่มีต่อผู้ฟัง การเคาะคีย์ และการกระทำอื่น ๆ ที่มีต่อผลงาน ส่วนการวัดผลงาน วัดจากเสียงที่ไปสู่ผู้ฟัง ในทำนองเดียวกัน การปฏิบัติในวิชาศิลปะ การตัดลายมือ การเกษตร การครัวและงานบ้าน ก็สามารถแบ่งการวัดวิธีการและการวัดผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานออกได้ชัดเจนเช่นกัน แต่ก็อาจจะมีวิชาบางลักษณะที่ไม่สามารถแยกระหว่างวิธีการกับผลงานออกได้ชัดเจน เช่น การเล่นบาสเกตบอล ซึ่งการเล่นแพ้หรือชนะไม่ถือว่าเป็นผลงาน ในลักษณะที่กล่าวถึงจึงต้องพิจารณาทั้งวิธีการและผลงานร่วมกัน

(2) การวัดผลงาน (Product) เป็นการวัดที่เป็นอัตนัยมากและงานแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์ประเมินต่างกันไป และมีมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ยอมรับระดับหนึ่ง เช่น การทำเค้กอาจจะดูความนิ่ม ความสูง (ฟู) ของเค้ก รสชาติ เป็นต้น การตั้งเกณฑ์หรือมาตรฐานจะต้องคำนึงถึงอายุของนักเรียน ระดับวุฒิภาวะ และประสบการณ์ของนักเรียน การตัดสินผลงานต้องเลือกเกณฑ์ให้เหมาะสม

1.2) การวัดทางด้านพฤติกรรมของนักเรียน นอกจากจะรู้ว่านักเรียนคิดอย่างไร นักเรียนรู้สึกอย่างไร นักเรียนปฏิบัติได้อย่างไร แล้วยังมีพฤติกรรมของนักเรียนบางอย่างที่จะต้องวัดด้วย เช่น ขณะที่อยู่ห้องเรียน นักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร มีความตั้งใจทำงาน มีความรับผิดชอบให้ความร่วมมือ มีวินัยต่อตนเองหรือไม่

2. วิธีการที่ใช้รวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริง

2.1) การสังเกตโดยตรง (Direct Observation) การสังเกตโดยตรงจากผู้สอนให้ได้ข้อมูลที่ดีกว่านักเรียน มีความรอบรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่ การสังเกตอาจจะต้องเลือกว่าจะสังเกตตามโครงสร้างที่กำหนดไว้หรือไม่ต้องมีโครงสร้าง

2.2) การสัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุด ทำให้รู้ว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตอนที่ท่านไม่ได้สังเกตด้วยตนเองนั้นเป็นอย่างไร การสัมภาษณ์สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง เช่น อาจจะสัมภาษณ์ความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างที่อยู่ในสถานการณ์เดียวกัน

2.3) การเขียนรายงาน (Self Report) เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเองเหมือนการสัมภาษณ์ เพียงแต่ไม่มีคนคอยตั้งคำถามเท่านั้น

2.4) นักเรียนสังเกตกันและกัน (Peer Review) การเก็บข้อมูลโดยวิธีการนี้จะขอให้นักเรียนสังเกตซึ่งกันและกัน แล้วร่ายวานผลการสังเกตโดยการวิจารณ์เปรียบเทียบประโยชน์เทคนิคนี้คือ ช่วยประหยัดเวลา นักเรียนบางคนสามารถปฏิบัติงานได้ดี ถ้ามีอิสระไม่ถูกรบกวน ประโยชน์อีกประการของวิธีการนี้ คือ นักเรียนสามารถจะเรียนรู้ว่าการที่เขาทำสิ่งต่าง ๆ โดยที่ไม่มีคนอื่นเพ่งมองดู เขายังจะใช้ทักษะหรือพฤติกรรมเดิมหรือไม่

กรมวิชาการ (2539: 1-4) เสนอวิธีการสังเกตเพื่อใช้ในการวัดผลภาคปฏิบัติโดยมีเครื่องมือที่ช่วยในการบันทึกการสังเกตดังนี้

1. การจัดลำดับ (Ranking)
2. กาใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)
3. แบบสำรวจพฤติกรรม (Checklist)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุวิมล ว่องวาณิช (2539: 13-17) ได้แบ่งวิธีในการประเมินผลปฏิบัติไว้ 3 วิธี

1. การทดสอบด้วยข้อเขียน
2. การทดสอบโดยให้ปฏิบัติในสถานการณ์ที่ควบคุม
3. การทดสอบโดยใช้ปฏิบัติงานในสภาพการณ์จริง

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การวัดภาคปฏิบัตินั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสอบแบบสอบข้อเขียน การให้ปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง การให้ปฏิบัติตามสภาพการณ์จริง หรือการสอบภาคปฏิบัติ การเลือกใช้วิธีวัดภาคปฏิบัติไม่ว่าจะด้วยวิธีใด หรือรูปแบบใดก็ตามขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่ต้องการวัด และจุดมุ่งหมายว่าต้องการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับใด

เครื่องมือในการวัดภาคปฏิบัติ

กรมวิชาการ (2539: 5-7) ได้แบ่งชนิดของเครื่องมือในการวัดภาคปฏิบัติ ดังนี้

1. การสังเกต การสังเกตที่ดีจะต้องปล่อยให้ผู้ถูกสังเกตอยู่ในสภาพการณ์ตามปกติเพื่อจะได้ข้อมูลตามความเป็นจริง

2. การจัดอันดับ การจัดอันดับเป็นวิธีการที่จะเรียงลำดับนักศึกษาในคุณสมบัติหนึ่ง ๆ ตามที่กำหนดให้ซึ่งสามารถจะใช้ในการวัดวิธีการ หรือผลงานก็ได้

3. มาตราส่วนประมาณค่า มาตราส่วนประมาณค่าเป็นเครื่องมือที่ใช้มาก มาตรส่วนประมาณค่ามีหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดที่จัดคุณลักษณะให้มีลักษณะต่อเนื่อง ซึ่งจะแบ่งคุณลักษณะนั้นตามระดับ สูง-ต่ำ

4. แบบสำรวจพฤติกรรม แบบสำรวจพฤติกรรมมักจะมีรายการของพฤติกรรมให้ผู้สังเกตบันทึกว่ามีพฤติกรรมนั้น ๆ เกิดขึ้นหรือไม่

5. การบันทึกต่าง ๆ การบันทึกในกลุ่มนี้มักจะเป็นวิธีการที่ไม่ได้กำหนดรูปแบบไว้อย่างชัดเจนเหมือนวิธีอื่น ๆ ผู้บันทึกค่อนข้างจะมีอิสระในการที่จะบันทึกลงไปมากกว่าเครื่องมือชนิดอื่น ๆ

บุญชม ศรีสะอาด (2540: 56-57) กล่าวว่า ในการประเมินผลภาคปฏิบัติผู้ประเมินผลจะอาศัยการสังเกตวิธีปฏิบัติหรือผลผลิต โดยใช้แบบทดอบซึ่งมีหลายลักษณะ ดังนี้

1. การเรียงลำดับ (Ranking)
2. การประเมินระดับ (Rating)
3. การตรวจสอบรายการ (Checklist)
4. การเปรียบเทียบระดับผลผลิต (Product Scale)
5. การใช้ระเบียบพฤติกรรม (Anecdotal Records)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสนอ ภิรมย์จิตรผ่อง (2542: 110) กล่าวว่าเครื่องมือช่วยในการสังเกต โดยทั่วไป การสังเกตเป็นการกำหนดให้ผู้สังเกตประเมินพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ผู้สังเกตออกมาเป็นตัวเลขอันดับ (Scale) ด้วยมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบบสำรวจรายการ (Checklist) และการบันทึก (Record) ซึ่งสร้างง่ายและมีกระบวนการ

ดังนั้นสรุปได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดภาคปฏิบัติมีหลายชนิด อาจใช้แบบสังเกต แบบสอบข้อเขียน แบบตรวจสอบรายการ มาตราประมาณค่า หรือรายงานการทดลอง ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเครื่องมือกับงานที่จะทำการวัด หรือ จุดประสงค์ของงาน ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.)

การสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติ

กรมวิชาการ (2539: 6-14) ได้กำหนดไว้ 6 ขั้นตอนคือ

1. วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดขั้นตอนการเรียนรู้

นำจุดประสงค์ของกลุ่มวิชาและคำอธิบายรายวิชาที่ต้องการสอนมาแยกแยะเพื่อกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน กิจกรรม หรืองานที่นักศึกษาจะต้องปฏิบัติ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่แสดงว่านักศึกษามีความรู้ ความสามารถและคุณลักษณะตามเป้าหมายของรายวิชานั้น

2. คัดเลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องวัดภาคปฏิบัติ

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรนั้นอาจมีทั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านพุทธพิสัย (ความรู้ความคิด) ด้านจิตพิสัย (คุณลักษณะและความรู้สึก) และด้านทักษะพิสัย (ความสามารถในการลงมือปฏิบัติงาน) ดังนั้นอาจารย์ผู้สอนควรเลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นด้านการปฏิบัติและนักศึกษาได้แสดงออกถึงพฤติกรรมการลงมือทำงานและลักษณะนิสัยในการทำงานไปสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

3. วิเคราะห์งานเพื่อกำหนดกิจกรรมที่จะวัดภาคปฏิบัติ

ในแต่ละรายวิชาหรือเนื้อหา สามารถวิเคราะห์กิจกรรม/งาน ได้หลายประเด็น ซึ่งบางเนื้อหาอาจจะวัดภาคปฏิบัติทุกประเด็น แต่บางเนื้อหาถ้าจะวัดภาคปฏิบัติ จะมีปัญหาเรื่องความไม่พร้อมในการดำเนินการสอบ ระยะเวลา ค่าใช้จ่ายและความไม่พร้อม ด้านอื่น ๆ จึงต้องเลือกกิจกรรม/งาน ที่เป็นตัวแทนที่สามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา ใช้อุปกรณ์ไม่มาก วัดได้ทั้งกระบวนการทำงาน ผลงาน ความคิดสร้างสรรค์ นักศึกษาสามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จ เพราะเป็นงานที่ไม่ยากและไม่ใหญ่เกินความสามารถของนักศึกษา

4. กำหนดวิธีการวัดและชนิดของเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

เมื่อกำหนดจุดมุ่งหมายและกิจกรรมที่จะสอบวัดเรียบร้อยแล้วอาจารย์ผู้สอนจะต้องพิจารณาว่าจะใช้วิธีการวัดโดยอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้สังเกต หรือจะสอบวัดโดยให้นักศึกษาช่วยกันสังเกตเพื่อนหรือจะให้เพื่อนอาจารย์เป็นผู้สังเกต หรือจะใช้วิธีอื่น ๆ เมื่ออาจารย์ผู้สอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัดสินใจเลือกวิธีการวัดแล้ว กะต้องเลือกเครื่องมือที่ช่วยในการสังเกต คือการจัดอันดับแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบสำรวจพฤติกรรม และแบบบันทึกต่าง ๆ หลังจากนั้น อาจารย์ผู้สอนจะต้องพิจารณาว่าจะสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติตามรูปแบบใด จึงจะเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการทดสอบ

5. สร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

เมื่ออาจารย์ผู้สอนจัดเตรียมงานตามลำดับตั้งแต่ขั้นที่ 1 วิเคราะห์หลักสูตร จนถึงขั้นที่ 4 กำหนดวิธีการวัดและชนิดของเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติเรียบร้อย ลำดับต่อไปเป็นการเขียนเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติซึ่งในการเขียนเครื่องมือวัดนี้ อาจารย์ผู้สอนควรกำหนดกรอบการเขียนเครื่องมือวัดเพื่อให้เขียนเครื่องมือได้ชัดเจนและไม่หลงทาง ในที่นี้ขอเสนอแนวทางการกำหนดกรอบการเขียนแบบวัดภาคปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้
2. หลักการ/สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
3. ลักษณะทั่วไปของสถานการณ์/ตัวเร้าที่จะนำมาเป็นเงื่อนไขของการสอบ
4. ขอบเขต/แหล่งที่มาของสถานการณ์ที่เป็นตัวเร้า
5. ลักษณะคำสั่งและการปฏิบัติ
6. การประเมิน
   - หัวข้อการประเมิน
   - เกณฑ์การประเมิน
   - สรุปผลการประเมิน
7. วิธีดำเนินการสอบ
   - การเตรียมงาน
   - การดำเนินการสอบ
   - การสรุปผลการทดสอบ

6. ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติที่สำคัญคือตรวจว่าเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นนั้น มีความตรง (Validity: วัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดหรือไม่) ความเชื่อมั่น (Reliability: ให้ผลการวัดที่แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงตามตัวแปรอื่น ยกเว้นเปลี่ยนแปลงตามความสามารถของผู้เข้าสอบ) การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือนี้ จะต้องดำเนินการก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้ในการทดสอบจริง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง (Validity) ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการให้ผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยตัดสินว่า เครื่องมือนั้นมีความเที่ยงตรงหรือไม่ผู้เชี่ยวชาญอาจเป็นอาจารย์ผู้สอน ศึกษานิเทศก์หรือคนอื่น ๆ ที่มีความชัดเจนในเนื้อหาที่จะวัด 2-3 คน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กิจกรรมหรืองานที่กำหนด ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
- ข้อปฏิบัติแต่ละขั้นตอนตามคำสั่งของเครื่องมือวัด สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
- การกำหนดคะแนนของแต่ละหัวข้อ ให้น้ำหนักคะแนนเหมาะสมหรือไม่ (หัวข้อที่มีความสำคัญเป็นตัวแทนของกิจกรรมหรืองาน ควรให้น้ำหนักคะแนนมาก)

ถ้าผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยว่ากิจกรรมหรืองาน และข้อปฏิบัติแต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และการกำหนดน้ำหนักคะแนนมีความเหมาะสมก็สรุปว่าเครื่องมือวัดภาคปฏิบัตินั้น มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรง

การตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่น (Reliability) แบบวัดภาคปฏิบัติจะมีเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดมากกว่าแบบวัดภาคทฤษฎี ถ้าเกณฑ์การให้คะแนนไม่เหมาะสมชัดเจน อาจทำให้ผลการประเมินนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกันได้ ความเชื่อมั่นของแบบวัดภาคปฏิบัติมี 2 ประการ คือ ความเชื่อมั่นของผู้ประเมินและความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด

Bradfield (1957: 341) ได้เสนอขั้นตอนทั่วไปในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ 5 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. เขียนรายงานกิจกรรมทั้งหมดในการปฏิบัติที่แบบทดสอบจะทำการวัด
2. เลือกกิจกรรมที่จะบรรจุลงในแบบทดสอบ
3. ปรับปรุงงานหรือชุดของงานที่กิจกรรมเหล่านั้นให้เป็นตัวตนและมิติต่าง ๆ ให้ปรากฏชัดเจน
4. ปรับปรุงรูปแบบการสังเกตที่จะทำการวัดกิจกรรมให้อยู่ในรูปของมิติ (Dimensions) ที่สำคัญ
5. ปรับปรุงคำสั่ง คำชี้แจง ตลอดจนแผนการในการดำเนินการสอบ

Millman และ Greene (1989: 335-366) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดมาตรฐานไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดเป็นแม่แบบวัด
2. การกำหนดลักษณะเฉพาะของแบบวัด
3. การพัฒนาข้อสอบ
4. การประเมินค่าข้อสอบ
5. การคัดเลือกข้อสอบ
6. การจัดฉบับแบบวัด

Tuckman (1975) ได้เสนอหลักการสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบุผลงานที่ต้องการจากการปฏิบัติ (Specifying Desire Performance Outcome) ในขั้นนี้ จะระบุจุดประสงค์ที่ต้องการจะปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด รวมไปถึงเกณฑ์การประเมิน วัตถุประสงค์จะเป็นตัวแสดงผลผลิตปลายทางที่ต้องการ สำหรับวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติมักจะมีคำกริยาที่แสดงถึงการกระทำ เช่น การแสดง การสร้าง เพราะคำเหล่านี้เป็นกริยาที่ระบุให้เป็นการกระทำด้วยมือ เช่น

- แสดงวิธีการแบ่งมุมออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน
- แต่งโคลงบรรยายความรู้สึกของบุคคลต่อธรรมชาติ

2. ระบุสถานการณ์ทดสอบ (Specifying the Test Situation) สถานการณ์ทดสอบจะต้องให้ผู้เรียนได้แสดงผลงานที่ต้องการเป็นเงื่อนไขที่ผู้วัดเตรียมให้ผู้เรียนปฏิบัติ ตัวอย่างเช่น

ในสถานการณ์ของการปฏิบัติการติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าบนแผงวงจรทดลอง

กำหนดเครื่องมือและวัสดุ : - เครื่องมือมาตรฐานในการติดตั้งไฟฟ้า 1 ชุด
- สายไฟฟ้า
- ปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับ (Electrical Outlet)
- Mounting Box
- แผงวงจรทดลอง

คำสั่งในการปฏิบัติงาน : จงติดตั้งไฟฟ้าชนิดเต้ารับโดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ระบุเกณฑ์ในการประเมินวิธีการและผลงาน (Specifying Process and Product Criteria) ในการทดสอบวิธีการที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ผู้สังเกตไม่มีเวลาจะสังเกตได้นาน ๆ เพื่อประเมินพฤติกรรม ดังนั้นครูต้องเตรียมเกณฑ์เพื่อจะใช้ในการประเมินไว้ล่วงหน้า เช่น

การปฏิบัติการติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับ จะมีการกำหนดหรือให้คะแนนตามพฤติกรรม ดังนี้

- การเลือกใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง
- ความสามารถในการเลือกใช้วัสดุ (สายไฟ) ได้เหมาะสมกับงาน
- การตัดไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Cut Out) ก่อนการปฏิบัติงาน
- ความถูกต้องในการต่อสายไฟเข้ากับปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับ
- การนำปลั๊กไฟฟ้าชนิดเต้ารับไปติดตั้งใน Mounting Box ได้ถูกต้อง
- การต่อสายไฟฟ้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีวิธีการที่ถูกต้อง
- การทดสอบประสิทธิภาพของการใช้งาน

4. การเตรียมแบบตรวจสอบรายการ (Preparing The Performance Checklist) แบบตรวจสอบรายการนี้ จะต้องมีการพัฒนารูปแบบมาก่อน โดยนำเกณฑ์จากข้อ 3 มาเรียงลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนหลังแล้วสังเกตการณ์ปฏิบัติงานของผู้ทดสอบ ถ้าผู้ทดสอบปฏิบัติตามเกณฑ์นั้นก็บันทึกให้ ถ้าไม่ปฏิบัติตามก็ไม่บันทึก

Mehrens and Lehmann (1985) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์งาน เพื่อกำหนดว่าอะไรที่เป็นความสามารถที่จะทดสอบ ซึ่งแนวทางที่จะทำให้การวิเคราะห์งานได้ดีที่สุดทางหนึ่งคือ ผู้ทดสอบได้เรียนรู้งานและตรวจตราอย่างระมัดระวังในขั้นตอนการฝึกหัด วิธีนี้จะทำให้ผู้สร้างแบบวัดเห็นภาพได้ว่าสภาพที่แท้จริงเป็นอย่างไร มากกว่าที่จะได้มาโดยการสังเกตผลงานเพียงอย่างเดียว

2. คัดเลือกงาน ทักษะและความสามารถที่มีความสำคัญที่เกี่ยวข้องในงานที่เป็นตัวแทนทักษะต่าง ๆ เมื่อตัดสินใจแล้วว่าความสามารถใดที่จะต้องทดสอบ สิ่งหนึ่งจะต้องกำหนดก็คือจะทดสอบวิธีการปฏิบัติงานหรือผลการปฏิบัติงานหรือทั้งสองอย่าง

3. สร้างแบบฟอร์มของการสังเกตหรือการประเมิน แบบฟอร์มนี้จะประกอบด้วยชนิดของการสังเกตเพื่อผู้สังเกตได้บันทึก ตัวอย่างเช่น คุณภาพของงานสำคัญใช่ไหม ความเร็วในการปฏิบัติสำคัญใช่ไหม ทักษะหรือความสามารถใดก็ตามก็ถือว่าสำคัญหรือเป็นไปได้ ก็ควรจะประเมิน

4. การสร้างรูปแบบบางอย่างของแผนการสุ่ม เราเข้าใจว่าไม่มีแบบวัดใดสามารถที่จะบรรจุทุกสิ่งทุกอย่างที่ต้องการวัดลงไป สำหรับแบบวัดภาคปฏิบัติ ผู้สร้างแบบวัดควรจะอาศัยการวิเคราะห์งานเป็นพื้นฐานในการคัดเลือกลักษณะงานเป็นสิ่งสำคัญที่สุด

5. สร้างรูปแบบบริหารการสอน เช่น เตรียมคำสั่งเวลาที่ใช้ทดสอบ วัสดุ คำแนะนำวิธีการให้คะแนน และอื่น ๆ

6. ทดลองใช้ข้อกระทงในแบบวัด ก่อนจะพัฒนารูปแบบขั้นสุดท้าย

สวัสดิ์ ประทุมราช (2531) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการปฏิบัติงานไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์งานเพื่อกำหนดขอบข่ายของงาน
2. กำหนดมิติและหัวข้อการปฏิบัติงาน
3. เขียนข้อกระทงที่แสดงพฤติกรรมตามหัวข้อที่กำหนด
4. วินิจฉัยความครอบคลุมและความเกี่ยวข้อง โดยผู้ชำนาญในสาขาวิชา
5. การแก้ไขปรับปรุงเป็นแบบประเมินผลขั้นสุดท้าย
6. การกำหนดคะแนนของแบบประเมินผล
7. การหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
8. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน
9. การหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมินผล
10. การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบประเมินผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุทุมพร จามรมาน (2532) ได้กล่าวถึงการสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติว่ามีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ขอบเขต

ผู้สร้างต้องตอบคำถามให้ได้ว่าจะสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติในเรื่องอะไร วัดกระบวนการ (Process) หรือผล (Product) ผู้เรียนคือใคร มีลักษณะอย่างไร กระบวนการวัดจะทำอย่างไร มีกี่ชนิด แต่ละชนิดให้น้ำหนักเท่าไร เวลาในการใช้มีมากน้อยเพียงไร ตัวอย่างเช่น

ต้องการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาอาหาร 2 ของนักเรียนชั้น ม.3 ต้องการวัดความสามารถในด้านกระบวนการประกอบอาหาร เครื่องมือนี้จะใช้การสังเกต ครูมีให้สังเกตรายกลุ่มไม่เกิน 15 นาที และต้องเป็นเครื่องมือที่ง่ายต่อการที่ครูจะให้คะแนนด้านการปฏิบัติแก่นักเรียน

2. จุดมุ่งหมายในการวัด

จุดมุ่งหมายในการวัดภาคปฏิบัติต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน และจะต้องระบุให้ชัดเจนพอที่จะวัดได้ เช่น

เครื่องมือวัดภาคปฏิบัติวิชาอาหาร มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดการเลียนแบบ

3. เนื้อหา

เนื้อหาวิชาที่จะวัดนั้นต้องระบุให้ชัดเจนเป็นหมวด หน่วย เรื่อง อย่างเป็นลำดับ และสอดคล้องกันจากใหญ่ลงมาเล็ก จากกว้างลงมาแคบ ให้ครบถ้วนสมบูรณ์และถูกต้อง เช่น

เนื้อหาในวิชาอาหาร จำแนกได้ดังนี้ อาหารคาว 1 อย่าง อาหารว่าง 1 อย่าง

4. ตารางโครงสร้าง

การกำหนดโครงสร้าง คือ ทำตาราง 2 มิติ ด้านหนึ่งคือเนื้อหา อีกด้านหนึ่งคือจุดมุ่งหมายในการวัด แล้วใส่น้ำหนักเป็นร้อยละลงในตารางให้สอดคล้องกับที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และแผนการสอนของผู้สอน

5. ประเภทข้อความ แบบวัด คะแนน จำนวนข้อ

ผู้สร้างตัดสินใจว่าจะมีเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติกี่ชนิด แต่ละชนิดใช้การวัดแบบใด เช่น ให้ผู้ตอบตอบเองหรือการสัมภาษณ์หรือสังเกตพฤติกรรม เครื่องมือแต่ละชนิดเป็นคะแนนเท่าไร และข้อความแต่ละข้อคิดเป็นคะแนนเท่าไรจึงจะสอดคล้อกับน้ำหนักที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

6. เขียนข้อความ

เมื่อระบุจำนวนข้อตลอดจนระบุได้ว่าข้อความใดวัดเนื้อหาใด ในจุดมุ่งหมายใดมีรูปแบบอย่างไร แล้วผู้สร้างจึงเขียนข้อความตามเงื่อนไขจนครบตามจำนวนข้อที่วางแผนไว้

ตรวจสอบภาษาที่เขียนในแต่ละข้อว่าเป็นภาษาที่ถูกต้องตามหลักภาษา มีคำศัพท์ที่เข้าใจไม่ตรงกันหรือไม่ จัดพิมพ์เป็นแบบวัดการปฏิบัติ

7. การวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติได้แล้ว ผู้สร้างควรทิ้งไว้ประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ แล้วย้อนกลับมาทดลองทำด้วยตนเองว่าใช้เวลาเท่าไร มีปัญหาในเรื่องใดบ้าง แก้ไขจุดอ่อนตลอดจนกำหนดเวลาในการใช้เครื่องมือ จากนั้นนำเครื่องมือไปใช้กับผู้เรียน ตรวจให้คะแนนรายคน รายข้อและคะแนนรวม นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

คำนวณค่าเป็นรายข้อ

- ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ร้อยละรายข้อ
- ลักษณะความเบ้และความโด่งเบน
- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อ
- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม

คำนวณค่าจากคะแนนรวมรายคน

- ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่ม
- ค่าความเบ้ ความโด่งเบนของกลุ่ม
- การแจกแจงความถี่ของกลุ่ม

สรุปปัญหาในระหว่างการเก็บข้อมูลในเรื่องเวลาที่ใช้ ข้อความที่มีปัญหา ประเด็นต่าง ๆ ของการทดสอบ

เลือกข้อความที่มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้ไว้ คือ

- ค่าเฉลี่ยอยู่ตรงกลาง การกระจายกว้าง
- ค่าความโด่งเบนใกล้เคียงค่า 0 (ปกติ)
- ค่าความเบ้ใกล้เคียงค่า 3 (ปกติ)
- สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดกับคะแนนรวมอยู่ระหว่างค่า .40 -.50

8. การปรับปรุงรายข้อ

ผลการวิเคราะห์รายข้อนำไปสู่การตัดข้อความบางข้อทิ้งแล้วสร้างใหม่ หรือปรับปรุงข้อความที่ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์การเลือกข้อความทุกเกณฑ์ การปรับปรุง ได้แก่การแก้ไขข้อความ เช่น เพิ่มคำบางคำหรือขยายความบางอย่างให้อ่านเข้าใจได้ง่ายขึ้น เป็นต้น การเขียนข้อความใหม่เป็นการพิจารณาเนื้อหาและจุดมุ่งหมายเดิมแต่เขียนใหม่ ใช้ตัวอย่างใหม่หรือวลีใหม่

9. การพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ

เมื่อแก้ไขข้อความแล้ว ตรวจสอบน้ำหนักกับตารางโครงสร้าง พิมพ์ข้อความ จัดทำเป็นฉบับ ใช้กับกลุ่มใหม่ รวบรวมคะแนนตรวจให้คะแนนรายคน รายข้อและคะแนนรวม จำนวนค่าเหมือนขั้นที่ 7 แต่เพิ่มการคำนวณ คือ ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bradfield (1957 : 341) ได้เสนอขั้นตอนทั่วไปในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

1. เขียนรายงานกิจกรรมทั้งหมดในการปฏิบัติที่แบบทดสอบจะทำการวัด
2. เลือกกิจกรรมที่จะบรรจุลงในแบบทดสอบ
3. ปรับปรุงงานหรือชุดของงานที่กิจกรรมเหล่านั้นให้เป็นตัวตน (Incorporates) และมิติต่าง ๆ ให้ปรากฏชัดเจน
4. ปรับปรุงแบบสังเกตที่จะทำการวัดกิจกรรมให้อยู่ในรูปของมิติ (Dimensions) ที่สำคัญ
5. ปรับปรุงคำสั่ง คำชี้แจง ตลอดจนแผนการในการดำเนินการสอบ

สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์ (2535: 15 -17) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ คือ จุดประสงค์ที่ระบุว่าต้องการให้นักเรียนทำอะไรได้ เพื่อประเมินว่านักเรียนมีพฤติกรรมตามที่กำหนดหรือไม่
2. กำหนดลักษณะของการประเมิน
3. กำหนดพฤติกรรมจากการพิจารณาในข้อ 2 นำมากำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด
4. สร้างเครื่องมือ รวบรวมรายการหรือพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในข้อ 3 มาสร้างเครื่องมือ
5. กำหนดเกณฑ์การประเมินคือ การกำหนดว่าผู้เรียนจะต้องทำได้แค่ไหน เพียงใด

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา (2540 :11-16) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดหลายชนิด เช่น แบบทดสอบชนิดต่าง ๆ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แบบเขียนรายงานด้วยตนเอง เครื่องมือแต่ละชนิด มีความเหมาะสมกับลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดแตกต่างกัน แต่โดยภาพรวมมีขั้นการสร้างและพัฒนา 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยศึกษาว่าพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบนั้นหมายถึงอะไร มีลักษณะอย่างไร นักเรียนแสดงออกอย่างไร จึงจะสรุปได้ว่าเขามีพฤติกรรมที่ต้องการวัดแล้ว

ตัวอย่าง

ความรู้ความจำ ⇒ หมายถึง : ความสามารถทางสมองในการเก็บความรู้ ข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เรียนรู้หรือพบเห็น

⇒การแสดงออก : นักเรียนสามารถระลึกถึงข้อความรู้ ข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่เก็บสะสมออกมาได้โดยการพูด บอกหรือเขียนให้คนรู้ทราบได้

การปฏิบัติ ⇒หมายถึง : ความสามารถในการประพฤติ ปฏิบัติงานภายใต้ความคิดและความรู้สึกที่ถูกต้องและดีงามเพื่อสร้างสรรค์สิ่งที่เป็นประโยชน์

⇒การแสดงออก : นักเรียนปฏิบัติงานหรือปฏิบัติงานตามแนวทางที่คิดแล้วว่าถูกต้อง เหมาะสมด้วยความรู้สึกรับผิดชอบและเห็นคุณค่าในการกระทำของตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกใช้สถานการณ์หรือเนื้อหาในการทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการเลือกสถานการณ์หรือเนื้อหาที่สามารถเร้าให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจน เพื่อนำมาใช้ในการเขียนข้อความ หรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ

3. กำหนดความคิดรวบยอดของสถานการณ์หรือเนื้อหา เป็นการนำสถานการณ์หรือเนื้อหาที่เลือกแล้วมาทำความเข้าใจและเขียนความคิดรวบยอดของเนื้อหานั้นเพื่อเป็นกรอบความคิดในการเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ

4. เขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ การเขียนข้อคำถามหรือสิ่งที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ เพื่อให้ข้อคำถามมีคุณภาพ

- ถามให้ตรงจุดและชัดเจน
- คำถาม กะทัดรัด ไม่ใช้คำฟุ่มเฟือย
- ช่วยให้ใช้ความคิดในการตอบ
- ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับ / วัยของนักเรียน

5. เขียนตัวเลือกหรือเกณฑ์การให้คะแนน ถ้าเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะต้องมีคำตอบที่ถูกต้องตามหลักวิชาเพียงคำตอบเดียว ส่วนตัวลวงทุกตัวจะต้องเป็นตัวลวงที่มีความเป็นไปได้

ส่วนข้อสอบชนิดเขียนตอบหรือให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ จะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นปรนัยคือ ไม่ว่าผู้ตรวจจะเป็นใครก็ตาม เมื่ออ่านเกณฑ์การให้คะแนนแล้วสามารถตรวจให้คะแนนได้คะแนนตรงกัน

6. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด เพื่อยืนยันว่าเครื่องมือวัดที่ใช้นั้นมีคุณภาพอย่างน้อย 3 ประการ คือ ความเที่ยงตรง ความเป็นปรนัย และความเชื่อมั่น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มาโนชญ์ เผื่อนโภคา (2548: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบวัดผลการปฏิบัติงาน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดผลการปฏิบัติงาน จำนวน 21 ฉบับ แบบวัดผลการปฏิบัติงานแต่ละฉบับประกอบด้วยข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) แบบสังเกตพฤติกรรมทั่วไป และเกณฑ์การให้คะแนน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คืออาจารย์ที่มีประสบการณ์สอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไปจำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง กลุ่มตัวอย่างทำการตอบแบบสอบถามจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดผลการปฏิบัติงาน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดภาคปฏิบัติงานจำนวน 21 ฉบับ ได้ผ่านการพิจาณาจาก กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 ท่าน ค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.51 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ฉัตรชัย พันธ์นุรัตน์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาระบบเกียร์อัตโนมัติ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เครื่องมือประกอบด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่เป็นมารประมาณค่า 3 ระดับ กับแบบตรวจคุณภาพผลงานจากรายงานพร้อมเกณฑ์การตรวจให้คะแนน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบวัด 3 ชนิด จำนวน 3 ฉบับ คือ แบบสังเกตพฤติกรรมทั่วไป แบบสังเกตพฤติกรรมเฉพาะใบงาน และแบบตรวจรายงาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทำวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) ประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคราชสิทธาราม ที่ลงทะเบียนวิชาระบบเกียร์อัตโนมัติในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 52 คน ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย , ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ,ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและการทดสอบค่าที ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบวัดภาคปฏิบัติวิชาระบบเกียร์อัตโนมัติทั้ง 3 ฉบับ มีความตรงตามเนื้อหาโดยพิจารณาตัดสินความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบวัดภาคปฏิบัติวิชาระบบเกียร์อัตโนมัติทั้ง 3 ฉบับ มีความตรงตามสภาพ โดยพิจาณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างคะแนนจากแบบวัดภาคปฏิบัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ได้ค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .849 ถึง .981 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเกียร์อัตโนมัติทั้ง 3 ฉบับ มีความตรงเชิงจำแนกโดยใช้ t – test Independent ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.347 ถึง 7.616 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แบบวัดภาคปฏิบัติวิชาระบบเกียร์อัตโนมัติทั้ง 3 ฉบับ มีความเที่ยงระหว่าผู้ประเมิน 2 คน โดยพิจาณาจากค่าสัมประสิทธิ์แบบเพียร์สัน ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .819 ถึง .941 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดำริ พฤทธานนท์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้สร้างและหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเขียนแบบเทคนิค 2 แบบวัดภาคปฏิบัตินี้ แบ่งเป็น 2 ฉบับ คือแบบวัดภาคปฏิบัติการเขียนภาพตัดเต็ม และแบบวัดภาคปฏิบัติการเขียนภาพแผ่นคลี่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรชั้นปีที่ 1 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 32 คน วิธีการวิจัยได้ทำการทดสอบ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนกรายข้อ โดยการหาค่า t(test) ค่าความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ ระหว่างอันดับคะแนนของงานที่ปฏิบัติกับอันดับคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเขียนแบบเทคนิค 2 และค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดภาคปฏิบัติการเขียนภาพตัดเต็มจำนวน 15 ข้อ และแบบัดภาคปฏิบัติการเขียนภาพแผ่นคลี่ จำนวน 14 ข้อ ได้ผ่านการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มีค่าความสอดคล้องเป็นรายข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ทั้ง 2 ฉบับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนกเป็นรายข้อมีค่า เตั้งแต่ 2.35 ถึง 4.75 และ 2.83 ถึง 8.39 ตามลำดับ ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ เท่ากับ 0.642 และ 0.590 ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นของผู้ประเมิน เท่ากับ 0.964 และ 0.962 ตามลำดับ

อัจฉรา อรุรักษ์สมบัติ (2543: บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติวิชา ประดิษฐ์กลุ่มงานและพื้นฐานอาชีพ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ให้นักเรียนเขียนตอบ และฉบับที่ให้นักเรียนปฏิบัติจริง ในแต่ฉบับจะประกอบด้วยการวัดงานปฏิบัติ 3 งาน คืองานแกะสลักผักเป็นกระเช้า งานเย็บกระทงเจิม และงานร้อยมาลัยซีก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 284 คน ปีการศึกษา 2551 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบชั้น วิธีการศึกษาได้ทำการทดสอบ 4 ครั้ง การทดสอบครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบพร้อมทั้งปรับปรุงข้อทดสอบเหล่านั้น และหาค่าความเชื่อมั่นระหว่าผู้ตรวจให้คะแนน การทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพ และคะแนนจุดตัด การทดสอบครั้งที่4 เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างผลการสอบของแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติโดยวิธีตอบและปฏิบัติจริง

ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติโดยวิธีเขียนตอบ เมื่อผ่านการพิจาณาจากผู้เชี่ยวชาญ ในงานแกะสลักผักเป็นกระเช้า จำนวน 5 ข้อ งานเย็บกระทงเจิมจำนวน 8 ข้อ และงานร้อยมาลัยซีก 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.25 – 0.33 , 0.24 – 0.34 และ 0.21 – 0.310 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 – 0.21 , 0.20 – 0.22 และ 0.20 – 0.22 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน 0.924 , 0.936 และ 0.937 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.721 , 0.863 และ 0.832 ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพระหว่างคะแนนแบบทดสอบกับเกรดเฉลี่ยของนักเรียนเท่ากับ 0.208 , 0.215 และ 0.384 ตามลำดับ คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมเท่ากับ 10.9 และ 12

แบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติโดยวิธีปฏิบัติจริง เมื่อผ่านการพิจาณาจากผู้เชี่ยวชาญในงานในงานแกะสลักผักเป็นกระเช้า 6 ข้อ งานเย็บกระทงเจิม จำนวน 9 ข้อ และงานร้อยมาลัยซีก 10 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.36 – 0.50, 0.29 – 0.39 และ 0.31 – 0.61 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 – 0.57, 0.21 – 0.43 และ 0.21 – 0.50 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนเท่ากับ 0.909 , 0.956 และ 0.948 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.711 , 0.872 และ 0.884 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพระหว่างแบบทดสอบกับเกรดของนกเรียนเท่ากับ 0.854 , 0.956 และ 0.824 ตามลำดับ คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 13 , 21 และ 21 คะแนน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังศึกษาค่าความสอดคล้องระหว่างผลการสอบ ของแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติโดยวิธีการเขียนตอบและวิธีปฏิบัติจริง วิชางานประดิษฐ์ กลุ่มงานและพื้นฐานอาชีพงานแกะสลักผักเป็นกระเช้า งานเย็บกระทงเจิม และงานร้อยมาลัยซีก มีค่าเท่ากับ 0.596 , 0.619 และ 0.752 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัฐวิจักขณ์ เดชบำรุง (2541 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาแบบทดสอบการปฏิบัติการทดลองซิงโครนัสเยนเนอเรเตอร์ สำหรับนักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสังเกตกระบวนการปฏิบัติงาน แบบทดสอบวัดความสามารถในการเก็บข้อมูล การจัดการข้อมูล และแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบทดสอบสังเกตกระบวนการปฏิบัติงานมีค่าสหสัมพันธ์ของผู้ประเมิน 2 คน 0.97 ค่าความยากง่ายเฉลี่ย 0.58 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.37 การตรวจความถูกต้องของแบบวัดการเก็บข้อมูลมีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย และค่าความเชื่อมั่น 0.50 , 0.40 และ 0.58 ตามลำดับ แบบวัดความสามารถในการเก็บข้อมูล การจัดการข้อมูล มีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย และค่าความเชื่อมั่น 0.54 , 0.40 และ 0.86 ตามลำดับ แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง มีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย และค่าความเชื่อมั่น 0.33 , 0.41 และ 0.58 ตามลำดับ และเมื่อคิดรวมทั้ง 4 ฉบับดังกล่าว ปรากฏว่ามีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย และค่าความเชื่อมั่น 0.49 , 0.43 และ 0.80 ตามลำดับ

ทนัย สิงห์พันธ์ (2535: บทคัดย่อ) ได้สร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) ที่มีคุณภาพเชื่อถือได้ เครื่องมือประกอบด้วยแบบสังเกตกระบวนการทำงานที่เป็นมาตราประมาณค่า 3 ระดับ กับแบบตรวจคุณภาพของผลงานจากรายงาน พร้อมเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แบบสังเกตที่สร้างขึ้นแยกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่ใช้สังเกตกระบวนการทำงานทั่วไปกับประเภทที่ใช้สังเกตกระบวนการทำงานเฉพาะการทดลอง ประกอบด้วยแบบวัดจำนวน 4 ฉบับ คือ แบบสังเกต ก แบบสังเกต ข (6.2) แบบสังเกต ข (7.2) และแบบตรวจรายงาน โดยใช้สังเกต 2 การทดลอง คือ การทดลอง 6.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอิสระ และ การทดลองที่ 7.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง มวล แรง และความเร่ง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนกัลยาณวัตร จังหวัดขอนแก่น ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าความตรง ความเที่ยง ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความตรงเชิงเนื้อหา โดยการพิจารณาจากการตัดสินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง 0.26 ถึง 0.56 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรงเชิงจำแนก สามารถแยกผู้เรียนที่มีทักษะการทดลองสูงกับต่ำ ได้โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล ระหว่าง 0.37 ถึง 0.87 ทุกค่ามีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. แบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกฉบับมีความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของผู้ประเมิน 2 คน ได้ค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.73 ถึง 0.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากร คือ อาจารย์ที่มีประสบการณ์สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 15 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ที่มีประสบการณ์สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 15 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ลักษณะเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดภาคปฏิบัติงาน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 7 ฉบับ จำแนกตามงานดังนี้

1. แบบวัดการปฏิบัติ เรื่องดีซี โวลต์มิเตอร์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องดีซี แอมมิเตอร์ จำนวน 1 ฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องเอซี โวลต์มิเตอร์ จำนวน 1 ฉบับ
4. แบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องโอห์มมิเตอร์ จำนวน 1 ฉบับ
5. แบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องมัลติมิเตอร์แบบเข็ม จำนวน 1 ฉบับ
6. แบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องดิจิตอล มัลติมิเตอร์ จำนวน 1 ฉบับ
7. แบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องเครื่องกำเนิดสัญญาณ และออสซิลโลสโคป จำนวน 1 ฉบับ

แบบวัดภาคปฏิบัติแต่ละฉบับ ประกอบด้วย

1. ข้อสอบที่กำหนดรูปแบบของงานและคำสั่งให้นักเรียนปฏิบัติตาม
2. แบบบันทึกคะแนนวัดผลการปฏิบัติโดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และการตรวจให้คะแนนผลงานของนักเรียน
3. เกณฑ์การให้คะแนนที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและผ่านการปรับปรุงแล้ว

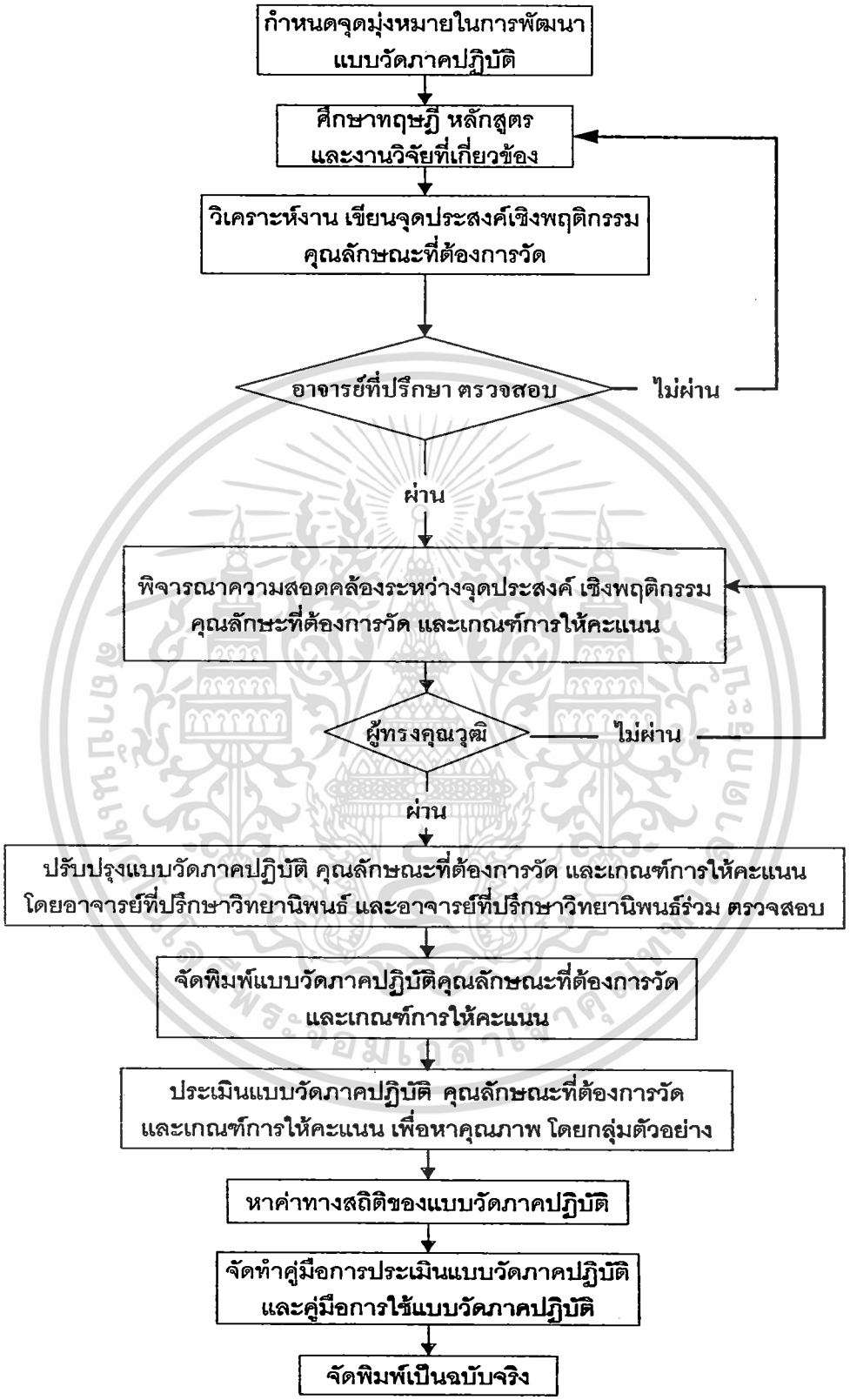
แบบวัดภาคปฏิบัติแต่ละฉบับมีจุดมุ่งหมายในการวัดดังนี้

1. เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และประกอบวงจรได้อย่างถูกต้อง
2. ใช้เครื่องมือวัดและทดสอบค่าต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
3. ใช้เวลาในการปฏิบัติเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด
4. เก็บเครื่องมืออุปกรณ์และทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงานหลังจากเสร็จงานได้สะอาดเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีขั้นตอนการพัฒนาดังภาพที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 มีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ

1.1 เพื่อพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง 46)

1.2 เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตร และระเบียบว่าด้วยการประเมินผลการเรียน

3. วิเคราะห์งาน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คุณลักษณะที่ต้องการวัด โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ

4. เชิญผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน ร่วมกันวิเคราะห์พิจารณาแบบวัดภาคปฏิบัติ คุณลักษณะที่ต้องการวัด และเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งสามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด รวมทั้งหมด 7 ฉบับ

5. ปรับปรุงแบบวัดภาคปฏิบัติ คุณลักษณะที่ต้องการวัด และเกณฑ์การให้คะแนนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ

6. จัดพิมพ์แบบวัดภาคปฏิบัติ ประกอบด้วยแบบวัด คุณลักษณะที่ต้องการวัด แบบบันทึกการให้คะแนน และเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า คือ 3 ระดับ ระบุเกณฑ์การให้คะแนนของคุณลักษณะ แต่ละข้อที่ต้องการวัด

7. ให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 ท่าน ประเมินแบบวัดภาคปฏิบัติ คุณลักษณะที่ต้องการวัด และเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดผลการปฏิบัติงาน

8. หาค่าทางสถิติของแบบวัดผลการปฏิบัติงาน

9. เขียนคู่มือการใช้แบบวัดผลการปฏิบัติงานที่พัฒนาขึ้น

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ

เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้ผู้ที่มีประสบการณ์สอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือผู้ที่มีความรู้ความสามารถด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป ประเมินคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ทำการหาคุณภาพ การประเมินคุณภาพจากอาจารย์ที่สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถระดับปริญญาโทขึ้นไปจำนวน 15 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการพัฒนาแบบประเมินคุณภาพวัดผลการปฏิบัติแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. แบบประเมินวัดภาคปฏิบัติ ที่ใช้สำหรับพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม(IOC) ประเมินหาค่าความตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่าน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ โดยวิเคราะห์หาค่าดังนี้

หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยถ้าข้อกำหนดสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจาณาคัดเลือกข้อคำถาม คุณลักษณะที่ต้องการวัด และเกณฑ์การให้คะแนน (ภาคผนวก: 127-136) โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงเชิงเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.50 – 1.00

2. แบบประเมินคุณภาพแบบวัดผลการปฏิบัติงาน ที่ใช้สำหรับประเมินคุณภาพโดยอาจารย์ที่มีประสบการณ์สอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือผู้ที่มีความรู้ความสามารถด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 15 คน เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ โดยอาจารย์ที่สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 15 คน (ภาคผนวก: 137-143)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำหนังสือราชการถึงสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อขออนุญาตให้ผู้วิจัยนำแบบวัดภาคปฏิบัติ ไปเก็บข้อมูลในสถานศึกษา ที่เป็นประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมไปติดต่อกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ ในการทำวิจัย

3. นำแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ไปให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละท่านประเมินคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบประเมินคุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้สำหรับประเมินคุณภาพ โดยอาจารย์ที่สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง แบบวัดภาคปฏิบัติตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับดีมาก

4 คะแนน หมายถึง แบบวัดภาคปฏิบัติตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับดี

3 คะแนน หมายถึง แบบวัดภาคปฏิบัติตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง แบบวัดภาคปฏิบัติตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับพอใช้

1 คะแนน หมายถึง แบบวัดภาคปฏิบัติตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับต้องปรับปรุง

โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย ดี ขึ้นไป

การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการทำแบบประเมินวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

4.50 – 5.00 มีคุณภาพ อยู่ในระดับดีมาก

3.50 – 4.49 มีคุณภาพ อยู่ในระดับดี

2.50 – 3.49 มีคุณภาพ อยู่ในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 มีคุณภาพ อยู่ในระดับพอใช้

1.00 – 1.49 มีคุณภาพ อยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์ที่กำหนดของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ ต้องได้คะแนนอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีหาค่าทางสถิติ ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดโดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 57)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนจากความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

2. การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ใช้การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2543: 101 – 103)

2.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตใช้สูตร

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

2.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อมุ่งพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยศึกษาจากการตอบแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง 15 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1 ถึง 4.8

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ดีซีโวลต์มิเตอร์

แบบสอบถาม	$\bar{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)			
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.20	0.67	ดี
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4.13	0.74	ดี
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4.13	0.74	ดี
เฉลี่ย	4.15	0.69	ดี
พฤติกรรมที่สังเกต			
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4.13	0.51	ดี
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรได้เหมะสมและและถูกต้องตามขั้นตอน	4.07	0.70	ดี
6. วัดและอ่านค่าแรงดันและบันทึกผลการทดลอง	4.40	0.63	ดี
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4.13	0.74	ดี
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการวัด	4.13	0.91	ดี
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4.40	0.73	ดี
เฉลี่ย	4.21	0.70	ดี
น้ำหนักคะแนน			
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	3.67	0.81	ดี
เฉลี่ย	3.67	0.81	ดี
เฉลี่ยทั้งหมด	4.01	0.73	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องดีซีโวลต์มิเตอร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ด้านพฤติกรรมที่สังเกต และด้านน้ำหนักคะแนน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.01 ,S.D = 0.73) พิจารณาแต่ละด้านพบว่า ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่ามากที่สุดคือ ($\overline{X}$ = 4.20 ,S.D = 0.67) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน และการอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม มีค่ารองลงมา ($\overline{X}$ = 4.13 ,S.D = 0.74) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ด้านพฤติกรรมที่สังเกต เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน มีค่ามากที่สุดคือ ($\overline{X}$ = 4.40, S.D = 0.73) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรได้เหมาะสมและถูกต้องตามขั้นตอน มีค่าน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 4.07, S.D = 0.70) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ด้านน้ำหนักคะแนน น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 3.67, S.D = 0.81) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ดีซีแอมมิเตอร์

แบบสอบถาม	$\overline{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)			
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.73	0.45	ดีมาก
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4.67	0.48	ดีมาก
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4.73	0.70	ดีมาก
เฉลี่ย	4.71	0.65	ดีมาก
พฤติกรรมที่สังเกต			
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4.40	0.50	ดี
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรได้เหมะสมและและถูกต้องตามขั้นตอน	4.60	0.50	ดีมาก
6. วัดและอ่านค่ากระแสและบันทึกผลการทดลอง	4.87	0.35	ดีมาก
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4.80	0.41	ดีมาก
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการวัด	4.67	0.48	ดีมาก
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4.53	0.51	ดีมาก
เฉลี่ย	4.64	0.45	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

น้ำหนักคะแนน			
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.73	0.45	ดีมาก
เฉลี่ย	4.73	0.45	ดีมาก
เฉลี่ยทั้งหมด	4.69	0.51	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องดีซี แอมมิเตอร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ด้านพฤติกรรมที่สังเกต และด้านน้ำหนักคะแนน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.69, S.D = 0.51) พิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม ($\overline{X}$ = 4.73, S.D = 0.70) และข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.73, S.D = 0.45) มีค่ามากที่สุด

ด้านพฤติกรรมที่สังเกต วัดและอ่านค่าแรงดันและบันทึกผลการทดลอง ($\overline{X}$ = 4.87, S.D = 0.35) มีค่ามากที่สุด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และ เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน มีค่าน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 4.40, S.D = 0.50) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ด้านน้ำหนักคะแนน น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.73, S.D = 0.45) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เอซีโวลต์มิเตอร์

แบบสอบถาม	$\overline{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)			
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.80	0.41	ดีมาก
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4.87	0.35	ดีมาก
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4.87	0.35	ดีมาก
เฉลี่ย	4.84	0.37	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

พฤติกรรมที่สังเกต			
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4.13	0.51	ดี
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรได้เหมะสมและและถูกต้องตามขั้นตอน	4.33	0.90	ดี
6. วัดและอ่านค่าแรงดันตามจุดต่าง ๆ และบันทึกผลการทดลอง	4.33	0.81	ดี
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4.40	0.82	ดี
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการวัด	4.27	0.70	ดี
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4.60	0.63	ดีมาก
เฉลี่ย	4.34	0.72	ดี
น้ำหนักคะแนน			
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.20	0.56	ดี
เฉลี่ย	4.20	0.56	ดี
เฉลี่ยทั้งหมด	4.46	0.55	ดี

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องเอซีโวลต์มิเตอร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ด้านพฤติกรรมที่สังเกต และ ด้านน้ำหนักคะแนน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.46, S.D = 0.55) พิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน ($\overline{X}$ = 4.87, S.D = 0.35) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และ การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม ($\overline{X}$ = 4.87, S.D = 0.35) มีค่ามากที่สุด

ด้านพฤติกรรมที่สังเกต จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย มีค่ามากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.60, S.D = 0.63) มีคุณภาพอยู่เกณฑ์ ดีมาก และเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน มีค่าน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 4.13, S.D = 0.51) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ด้านน้ำหนักคะแนน น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.20, S.D = 0.56) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โอห์มมิเตอร์

แบบสอบถาม	$\overline{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)			
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.53	0.51	ดีมาก
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4.60	0.63	ดีมาก
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4.80	0.41	ดีมาก
เฉลี่ย	4.64	0.51	ดีมาก
พฤติกรรมที่สังเกต			
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4.53	0.51	ดีมาก
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความต้านทาน	4.73	0.45	ดีมาก
6. เขียนแถบสี การวัดและอ่านค่าความต้านทาน	4.73	0.59	ดีมาก
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4.40	0.50	ดี
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าและค่าที่ได้จากการวัด	4.73	0.59	ดีมาก
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4.93	0.25	ดีมาก
เฉลี่ย	4.67	0.48	ดีมาก
น้ำหนักคะแนน			
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.20	0.56	ดี
เฉลี่ย	4.20	0.56	ดี
เฉลี่ยทั้งหมด	4.50	0.51	ดีมาก

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องโอห์มมิเตอร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ด้านพฤติกรรมที่สังเกต และด้านน้ำหนักคะแนน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.50, S.D = 0.51) พิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม มีค่ามากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.80, S.D = 0.41) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมากและข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่าน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53, S.D = 0.51) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านพฤติกรรมที่สังเกต จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย มีค่ามากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.93, S.D = 0.48) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และ เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน มีค่าน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 4.40, S.D = 0.50) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ด้านน้ำหนักคะแนน น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.20, S.D = 0.56) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง มัลติมิเตอร์แบบเข็ม

แบบสอบถาม	$\overline{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)			
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.13	0.52	ดี
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4.20	0.56	ดี
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4.40	0.51	ดี
เฉลี่ย	4.24	0.53	ดี
พฤติกรรมที่สังเกต			
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4.07	0.46	ดี
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจร	4.40	0.63	ดี
6. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า	4.20	0.68	ดี
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4.00	0.65	ดี
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าและค่าที่ได้จากการวัด	4.13	0.64	ดี
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4.47	0.52	ดี
เฉลี่ย	3.54	0.62	ดี
น้ำหนักคะแนน			
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.73	0.45	ดีมาก
เฉลี่ย	4.73	0.45	ดีมาก
เฉลี่ยทั้งหมด	4.17	0.53	ดี

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องมัลติมิเตอร์แบบเข็ม แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ด้านพฤติกรรมที่สังเกต และด้านน้ำหนักคะแนน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($\overline{X}$ = 4.17, S.D = 0.53) พิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม มีค่ามากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.40, S.D = 0.51) คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี และข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่าน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 4.13, S.D = 0.52) คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ด้านพฤติกรรมที่สังเกต จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย มีค่ามากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.47, S.D = 0.52) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี และ เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน มีค่าน้อยที่สุด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.00, S.D = 0.65)

ด้านน้ำหนักคะแนน น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.73, S.D = 0.45) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

แบบสอบถาม	$\overline{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)			
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.53	0.64	ดีมาก
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4.40	0.73	ดี
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4.53	0.74	ดีมาก
เฉลี่ย	4.48	0.70	ดี
พฤติกรรมที่สังเกต			
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4.20	0.41	ดี
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความต้านทานและประกอบวงจร	4.33	0.49	ดี
6. วัดและอ่านค่าความต้านทาน	4.47	0.64	ดี
7. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า	4.47	0.52	ดี
8. วัดและอ่านค่ากระแสไฟฟ้า	4.47	0.52	ดี
9. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4.20	0.77	ดี
10. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าและค่าที่ได้จากการวัด	3.93	0.70	ดี
11. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4.67	0.49	ดีมาก
เฉลี่ย	**4.34**	**0.56**	**ดี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

น้ำหนักคะแนน			
12. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.73	0.45	ดีมาก
เฉลี่ย	4.73	0.45	ดีมาก
เฉลี่ยทั้งหมด	4.51	0.57	ดีมาก

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องดิจิตอลมิเตอร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ด้านพฤติกรรมที่สังเกต และด้านน้ำหนักคะแนน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.51, S.D = 0.57) พิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม ($\overline{X}$ = 4.53, S.D = 0.74) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.53, S.D = 0.64) คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก มีค่ามากที่สุด

ด้านพฤติกรรมที่สังเกต จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย ($\overline{X}$ = 4.67, S.D = 0.49) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก มีค่ามากที่สุด และ เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.20, S.D = 0.41) มีค่าน้อยที่สุด

ด้านน้ำหนักคะแนน น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.73, S.D = 0.45) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป

แบบสอบถาม	$\overline{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)			
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.33	0.48	ดี
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4.27	0.59	ดี
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4.33	0.48	ดี
เฉลี่ย	4.31	0.51	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

พฤติกรรมที่สังเกต			
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4.33	0.48	ดี
5. ปรับแต่งการใช้งานออสซิลโลสโคป	4.00	0.65	ดี
6. ป้อนสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณพร้อมปรับแต่ง	4.20	0.67	ดี
7. วัดค่าความถี่และคาบเวลา และอ่านค่า	4.47	0.51	ดี
8. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4.33	0.61	ดี
9. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าและค่าที่ได้จากการวัด	4.00	0.75	ดี
10. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4.60	0.50	ดีมาก
เฉลี่ย	4.27	0.59	ดี
น้ำหนักคะแนน			
11. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.40	0.50	ดี
เฉลี่ย	4.40	0.50	ดี
เฉลี่ยทั้งหมด	4.32	0.53	ดี

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ เรื่องเครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ด้านพฤติกรรมที่สังเกต และด้านน้ำหนักคะแนน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.32, S.D = 0.53) พิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.33, S.D = 0.48) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี และ การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม ($\overline{X}$ = 4.33, S.D = 0.48) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี และมีค่ามากที่สุด จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน ($\overline{X}$ = 4.27, S.D = 0.59) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

ด้านพฤติกรรมที่สังเกต จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย มีค่ามากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.60, S.D = 0.50) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และ เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการวัด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.00, S.D = 0.75) มีค่าน้อยที่สุด

ด้านน้ำหนักคะแนน น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.40, S.D = 0.50) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 สรุป ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทั้ง 7 ฉบับ

แบบสอบถาม	$\overline{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)			
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.53	0.51	ดีมาก
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4.55	0.52	ดีมาก
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4.59	0.49	ดีมาก
เฉลี่ย	4.56	0.51	ดีมาก
พฤติกรรมที่สังเกต			
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4.26	0.48	ดี
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจร	4.40	0.61	ดี
6. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าและบันทึกผล วัดและอ่านค่ากระแส เขียนแถบสีความต้านทาน	4.49	0.58	ดี
7. ปรับแต่งการใช้งานออสซิลโลสโคป	4.00	0.65	ดี
8. ป้อนสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณพร้อมปรับแต่ง	4.20	0.67	ดี
9. วัดความถี่ คาบเวลา และอ่านค่า	4.47	0.51	ดี
10. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4.32	0.64	ดี
11. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าและค่าที่ได้จากการวัด	4.27	0.68	ดี
12. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4.60	0.52	ดีมาก
เฉลี่ย	4.41	0.66	ดี
น้ำหนักคะแนน			
13.น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.32	0.70	ดี
เฉลี่ย	4.32	0.70	ดี
เฉลี่ยทั้งหมด	4.43	0.62	ดี

จากตารางที่ 4.8 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติทั้ง 7 ฉบับ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ด้านพฤติกรรมที่สังเกต และด้านน้ำหนักคะแนน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.43, S.D = 0.62) พิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม มีค่ามากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.59, S.D = 0.49) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองลงมา จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน ($\overline{X}$ = 4.55, S.D = 0.52) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

ด้านพฤติกรรมที่สังเกต จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.55, S.D = 0.52) ลำดับต่อมา วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าและบันทึกผล วัดและอ่านค่ากระแส เขียนแถบสีความต้านทาน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.49, S.D = 0.58) ลำดับต่อมา วัดความถี่ คาบเวลา และอ่านค่า มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.47, S.D = 0.51) ป้อนสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณพร้อมปรับแต่ง ($\overline{X}$ = 4.47,S.D=0.51) และปรับแต่งการใช้งานออสซิลโลสโคป มีค่าน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 4.47, S.D = 0.51)

ด้านน้ำหนักคะแนน น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.32, S.D = 0.70) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง "การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ตามลำดับดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.1.1.2 เพื่อหาคุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีคุณภาพระดับ ดี ขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ที่มีประสบการณ์สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพไม่น้อยกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดผลการปฏิบัติงานวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 7 ฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.5.1 ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมไปติดต่อกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ และนัดหมายในการทำวิจัย

5.1.5.2 นำแบบวัดการปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ไปให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละท่านประเมินคุณภาพของแบบวัดผลการปฏิบัติ

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาคุณภาพแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ต่าง ๆ ดังนี้

5.1.6.1 คุณภาพของแบบวัดผลการปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ด้านพฤติกรรมที่สังเกต และด้านน้ำหนักคะแนน

5.1.6.2 คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตามสมมติฐาน คือ คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพในระดับ ดี ขึ้นไป

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ($\overline{X}$ =4.56, S.D=0.51)

2. คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ด้านพฤติกรรมที่สังเกต มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.41, S.D = 0.66)

3 คุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ด้านน้ำหนักคะแนน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.32, S.D = 0.70)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเพื่อหาคุณภาพของ แบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือ อาจารย์ที่มีประสบการณ์สอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพไม่น้อยกว่า 5 ปี หรืออาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถด้านอิเล็กทรอนิกส์ระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 15 คน ปรากฏว่าแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีคุณภาพเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่กำหนดไว้ โดยผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ($\overline{X}$ = 4.43, S.D = 0.62) แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ด้านข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.56, S.D = 0.51) การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.59, S.D = 0.49) เนื่องจากคำถามมีความชัดเจนเข้าใจง่าย และลำดับรองลงมา จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ($\overline{X}$ = 4.55, S.D = 0.52) และข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.53, S.D = 0.51) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดำริ พฤทธานนท์ (2545: 54) ที่ได้สร้างแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเขียนแบบเทคนิค 2 จากแบบวัดภาคปฏิบัติการเขียนภาพเต็ม และแบบวัดภาคปฏิบัติการเขียนภาพแผ่นคลี่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 แสดงให้เห็นว่าข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ) ที่พัฒนาขึ้นเนื้อหาที่สอบมีความสัมพันธ์กัน เหมาะที่จะนำไปใช้วัดผลการปฏิบัติงานวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2. ผลการวิเคราะห์ด้านพฤติกรรมที่สังเกต มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.41, S.D = 0.66) จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$ = 4.60, S.D = 0.52) เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.26, S.D = 0.48) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรได้เหมะสมและและถูกต้องตามขั้นตอน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.40, S.D = 0.61) วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าและบันทึกผล วัดและอ่านค่ากระแส เขียนแถบ สีความต้านทานมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.49, S.D = 0.58) ปรับแต่งการใช้งานออสซิลโลสโคป มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.00, S.D = 0.65) ป้อนสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณพร้อมปรับแต่ง มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.20, S.D = 0.67) วัดความถี่ คาบเวลา และอ่านค่า มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.47, S.D = 0.51) เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.32, S.D = 0.64) เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการวัด มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี ($\overline{X}$ = 4.27, S.D = 0.68) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมาโนชญ์ เผื่อนโภคา(2548:99) ที่ได้สร้างแบบวัดผลการปฏิบัติงาน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ($\overline{X}$ = 4.54, S.D = 0.57)

3. ผลการวิเคราะห์ด้านน้ำหนักคะแนน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ ดี น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\overline{X}$ = 4.32, S.D = 0.70) เนื่องจากเกณฑ์การให้คะแนนได้แบ่งรายละเอียด เกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจนรอบคอบ แสดงว่าแบบวัดภาคปฏิบัติมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนสูง ไม่ว่าจำแบบแบบวัดภาคปฏิบัติไปให้ใครประเมิน ผลการประเมินจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (เสนอ ภิรมย์จิตรผ่อง.2542 : 60) กล่าวไว้ว่าคุณภาพของการวัดที่ให้ผลคงเส้นคงวาขึ้นอยู่กับความชัดเจนของตัวเครื่องมือ และตัวผู้ประเมิน ถ้าเครื่องมือมีคุณภาพจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะที่ต้องการวัดชัดเจน มีหลักเกณฑ์การให้คะแนนที่ดี การประเมินผลด้านการปฏิบัติของผู้ประเมิน แม้จะประเมินต่างเวลาก็จะได้ผลใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฉัตรชัย พันธ์นุรัตน์(2545:บทคัดย่อ) ที่ได้วิจัยเรื่อง"การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาระบบเกียร์อัตโนมัติสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" ที่พบว่า แบบวัดภาคปฏิบัติวิชาระบบเกียร์อัตโนมัติทั้ง 3 ฉบับ การให้คะแนนจากแบสังเกตพฤติกรรมทั่วไป แบบสังเกตพฤติกรรมเฉพาะใบงาน และแบบตรวจรายงาน มีความสัมพันธ์กันทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .928, .941 และ .819

ดังนั้นแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เหมาะสมที่จะนำมาเป็นแบบวัดผลภาคปฏิบัติกับนักศึกษา ที่เรียนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ผู้เรียนมีมาตรฐานเดียวกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดที่จะเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำแบบวัดภาคปฏิบัติไปใช้

1. ศึกษารายละเอียดการใช้ตามคู่มือให้เข้าใจ โดยต้องคำนึงถึงสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือในการปฏิบัติงาน ระยะเวลา ทั้งเพื่อเพื่อเป็นประโยชน์สูงสุดในการใช้แบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2. การใช้แบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ใช้ต้องศึกษารายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนในคู่มือการใช้งานก่อน เพื่อการให้คะแนนถูกต้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และเกิดความยุติธรรมกับนักศึกษาทุกคน

3. แบบวัดภาคปฏิบัติ นอกจากใช้ในการวัดภาคปฏิบัติวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์แล้ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นได้อีก เช่น วิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล โดยครูผู้สอนทำการปรับปรุงแบบวัด คุณลักษณะที่ต้องการวัด แบบบันทึกคะแนน และเกณฑ์การให้คะแนนให้เหมาะสมกับเนื้อหารายวิชานั้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติในรายวิชาอื่น ๆ ให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งรายวิชา

2. ควรมีการสร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาอื่น ๆ เพื่อความเป็นมาตรฐานในการวัดภาคปฏิบัติ

3. นำแบบวัดภาคปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น นำไปวัดกับนักศึกษาจริง เพื่อให้แบบวัดมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น และนำไปใช้เป็นแนวทางในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2539. **"การประเมินผลจากสภาพจริง."** กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ

กรมวิชาการ. 2539. **"การสร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ."** กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ

กรมอาชีวศึกษา. 2542. **ระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ปรับปรุง 2542** กรุงเทพฯ: กรมอาชีวศึกษา.

ฉัตรชัย พันธ์นุรัตน์. 2545. **"การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาระบบเกียร์อัตโนมัติ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เชาวนา ชวลิตธำรง. 2534. **"การวัดผลการปฏิบัติงาน."** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ 2529. "การวัดภาคปฏิบัติ." **วารสารมิตรครู.**

ทดสอบทางการศึกษา, สำนักงาน. 2540. **"แนวทางการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ."** กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

ทนัย สิงห์พันธ์. 2535."**การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.**" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เผียร ไชยศร. 2529. "การวัดผลงานภาคปฏิบัติ," **วารสารการวัดผลการศึกษา. 8**

เฟื้อ คิดกิ่ง. 2548. **"การพัฒนาใบงานทดลองแบบแก้ปัญหาวิชาวงจรไฟฟ้า 2 เรื่องวงจรเรโซแนนซ์ในวงจร R-L-C."** วิทยานิพนธ์คุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์และคณะ.2548. **เครื่องวัดไฟฟ้า (เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์).** กรุงเทพ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ.

พวงแก้ว ปุณยกนก และ สุวิมล ว่องวาณิช. 2534. **การวัดภาคปฏิบัติ.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิจัยการศึกษา **จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**

มาโนชญ์ เผื่อนโภคา. 2548. **"การพัฒนาแบบวัดผลการปฏิบัติงาน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชาการ, กรม. 2530. **"การประเมินผลการเรียนระดับมัธยมศึกษา: เอกสารการประเมินผลการเรียน."**กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ.

วีรธรรม ไชยยงค์ และ ไวพจน์ ศรีธัญ. 2547. **เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วังอักษร.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1 กรมอาชีวศึกษา. 2541. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพประเภทช่างอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : กรมอาชีวศึกษา.

ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์. 2535. "การวัดผลการเรียนภาคปฏิบัติ," **เอกสารประกอบการเรียนการวัดผลการปฏิบัติขั้นสูง.** กรุงเทพฯ : ภาคพื้นฐานการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สถิตย์ สมประสงค์. 2547. **"การพัฒนาเครื่องมือวัดผลการเรียนภาคปฏิบัติวิชางานทดสอบปั๊มและหัวฉีด"** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุนันท์ ศลโกสุม. 2527. **"การทดสอบการปฏิบัติ,"เอกสารประกอบการฝึกอบรมการวัดและประเมินผลการศึกษา.** คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุนทร นพวิง. 2538. **"การพัฒนาใบงานทดลอง (Laboratory Sheet วิชาวงจรไฟฟ้า เรื่อง รีโซแนนซ์ในวงจร R-L-C."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เสนอ ภิรมย์จิตรผ่อง. 2550. **การพัฒนาแบบทดสอบในการวิจัยและประเมินผลการศึกษา.** อุบลราชธานี : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

สวัสดิ์ ประทุมราช. 2531. **แนวคิดเชิงทฤษฎี การวิจัย การวัดและประเมินผล.** ม.ป.ท.

สุภรณ์ ลิ้มบริบูรณ์. 2539. "การวัดผลการเรียนภาคปฏิบัติ." **สารพัฒนาหลักสูตร.** กรุงเทพฯ : 111,12

สุวิมล ว่องวานิช. 2539. **การวัดทักษะการปฏิบัติ.** จุลสารการทดสอบอันดับที่ 4 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัจฉรา อรุณสมบัติ. 2543. **"การสร้างแบบทดสอบวัดภาคปฏิบัติโดยเขียนตอบและวิธีปฏิบัติจริงวิชางานประดิษฐ์ กลุ่มการงาน และพื้นฐานอาชีพ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต** วิชาเอกการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย: **มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**

อุทุมพร จามรมาน. 2532. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดลักษณะผู้เรียน. กรุงเทพฯ : **ฟินนี่พับลิชชิ่ง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bradfield, James M. and H. Stewart Moredock. 1957. **Measurement and Evaluation in Education.** New York : McMillan..

Marshall M. 1971. **Classroom Test Construction.** n.p **: Add Wesley.**

Marshall, Jon Clark and Haless ,Loyde Wesley. **Classroom Test Construction.** Massachusetts: Addison-Wesley.

Stanley ,Ahmann J. and Marwin, Glock D. 1975. **Evaluating Pupil Growth.** U.S.A. : Allyn and Bacon.

Tuckman, Bruce W. 1975. **Measuring Education Outcome: Fundamentals of Testing.** New York : Hasconrt Brace Jobanovich.

Wiersma, William. 1990. **Education Measurement and Testing.** 2 nd ed. New York: Adivision of Simon & Schuster.

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 8 กันยายน 2552 ให้ดำเนินการดังนี้

นายสดวัฒน์ มงคลศิริ รหัสประจำตัว 49063556 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ Development of Performance Test on Electrical and Electronics Instrument Course Vocational Education of Electronics Field at Certificate Level" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.สมชาย หิบุ่นสายชูชาติ เป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2552

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2215

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ฉนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

20 กรกฎาคม 2553

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน รศ.อุทัย สุขสิงห์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายศตวัฒน์ มงคลดิษฐ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายศตวัฒน์ มงคลดิษฐ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพฑูรย์ พิมดี)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิจัยและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-329-8436

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2215

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

20 กรกฎาคม 2553

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์วีรศักดิ์ จันทร์ละมุนมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายศตวัฒน์ มงคลดิษฐ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายศตวัฒน์ มงคลดิษฐ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพฑูรย์ พิมดี)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิจัยและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-329-8436

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามกลุ่มตัวอย่างประเมินเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ดร.ประดิษฐ์	พาชื่น	รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
2. ดร.เรืองอุไร	อมรไชย	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
3. รศ.อุทัย	สุขสิงห์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
4. นายบัญญัติ	สมสุพรรณ	ครู คศ. 4 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
5. นายจิระ	ดอกไม้	ครู คศ. 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
6. นายวีระศักดิ์	จันทร์ละมุนมา	ครู คศ. 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์
7. นายเดวิทย์	ศิริพจน์	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

1. นายพรศักดิ์	บุญพา	ครู คศ. 3 หัวหน้าแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
2. นายวัชระ	ประครองพันธ์	ครู คศ. 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
3. นางจุฬาพรรณ์	คณารักษ์	ครู คศ. 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นายเกรียงไกร	ไชยพล	ครู แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
5. นายผดุงศักดิ์	วงศ์คำ	ครู แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพตระการพืชผล
6. นายสุวรรณ	บุญทศ	ครู แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพตระการพืชผล
7. นายวันชัย	พิมพ์นนท์	ครู แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพตระการพืชผล
8. นายชาญยุทธ	กาละมาตร	ครู หัวหน้าแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพเขมราฐ
9. นายทักศิลป์	ทองที่	ครู แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพเขมราฐ
10. นายสรายุทธ์	วงศ์สุวรรณ	ครู คศ. 1 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี
11. นายวัชรา	พรหมสาขา ณ สกลนคร	ครู คศ. 2 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างอุบลราชธานี
12. นายทรงพล	มาลาสาย	ครู หัวหน้าแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการพิบูลมังสาหาร
13. นายสุริยา	พิจารณ์	ครู แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพวารินชำราบ
14. นายคณิต	เชื้อประทุม	ครู แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม
14. นายสุริยา	สามแก้ว	ครู แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเดชอุดม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)

วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์

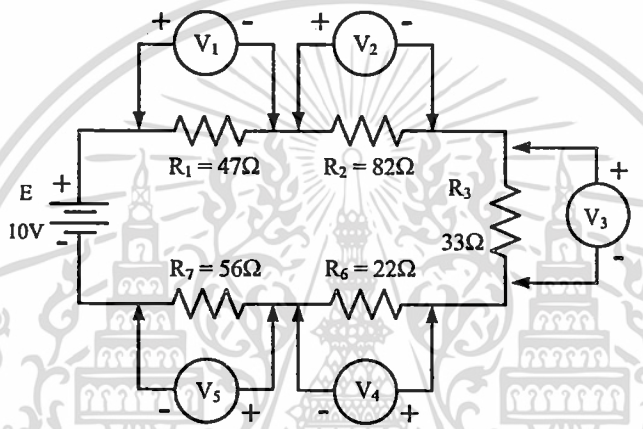
ระดับชั้น ปวช. 1 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์

ชื่อ..... ระดับ..... กลุ่มที่ ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง 1. ข้อสอบมีจำนวนทั้งหมด 6 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 20 นาที

คำสั่ง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม 5 ตัว

2. ที่แหล่งจ่าย **10 V** ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันตามจุดต่าง ๆ แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2.1

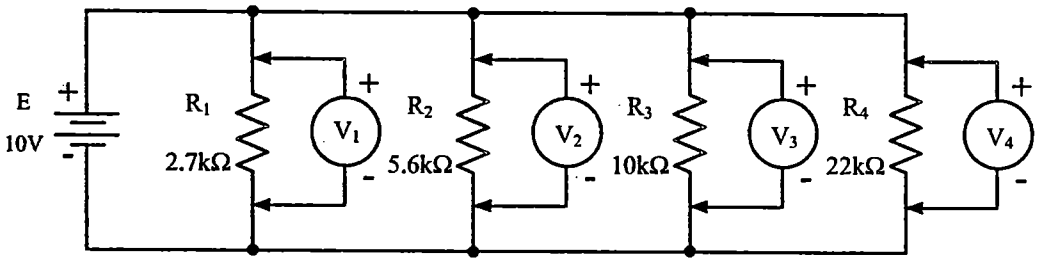
ตารางที่ 2.1

แรงดันที่จุด / แรงดันE	V1	V2	V3	V4	V5
10 V					
20 V					
30 V					

3. เปลี่ยนแหล่งจ่ายแรงดัน E เป็น 20 V และ 30 V ตามลำดับ วัดและบันทึกค่าแรงดันตามจุดต่าง ๆ แถว แรงดัน E 20 V และE 30 V ตามลำดับ แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 วงจรตัวต้านทานต่อขนาน 4 ตัว

5. ที่แหล่งจ่าย 10 V ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันตามจุดต่าง ๆ แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2.2 และเปลี่ยนแหล่งจ่ายแรงดัน E เป็น 20 V และ 30 V ตามลำดับ

ตารางที่ 2.2

แรงดัน E / แรงดันที่จุด	V1	V2	V3	V4
10 V				
20 V				
30 V				

6. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

เพื่อพิจารณาข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)

วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์

<u>คำชี้แจง</u> โปรดใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องแสดงความคิดเห็น โดยพิจารณาระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อสอบ	ความคิดเห็น		
	+1	0	-1
ข้อที่ 1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1			
ข้อที่ 2. ปรับแหล่งจ่ายไฟสลับ ให้ได้เท่ากับ 10 V, 20 V, 30 V			
ข้อที่ 3. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V1			
ข้อที่ 3. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V2			
ข้อที่ 3. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V3			
ข้อที่ 3. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V4			
ข้อที่ 3. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V5			

ข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน.

(.....)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
เพื่อประเมินความตรงตามเนื้อหา และสังเกตพฤติกรรมทั่วไป
วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาพฤติกรรมการปฏิบัติที่กำหนดในแบบวัดว่าถูกต้องตรงกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องแสดงความคิดเห็นและเขียนข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ความหมายของน้ำหนักคะแนนกำหนดดังนี้

+1 หมายถึง พฤติกรรมของนักศึกษาที่เกิดขึ้น ท่านเห็นว่าจำเป็นตัดทิ้งไม่ได้

0 หมายถึง พฤติกรรมของนักศึกษาที่เกิดขึ้น ท่านไม่แน่ใจ ว่าจำเป็นต้องวัดหรือไม่

- 1 หมายถึง พฤติกรรมของนักศึกษาที่เกิดขึ้น ท่านเห็นว่า ไม่จำเป็นต้องวัดตัดทิ้งได้

วัตถุประสงค์	เนื้อหา	พฤติกรรมการปฏิบัติ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
			(+1)	(0)	(-1)	
1.สามารถเตรียมเครื่องมือในการปฏิบัติได้ถูกต้อง	1.การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์	**ขั้นเตรียม** 1.เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	.....	.....	.....	.....
	2.ตรวจสอบสภาพเครื่องมือและอุปกรณ์	2.ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	.....	.....	.....	.....
2.สามารถปฏิบัติ -การต่อวงจร -การวัด -อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง		**ขั้นปฏิบัติ**				
	3.ปฏิบัติการต่อวงจร	3.ประกอบวงจร	.....	.....	.....	.....
	4. เลือกชนิด ดีซีโวลต์มิเตอร์	4.เลือกดีซี โวลต์มิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟเพื่อวัดแรงดัน				
	5.การใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันในวงจร	5.ใช้ดีซี โวลต์มิเตอร์ ที่เลือกวัดแรงดันตกคร่อมในวงจร	.....	.....	.....	.....
			.....	.....	.....	.....
	6.อ่านค่าแรงดันบนสเกลหน้าปัดของ ดีซีโวลต์	6.อ่านค่าแรงดันบนสเกลหน้าปัดของดีซีโวลต์มิเตอร์	.....	.....	.....	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	มิเตอร์	**ขั้นผลการปฏิบัติ** 7.บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง 8.ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด 9.เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	....	....	....	....
3.สามารถทำความสะอาดและเก็บรักษาเครื่องมือเครื่องใช้ได้อย่างถูกต้อง	7. การทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์	10. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ โดยรอบบริเวณ สะอาดเรียบร้อย 11.เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	....	....	....	....

ข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
เพื่อพิจารณาน้ำหนักคะแนน จากแบบสังเกตพฤติกรรมทั่วไป
เรื่อง การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์

<u>คำชี้แจง</u> ขอให้ท่านพิจารณาความถูกต้อง ของการกำหนดน้ำหนักคะแนนในแต่ละพฤติกรรมที่สังเกตตามรายละเอียดของข้อสอบโดยทำเครื่องหมาย ลงในช่องข้อสอบ

ให้คะแนน +1 ท่านมีความคิดเห็นว่าการกำหนดน้ำหนักคะแนนนั้นเหมาะสมแล้ว

ให้คะแนน 0 ท่านไม่แน่ใจว่าการกำหนดน้ำหนักคะแนนนั้นเหมาะสมหรือไม่

ให้คะแนน -1 ท่านมีความคิดเห็นว่าการกำหนดน้ำหนักคะแนนนั้นไม่เหมาะสม

พฤติกรรมที่สังเกต	น้ำหนักคะแนน	ความคิดเห็น (+1)	ความคิดเห็น (0)	ความคิดเห็น (-1)	ข้อเสนอแนะ
1. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	1				
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	1				
3. ประกอบวงจร	4				
4. เลือกย่านวัด ดีซีโวลต์มิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ	2				
5. ปฏิบัติการใช้ ดีซีโวลต์มิเตอร์ วัดแรงดันตกคร่อมในวงจร	2				
6. อ่านค่าแรงดันบนสเกลโวลต์มิเตอร์	1				
7. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	1				
8. ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	2				
9. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	1				
10. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ โดยรอบบริเวณสะอาดเรียบร้อย	1				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องการใช้งาน ดีซีโวลต์มิเตอร์ (ต่อ)

11. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	1				
คะแนนรวม	17				

ข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

เพื่อพิจารณาข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ)

เรื่อง การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์

<u>คำชี้แจง</u> โปรดใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับความคิดเห็น โดยพิจารณาระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน 5 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับดีมาก

ให้คะแนน 4 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับดี

ให้คะแนน 3 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง

ให้คะแนน 2 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับพอใช้

ให้คะแนน 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับต้องปรับปรุง

แบบสอบถาม	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน(ภาคปฏิบัติ) 1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน 3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม					
พฤติกรรมที่สังเกต 4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน 5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรได้เหมาะสมและถูกต้องตามขั้นตอน 6. วัดและอ่านค่าแรงดันและบันทึกผลการทดลอง 7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน 8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการวัด 9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย					
น้ำหนักคะแนน 10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตารางคะแนนผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางคะแนนผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 1 ผลการพิจารณาแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านการเรียน(ภาคปฏิบัติ) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3	4	5	6	7			
เรื่อง การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์										
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ปรับแหล่งจ่ายไฟ ให้ได้เท่ากับ 10 V, 20 V, 30 V	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0	4	0.5	ใช้ได้
3. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
4. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
5. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
6. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด V5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
เรื่อง การใช้งานดีซี แอมมิเตอร์	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ปรับแหล่งจ่ายไฟ ให้ได้เท่ากับ 10 V, 20 V, 30 V	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	5	0.7	ใช้ได้
3. วัดกระไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุด A1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
4. วัดกระไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุด A2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
5. วัดกระไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุด A3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
6. วัดกระไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุด A4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. วัดกระไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุด A5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
เรื่อง การใช้งานเอซี โวลต์มิเตอร์										
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ปรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟ ให้ได้เท่ากับ 10 V, 20 V, 30 V	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0	5	0.7	ใช้ได้
3. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด AB	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
4. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด BC	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
5. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด CD	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
6. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด DE	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. วัดแรงดันไฟฟ้าในวงจรที่จุด EF	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
เรื่อง โอห์มมิเตอร์										
1. เขียนแถบสีและอ่านค่าความต้านทานจากแถบสีของตัวต้านทาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2.ปรับแต่งโอห์มมิเตอร์ (Zero Ohm)	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3. ต่อโอห์มมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน	0	+1	0	0	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้
4. วัดและอ่านค่าความต้านทานจากโอห์มมิเตอร์	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 1 (ต่อ) ผลการพิจารณาแบบทดสอบวัดความสามารถทางด้านการเรียน(ภาคปฏิบัติ) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3	4	5	6	7			
เรื่อง มัลติมิเตอร์แบบเข็ม										
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ปรับแหล่งจ่ายไฟ ให้ได้เท่ากับ 10 V, 20 V, 30 V	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0	4	0.5	ใช้ได้
3. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
4. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
5. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
6. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
8. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
9. วัดและอ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน จุด A	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
10. วัดและอ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน จุด H	+1	+1	-1	+1	+1	0	+1	4	0.5	ใช้ได้
11. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R1 –R6	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
12. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวรวมกันหรือไม่เพราะเหตุใด	0	+1	0	0	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้
เรื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์										
1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ปรับแหล่งจ่ายไฟ ให้ได้เท่ากับ 10 V, 20 V, 30 V	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0	4	0.5	ใช้ได้
3. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
4. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
5. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
6. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
8. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
9. วัดและอ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน จุด A	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
10. วัดและอ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน จุด H	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
11. คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R1 –R6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
12. แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวรวมกันหรือไม่เพราะเหตุใด	0	+1	0	0	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้
เรื่อง เรื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป										
1. การปรับแต่งออสซิลโลสโคป	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2. เลือกสัญญาณ Sine Wave(~) ความถี่ 1 KHz ความแรงของสัญญาณ 2 V_{P-P}	0	+1	+1	+1	+1	-1	+1	4	0.5	ใช้ได้
3. วัดและอ่านค่ารูปคลื่นจากออสซิลโลสโคป	0	+1	-1	+1	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้
4. บันทึกรูปสัญญาณที่วัดได้	0	+1	-1	+1	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 2 ผลการพิจารณาพฤติกรรมที่สังเกต โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3	4	5	6	7			
เรื่อง การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์										
1. ขั้นเตรียม										
1.1 เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
1.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ขั้นปฏิบัติ										
2.1 ประกอบวงจร	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.2 เลือกย่านวัด ดีซี โวลต์มิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.3 ปฏิบัติ การใช้ดีซี โวลต์มิเตอร์ วัดแรงดันตกคร่อมในวงจร	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.4 อ่านค่าแรงดันบนสเกลดีซี โวลต์มิเตอร์	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3. ขั้นผลการปฏิบัติ										
3.1 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	+1	0	+1	0	+1	0	+1	4	0.5	ใช้ได้
3.4 ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณ สะอาดเรียบร้อย	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
3.5 เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
เรื่อง การใช้งาน ดีซีแอมมิเตอร์										
1. ขั้นเตรียม										
1.1 เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
1.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ขั้นปฏิบัติ										
2.1 ประกอบวงจร	-1	0	+1	+1	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้
2.2 เลือกย่านวัด ดีซี แอมมิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟเพื่อวัดค่ากระแสไฟตรง	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.3 ใช้ดีซี แอมมิเตอร์ ที่เลือก วัดค่ากระแสไฟตรงที่ไหลผ่านตัวต้านทาน	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.4 อ่านค่ากระแสไฟตรงบนสเกล ดีซีแอมมิเตอร์	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3. ขั้นผลการปฏิบัติ										
3.1 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	+1	0	+1	+1	+1	0	+1	5	0.7	ใช้ได้
3.4 ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณ สะอาดเรียบร้อย	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
3.5. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 2 (ต่อ) ผลการพิจารณาพฤติกรรมที่สังเกต โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3	4	5	6	7			
เรื่อง การใช้งาน เอซีโวลต์มิเตอร์										
1. ขั้นเตรียม										
1.1 เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
1.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ขั้นปฏิบัติ										
2.1 ประกอบวงจร	-1	+1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้
2.2 เลือกย่านวัด เอซี โวลต์มิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟเพื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.3 ใช้เอซี โวลต์มิเตอร์ ที่เลือก วัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับตามจุดต่าง ๆที่ไหลในวงจร	-1	+1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้
2.4 อ่านค่าแรงดันบนสเกลเอซีโวลต์มิเตอร์	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3. ขั้นผลการปฏิบัติ										
3.1 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	+1	0	+1	+1	+1	0	+1	5	0.7	ใช้ได้
3.4 ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณ สะอาดเรียบร้อย	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
3.5 เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
เรื่อง โอห์มมิเตอร์										
1. ขั้นเตรียม										
1.1 เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
1.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ขั้นปฏิบัติ										
2.1 อ่านค่าแถบสีความต้านทานของตัวต้านทาน	-1	+1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้
2.2 ปฏิบัติ การใช้โอห์มมิเตอร์ วัดหาค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2.3 อ่านค่าความต้านทานจากสเกล โอห์มมิเตอร์	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3. ขั้นผลการปฏิบัติ										
3.1 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 2 (ต่อ) ผลการพิจารณาพฤติกรรมที่สังเกต โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3	4	5	6	7			
3.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3.4 ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณ สะอาดเรียบร้อย	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3.5 เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
เรื่อง มัลติมิเตอร์แบบเข็ม										
1. ขั้นเตรียม										
1.1 เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
1.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ขั้นปฏิบัติ										
2.1 ปฏิบัติ การปรับแต่ง มัลติมิเตอร์(Zero Ohm) และแสดงการเลือกย่านวัดเหมาะสมกับค่าตัวต้านทาน	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.2 ปฏิบัติ การวัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.3 ปฏิบัติ การใช้มัลติมิเตอร์ วัดหาค่าแรงดันไฟตกคร่อม (DC) ตัวต้านทานแต่ละค่า และอ่านค่าแรงดัน	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.4 ปฏิบัติ การใช้มัลติมิเตอร์วัดหาค่ากระแสไฟตรง(DC mA) ตัวต้านทานแต่ละค่าและอ่านค่ากระแสไฟตรง	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
3. ขั้นผลการปฏิบัติ										
3.1 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	+1	0	+1	+1	+1	0	+1	5	0.7	ใช้ได้
3.4 ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณ สะอาดเรียบร้อย	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3.5 เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
เรื่อง ดิจิตอล มัลติมิเตอร์										
1. ขั้นเตรียม										
1.1 เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
1.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ขั้นปฏิบัติ										
2.1 ปฏิบัติ การใช้ดิจิตอล มัลติมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.2 ปฏิบัติ การใช้ดิจิตอล มัลติมิเตอร์ วัดหาค่าแรงดันไฟตรง(DC)ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละค่าและอ่านค่าแรงดัน	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 2 (ต่อ) ผลการพิจารณาพฤติกรรมที่สังเกต โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3	4	5	6	7			
3. ขั้นผลการปฏิบัติ										
3.1 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3.4 ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณ สะอาดเรียบร้อย	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
3.5 เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
เรื่อง เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป										
1. ขั้นเตรียม										
1.1 เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
1.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
1.3 ตรวจสอบสายโพรบนำสัญญาณให้พร้อมใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ขั้นปฏิบัติ										
2.1 ปฏิบัติ การปรับแต่งเครื่องกำเนิดสัญญาณ และเลือกช่องสัญญาณการวัดของออสซิลโลสโคป	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.2 ปฏิบัติ การใช้ออสซิลโลสโคป วัดหาค่าคาบเวลาและความถี่พร้อมปรับแต่ง	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
2.3 ปฏิบัติ การอ่านค่าความถี่และคาบเวลา ที่วัดด้วยออสซิลโลสโคป	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
3. ขั้นผลการปฏิบัติ										
3.1 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	+1	0	+1	+1	+1	0	+1	5	0.7	ใช้ได้
3.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
3.4 ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณ สะอาดเรียบร้อย	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
3.5 เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 3 ผลการพิจารณาน้ำหนักคะแนน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

รายการกำหนดน้ำหนักคะแนน	น้ำหนักคะแนน	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7			
เรื่อง การใช้งานดีซีโวลต์มิเตอร์											
1. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3. ประกอบวงจร	4	+1	+1	0	+1	+1	0	0	4	0.5	ใช้ได้
4. เลือกย่านวัด ดีซีโวลต์มิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ	2	+1	+1	0	+1	+1	0	+1	5	0.7	ใช้ได้
5. ปฏิบัติ การใช้ ดีซีโวลต์มิเตอร์ วัดแรงดันตกคร่อมในวงจร	2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
6. อ่านค่าแรงดันบนสเกลโวลต์มิเตอร์	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
8. ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	2	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
9. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
10. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณสะอาดเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
11. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
เรื่อง การใช้งานดีซี แอมมิเตอร์											
1. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3. ประกอบวงจร	4	+1	+1	0	0	+1	0	+1	4	0.5	ใช้ได้
4. เลือกย่านวัด ดีซีแอมมิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟเพื่อวัดค่ากระแสไฟตรง	2	+1	+1	0	+1	+1	0	+1	5	0.7	ใช้ได้
5. ใช้ดีซี แอมมิเตอร์ที่เลือก วัดค่ากระแสไฟตรงที่ไหลผ่านตัวต้านทาน	2	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	6	0.8	ใช้ได้
6. อ่านค่ากระแสไฟตรงบนสเกลดีซีแอมมิเตอร์	1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
7. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
8. ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
9. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
10. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณสะอาดเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
11. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 3 (ต่อ) ผลการพิจารณาน้ำหนักคะแนน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

รายการกำหนดน้ำหนักคะแนน	น้ำหนักคะแนน	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7			
เรื่อง การใช้งาน เอซีโวลต์มิเตอร์											
1. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3. ประกอบวงจร	4	+1	+1	0	+1	+1	0	0	4	0.5	ใช้ได้
4. เลือกย่านวัด เอซี โวลต์มิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟเพื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	2	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
5. ใช้เอซี โวลต์มิเตอร์ที่เลือก วัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับตามจุดต่าง ๆ ที่ไหลในวงจร	2	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
6. อ่านค่าแรงดันบนสเกล เอซีโวลต์มิเตอร์	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
8. ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
9. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
10. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณสะอาดเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
11. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
เรื่องโอห์มมิเตอร์											
1. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3. อ่านค่าแถบสีความต้านทานของตัวต้านทาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
4. ปฏิบัติ การใช้โอห์มมิเตอร์ วัดหาค่าความต้านทานแต่ละตัว	2	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
5. อ่านค่าความต้านทานจากสเกลโอห์มมิเตอร์	1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
6. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
8. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
9. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ โดยรอบบริเวณสะอาดเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
10. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 3 (ต่อ) ผลการพิจารณาน้ำหนักคะแนน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

รายการกำหนดน้ำหนักคะแนน	น้ำหนักคะแนน	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7			
เรื่อง มัลติมิเตอร์แบบเข็ม											
1. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3. ปฏิบัติ การปรับแต่งมิเตอร์(zero ohm) และแสดงการเลือกย่านวัดเหมาะสมกับค่าตัวต้านทาน	1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
4. ปฏิบัติ การวัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์	1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	5	0.7	ใช้ได้
5. ปฏิบัติ การใช้มัลติมิเตอร์วัดหาค่าแรงดันไฟตกคร่อม(DC) ตัวต้านทานแต่ละค่าและอ่านค่าแรงดัน	2	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	5	0.7	ใช้ได้
6. ปฏิบัติการใช้มัลติมิเตอร์วัดหาค่ากระแสไฟตรง(DC mA) ตัวต้านทานแต่ละค่าและอ่านค่ากระแสไฟตรง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
8. ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
9. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
10. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ โดยรอบบริเวณสะอาดเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
11. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
เรื่อง ดิจิตอล มัลติมิเตอร์											
1. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3. ปฏิบัติ การใช้ดิจิตอล มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
4. ปฏิบัติ การใช้ดิจิตอล มัลติมิเตอร์วัดหาค่าแรงดันไฟตรง (DC)ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละค่าและอ่านค่าแรงดัน	2	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	5	0.7	ใช้ได้
5. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	6	0.8	ใช้ได้
6. ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
7. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
8. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ โดยรอบบริเวณสะอาดเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
9. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 3 (ต่อ) ผลการพิจารณาน้ำหนักคะแนน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน

รายการกำหนดน้ำหนักคะแนน	น้ำหนักคะแนน	คะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ							รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7			
เรื่อง เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป											
1. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
3. ตรวจสอบสายโพรบนำสัญญาณให้พร้อมใช้งาน	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
4. ปฏิบัติ การปรับแต่งเครื่องกำเนิดสัญญาณ และเลือกช่องสัญญาณการวัดของออสซิลโลสโคป	2	0	+1	+1	+1	+1	+1	0	5	0.7	ใช้ได้
5. ปฏิบัติ การใช้ออสซิลโลสโคป วัดหาค่าความถี่และคาบเวลา พร้อมปรับแต่ง	2	0	+1	+1	-1	+1	+1	+1	4	0.5	ใช้ได้
6. ปฏิบัติ การอ่านค่าความถี่และคาบเวลา ที่วัดด้วยออสซิลโลสโคป	1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
7. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	5	0.7	ใช้ได้
8. ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
9. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
10. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ โดยรอบบริเวณสะอาดเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้
11. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	1.0	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 ผลคะแนนแบบสอบถามหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การใช้งาน ดีซี โวลต์

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ															$\overline{X}$	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)																	
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	4	5	3	4	3	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4.20	0.67
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4	4	5	3	4	4	5	4	5	5	4	4	3	3	5	4.13	0.74
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	3	4	5	4	3	4	5	3	5	5	4	4	4	4	5	4.13	0.74
พฤติกรรมที่สังเกต																	
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4	4	4	4	3	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4.13	0.51
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรได้เหมาะสมและถูกต้องตามขั้นตอน	3	3	4	4	3	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4.07	0.70
6. วัดและอ่านค่าแรงดันและบันทึกผลการทดลอง	4	4	4	4	3	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4.40	0.63
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	3	3	4	4	3	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4.13	0.74
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการวัด	2	3	4	4	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4.13	0.91
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	5	4	3	4	3	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4.40	0.73
น้ำหนักคะแนน																	
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	3	2	4	4	3	5	4	3	4	5	4	4	4	3	3	3.67	0.81
รวม																4.14	0.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 (ต่อ) ผลคะแนนแบบสอบถามหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการใช้งาน ดีซี แอมมิเตอร์

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ															$\overline{X}$	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)																	
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4.13	0.51
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4.13	0.51
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4	4	3	4	5	3	3	3	4	5	5	4	5	5	5	4.13	0.83
พฤติกรรมที่สังเกต																	
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	3	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4.13	0.51
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรได้เหมาะสมและถูกต้องตามขั้นตอน	3	4	4	5	4	3	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4.27	0.70
6. วัดและอ่านค่ากระแสและบันทึกผลการทดลอง	3	4	4	5	4	3	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4.33	0.72
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	3	4	4	3	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4.33	0.72
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการวัด	3	4	3	4	3	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4.20	0.77
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4.53	0.51
น้ำหนักคะแนน																	
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	3	4	4	3	4	4	4	5	3	4	5	5	3	5	5	4.07	0.79
รวม																4.22	0.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 (ต่อ) ผลคะแนนแบบสอบถามหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการใช้งาน เอซี โวลต์มิเตอร์

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ															$\overline{X}$	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)																	
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	4	4	4	4	5	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4.20	0.56
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4.33	0.48
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4.33	0.48
พฤติกรรมที่สังเกต																	
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4	3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.13	0.51
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรได้เหมาะสมและถูกต้องตามขั้นตอน	3	3	3	5	5	5	5	5	5	4	4	3	5	5	5	4.33	0.90
6. วัดและอ่านค่าแรงดันตามจุดต่าง ๆ และบันทึกผลการทดลอง	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4.33	0.81
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4	3	3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	5	4.40	0.82
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการวัด	5	3	3	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4.27	0.70
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	5	3	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.60	0.63
น้ำหนักคะแนน																	
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	4	4	4	5	4	5	5	4	3	4	5	4	4	4	4.20	0.56
รวม																4.31	0.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 (ต่อ) ผลคะแนนแบบสอบถามหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โอห์มมิเตอร์

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ															$\overline{X}$	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)																	
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4.33	0.48
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	4	5	4	3	4	5	5	3	4	4	4	5	4	5	4	4.20	0.67
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4	5	4	4	4	5	5	3	4	4	4	5	3	5	4	4.20	0.67
พฤติกรรมที่สังเกต																	
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3.80	0.41
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความต้านทาน	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	3.93	0.59
6. เขียนแถบสี การวัดและอ่านค่าความต้านทาน	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4.07	0.59
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	5	4	3.80	0.56
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าและค่าที่ได้จากการวัด	4	3	4	4	4	4	3	3	4	5	4	3	5	4	4	3.87	0.64
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4	4	4	4	4	3	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4.27	0.59
น้ำหนักคะแนน																	
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4.20	0.56
รวม																4.06	0.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 (ต่อ) ผลคะแนนแบบสอบถามหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง มัลติมิเตอร์แบบเข็ม

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ															$\overline{X}$	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)																	
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4.13	0.52
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	4.20	0.56
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4.40	0.51
พฤติกรรมที่สังเกต																	
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4.07	0.46
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจร	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.40	0.63
6. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า	3	4	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4.20	0.68
7. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	3	4	4	4	4	3	4	4	3	5	5	4	4	4	5	4.00	0.65
8. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าและค่าที่ได้จากการวัด	4	4	4	4	3	3	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4.13	0.64
9. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4.47	0.52
น้ำหนักคะแนน																	
10. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4.07	0.59
รวม																4.20	0.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 (ต่อ) ผลคะแนนแบบสอบถามหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ															$\overline{X}$	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)																	
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	4	5	4.20	0.56
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	3	5	4	4	5	4	5	4	4	4	3	4	4	4	5	4.13	0.64
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	3	5	4	4	5	4.27	0.59
พฤติกรรมที่สังเกต																	
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4.20	0.41
5. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความต้านทานและประกอบวงจร	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4.33	0.49
6. วัดและอ่านค่าความต้านทาน	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	3	4.47	0.64
7. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4.47	0.52
8. วัดและอ่านค่ากระแสไฟฟ้า	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4.47	0.52
9. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	3	4	3	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	3	4.20	0.77
10. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าและค่าที่ได้จากการวัด	4	4	5	4	4	4	3	3	4	4	5	3	4	5	3	3.93	0.70
11. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4.67	0.49
น้ำหนักคะแนน																	
12. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3.73	0.46
รวม																4.25	0.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 4 (ต่อ) ผลคะแนนแบบสอบถามหาคุณภาพของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคป

แบบทดสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ															$\overline{X}$	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)																	
1. ข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4.33	0.49
2. จำนวนข้อสอบมีปริมาณเหมาะสมกับเวลาปฏิบัติงาน	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	3	5	4	4	4.27	0.59
3. การอธิบายขั้นตอนวิธีการมีความชัดเจนครอบคลุม	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4.33	0.49
พฤติกรรมที่สังเกต																	
4. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมตรวจสอบก่อนการใช้งาน	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4.33	0.48
5. ปรับแต่งการใช้งานออสซิลโลสโคป	4	4	4	4	5	3	3	4	5	4	4	3	5	4	4	4.00	0.65
6. ป้อนสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณพร้อมปรับแต่ง	4	4	4	3	3	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4.20	0.69
7. วัดค่าความถี่และคาบเวลา และอ่านค่า	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4.47	0.51
8. เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	3	4.33	0.61
9. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการอ่านค่าและค่าที่ได้จากการวัด	5	4	4	3	3	3	4	4	3	4	5	4	5	5	4	4.00	0.75
10. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จงานได้อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.60	0.50
น้ำหนักคะแนน																	
11. น้ำหนักคะแนนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4.40	0.50
รวม																4.29	0.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้แบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้แบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การใช้แบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ครูที่ทำหน้าที่ประเมินผลการสอบต้องสังเกตการณ์ปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เข้าสอบอย่างละเอียดและ รอบคอบ ตามพฤติกรรมที่สังเกต และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ระบุไว้ในเกณฑ์ที่กำหนด การสอบแต่ละฉบับมีขั้นตอนและวิธีการสอบดังนี้

1. แบบวัดภาคปฏิบัติงานนี้ เป็นแบบวัดที่ใช้วัดเป็นรายบุคคล

2. ผู้ดำเนินการสอบ ควรศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแบบวัดภาคปฏิบัติ เช่นข้อสอบ พฤติกรรมที่สังเกต แบบบันทึกคะแนน และเกณฑ์การให้คะแนน

3. ผู้ดำเนินการสอบอธิบายขั้นตอน และข้อซักถามจนผู้เสอบเข้าใจ

4. ผู้ดำเนินการสอบ แจกข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ) ให้กับนักศึกษาที่จะทำการสอบ

5. ผู้เข้าสอบเขียนรายละเอียดเกี่ยวกับ ชื่อ-สกุล ระดับชั้น กลุ่ม เลขที่

6. ผู้ดำเนินการสอบให้สัญญาณเริ่มดำเนินการสอบ และใช้แบบสังเกต เพื่อทำการให้คะแนนระหว่างทำการปฏิบัติ พร้อมทั้งจับเวลาในการปฏิบัติงานของผู้เข้าสอบทุกคน จนผู้เข้าสอบทุกคนทำการปฏิบัติเสร็จ

7. หากเห็นว่าขณะที่นักศึกษาทำการปฏิบัติอยู่นั้นจะก่อให้เกิดอันตรายแก่นักศึกษา หือก่อให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์การปฏิบัติงาน อาจารย์ที่ดำเนินการสอบสามารถให้ยุติการปฏิบัติงาน หรือว่ากล่าวตักเตือนได้

8. ระหว่างการปฏิบัติงาน เมื่อเห็นนักศึกษาทำการปฏิบัติไม่ถูกต้อง หรือขอคำแนะนำ ผู้ประเมินสามารถให้คำแนะนำได้ เพื่อให้นักศึกษาปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และจะไม่เกิดซ้ำอีก ถ้าปล่อยให้เหตุการณ์นั้นผ่านไปนาน นักศึกษาอาจจะปฏิบัติผิดจนเป็นนิสัย แต่จะถูกตัดคะแนนในรายการข้อนั้น ๆ

9. จะต้องควบคุมเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ของแต่ละการปฏิบัติงาน เมื่อหมดเวลาทำการปฏิบัติงาน ต้องแจ้งเตือนให้นักศึกษาทราบ

10. รวมคะแนนจากแบบประเมิน หลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานของนักศึกษาแต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้คะแนนแบบวัด

แบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เป็นมาตรประมาณค่า 3 ระดับ คือ

0 หมายถึง ต้องปรับปรุง

1 หมายถึง พอใช้

2 หมายถึง ดี

การแปลผลและประเมินผลคะแนน

การแปลผลและประเมนผลคะแนนของแบบวัดภาคปฏิบัติ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เป็นการแปลผลทักษะโดยส่วนรวม คือ การแปลผลคะแนนเป็น 3 ระดับดังนี้

ระดับคะแนน 0 หมายถึง นักศึกษามีทักษะโดยส่วนรวมอยู่ในขั้นต้องปรับปรุง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง นักศึกษามีทักษะโดยส่วนรวมอยู่ในขั้นพอใช้

ระดับคะแนน 2 หมายถึง นักศึกษามีทักษะโดยส่วนรวมอยู่ในขั้นดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสอบวัดความสามารถทางการเรียน (ภาคปฏิบัติ)

วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์

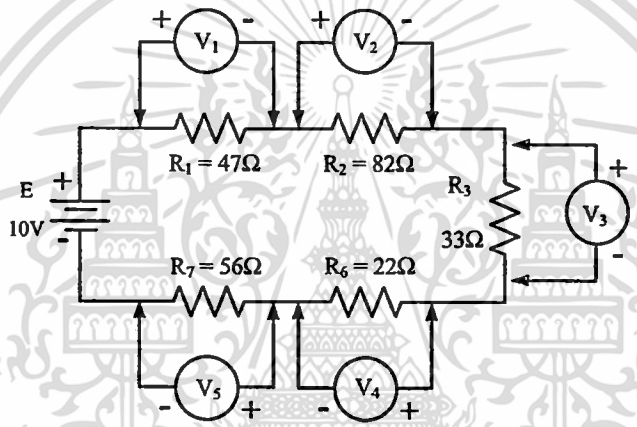
ระดับชั้น ปวช. 1 แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์

ชื่อ..... ระดับ..... กลุ่มที่ ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง 1. ข้อสอบมีจำนวนทั้งหมด 6 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 20 นาที

คำสั่ง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม 5 ตัว

2. ที่แหล่งจ่าย 10 V ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันตามจุดต่าง ๆ แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2.1

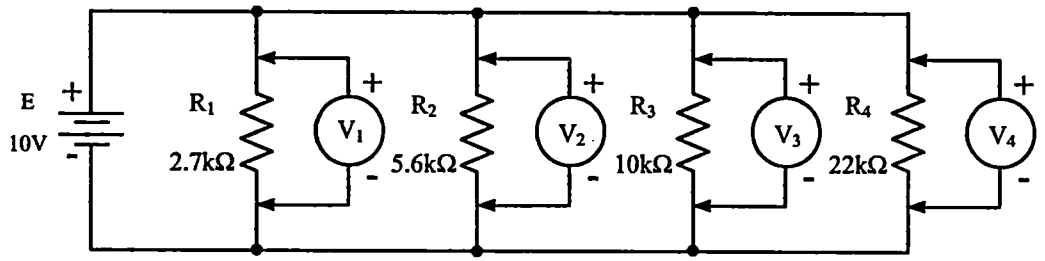
ตารางที่ 2.1

แรงดัน E / แรงดันที่จุด	V1	V2	V3	V4	V5
10 V					
20 V					
30 V					

3. เปลี่ยนแหล่งจ่ายแรงดัน E เป็น 20 V และ 30 V ตามลำดับ วัดและบันทึกค่าแรงดันตามจุดต่าง ๆ แถว แรงดัน E 20 V และE 30 V ตามลำดับ แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ประกอบวงจรตามรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 วงจรตัวต้านทานต่อขนาน 4 ตัว

5. ที่แหล่งจ่าย 10 V ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันตามจุดต่าง ๆ แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 2.2 และเปลี่ยนแหล่งจ่ายแรงดัน E เป็น 20 V และ 30 V ตามลำดับ

ตารางที่ 2.2

แรงดัน E / แรงดันที่จุด	V1	V2	V3	V4
10 V				
20 V				
30 V				

6. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสังเกตพฤติกรรมทั่วไป

วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์

พฤติกรรมที่สังเกต	เกณฑ์การประเมิน
เตรียมเครื่องให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	เครื่องมือและอุปกรณ์ ถูกต้องเหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติ
ตรวจสอบสภาพเครื่องมือ	ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน
ประกอบวงจร	ประกอบวงจรถูกต้องตามแบบ
เลือกย่านวัด ดีซีโวลต์มิเตอร์	เลือกย่านวัดถูกต้อง และเหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ
ปฏิบัติการใช้ ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันตกคร่อม	วัดแรงดันตกคร่อมโดยการใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์ถูกต้อง
อ่านค่าแรงดันบนสเกลโวลต์มิเตอร์	อ่านค่าแรงดันตกคร่อมจากดีซีโวลต์มิเตอร์ถูกต้อง
ทำความสะอาดเครื่องมือ-อุปกรณ์	ทำความสะอาดเครื่องมือ-อุปกรณ์ สะอาดเรียบร้อย
เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงาน	เก็บวัสดุ-อุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงานเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึกคะแนนการวัดผลภาคปฏิบัติ

วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การใช้งานดีซี โวลต์มิเตอร์

ชื่อ..... ระดับชั้น ..... กลุ่ม ..... เลขที่.....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ..... ภาคเรียนที่ ..... ปีการศึกษา .....

เริ่มปฏิบัติเวลา ..... ปฏิบัติเสร็จเรียบร้อย เวลา .....

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับการสังเกตของท่าน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

คุณลักษณะที่ต้องการวัด	น้ำหนักคะแนน	คะแนน		
		2	1	0
1.ขั้นเตรียม				
1.1 เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	0.5			
1.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	0.5			
2. ขั้นปฏิบัติ				
2.1 ประกอบวงจร	2			
2.2 เลือกย่านวัด ดีซี โวลต์มิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ	1			
2.3 ปฏิบัติ การใช้ดีซี โวลต์มิเตอร์ วัดแรงดันตกคร่อมในวงจร	1			
2.4 อ่านค่าแรงดันบนสเกลดีซี โวลต์มิเตอร์	0.5			
3. ขั้นผลการปฏิบัติ				
3.1 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	0.5			
3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	1			
3.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	0.5			
3.4 ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณ สะอาดเรียบร้อย	0.5			
3.5 เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	0.5			
รวมคะแนน 17 คะแนน		..... คะแนน		

หมายเหตุ เอาน้ำหนักคะแนน * คะแนนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบกำหนดน้ำหนักคะแนน จากแบบสังเกตพฤติกรรมทั่วไป

เรื่อง การใช้งาน ดีซีโวลต์มิเตอร์

พฤติกรรมที่สังเกต	น้ำหนักคะแนน
1. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ	0.5
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน	0.5
3. ประกอบวงจร	2
4. เลือกย่านวัด ดีซีโวลต์มิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ	1
5. ปฏิบัติการใช้ ดีซีโวลต์มิเตอร์ วัดแรงดันตกคร่อมในวงจร	1
6. อ่านค่าแรงดันบนสเกลโวลต์มิเตอร์	0.5
7. บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง	0.5
8. ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด	1
9. เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง	0.5
10. ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์ โดยรอบบริเวณสะอาดเรียบร้อย	0.5
11. เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานได้อย่างเรียบร้อย	0.5
คะแนนรวม	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การให้คะแนน เรื่องการใช้งาน ดีซีโวลต์มิเตอร์

1. ขั้นเตรียม

1.1 เตรียมเครื่องมือให้พร้อมเพื่อปฏิบัติ

2 คะแนน เมื่อ จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือถูกต้อง โดยครูไม่ต้องแนะนำ

1 คะแนน เมื่อ จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือถูกต้อง โดยครูแนะนำไม่เกิน 1 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ โดยครูแนะนำหลายครั้ง

1.2 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน

2 คะแนน เมื่อ ตรวจสอบสภาพ เครื่องมือและอุปกรณ์ ก่อนการใช้งาน โดยครูไม่ต้องแนะนำ

1 คะแนน เมื่อ ตรวจสอบสภาพ เครื่องมือและอุปกรณ์ ก่อนการใช้งาน โดยครูต้องแนะนำ

0 คะแนน เมื่อ ไม่ตรวจสอบสภาพ เครื่องมือและอุปกรณ์ ก่อนการใช้งาน

2. ขั้นปฏิบัติงาน

2.1 ประกอบวงจร

2 คะแนน เมื่อ ประกอบวงจรถูกต้องตามแบบ โดยครูไม่ต้องแนะนำ

1 คะแนน เมื่อ ประกอบวงจรไม่ถูกต้อง ไม่เกิน 1 ครั้ง โดยครูต้องแนะนำ

0 คะแนน เมื่อ ประกอบวงจรไม่ถูกต้อง มากกว่า 1 ครั้ง และครูแนะนำมากกว่า 1 ครั้ง

2.2 เลือกย่านวัด ดีซี โวลต์มิเตอร์ได้เหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ

2 คะแนน เมื่อ เลือกย่านวัด ดีซีโวลต์มิเตอร์ถูกต้องเหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ โดยครูไม่ต้องแนะนำ

1 คะแนน เมื่อ เลือกย่านวัด ดีซีโวลต์มิเตอร์ถูกต้องเหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ โดยครูแนะนำ 1 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ เลือกย่านวัด ดีซีโวลต์มิเตอร์ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับแหล่งจ่ายไฟ โดยครูต้องแนะนำหลายครั้ง

2.3 ปฏิบัติ การใช้ดีซี โวลต์มิเตอร์ วัดแรงดันตกคร่อมในวงจร

2 คะแนน เมื่อ ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันถูกต้อง โดยครูไม่ต้องแนะนำ

1 คะแนน เมื่อ ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันถูกต้อง โดยครูแนะนำไม่เกิน 1 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ ใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไม่ถูกต้อง โดยครูต้องแนะนำหลายครั้ง

2.4 อ่านค่าแรงดันบนสเกลดีซี โวลต์มิเตอร์

2 คะแนน เมื่อ อ่านค่าแรงดันถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 คะแนน เมื่อ อ่านค่าแรงดันผิดไม่เกิน 1 ครั้ง โดยครูแนะนำไม่เกิน 1 ครั้ง

0 คะแนน เมื่อ อ่านค่าแรงดันไม่ถูกต้อง โดยครูต้องแนะนำหลายครั้ง

3. ขั้นผลการปฏิบัติ

3.1 บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลอง

2 คะแนน เมื่อ บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลองถูกต้องทั้งหมด

1 คะแนน เมื่อ บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลองถูกต้องแต่ไม่ทั้งหมด

0 คะแนน เมื่อ บันทึกค่าที่อ่านได้ลงในบันทึกผลการทดลองไม่ถูกต้องเลย

3.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนเสร็จในเวลาที่กำหนด

2 คะแนน เมื่อ ดำเนินการปฏิบัติเสร็จก่อนหรือทันตามเวลาที่กำหนด

1 คะแนน เมื่อ ดำเนินการปฏิบัติเสร็จหลังจากเวลาที่กำหนด ไม่เกิน 5 นาที

0 คะแนน เมื่อ ดำเนินการปฏิบัติเสร็จหลังจากเวลาที่กำหนด มากกว่า 5 นาที

3.3 เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง

2 คะแนน เมื่อ เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลองถูกต้องทั้งหมด

1 คะแนน เมื่อ เปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลองถูกต้องแต่ไม่ทั้งหมด

0 คะแนน เมื่อ ไม่มีการเปรียบเทียบผลการปฏิบัติกับลำดับขั้นการทดลอง

3.4 ทำความสะอาดเครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์โดยรอบบริเวณ สะอาด เรียบร้อย

2 คะแนน เมื่อ ทำความสะอาดเครื่องมือ-อุปกรณ์ และบริเวณที่ทำการปฏิบัติงาน ทำความสะอาดดีและจัดเป็นระเบียบให้เข้าที่อย่างเรียบร้อย

1 คะแนน เมื่อ ทำความสะอาดเครื่องมือ-อุปกรณ์ และบริเวณที่ทำการปฏิบัติงาน ทำความสะอาดดีแต่จัดไม่เป็นระเบียบให้เข้าที่อย่างเรียบร้อย

0 คะแนน เมื่อ บริเวณที่ทำการปฏิบัติงาน สกปรกไม่เป็นระเบียบและไม่จัดให้เข้าที่

3.5 เก็บวัสดุ-อุปกรณ์หลังการปฏิบัติงาน ได้อย่างเรียบร้อย

2 คะแนน เมื่อ ทำการตรวจเช็ควัสดุ-อุปกรณ์ถูกต้องตามจำนวน ก่อนเก็บเข้าที่และเก็บอย่างเป็นระเบียบ

1 คะแนน เมื่อ ทำการตรวจเช็ควัสดุ-อุปกรณ์ถูกต้องตามจำนวน ก่อนเก็บเข้าที่แต่เก็บไม่เป็นระเบียบ

0 คะแนน เมื่อ ไม่ทำการตรวจเช็ควัสดุ-อุปกรณ์และไม่เก็บเข้าที่และไม่เป็นระเบียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายศตวัฒน์ มงคลดิษฐ์
วัน เดือน ปี เกิด	6 เมษายน 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดสมุทรสงคราม
ที่อยู่ปัจจุบัน	387 ม.2 ต.ไร่น้อย อ.เมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ตำบลในเมือง ถนนแจ้งสนิท อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000
ประวัติการศึกษา	
ปริญญาตรี	สาขาวิชา เทคโนโลยีอุตสาหกรรม(อิเล็กทรอนิกส์) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี ปีการศึกษาที่จบ 2540
ปริญญาโท	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษาที่จบ 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้