

สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง
เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

SUPPLEMENTARY LEARNING MEDIA BY AUGMENTED REALITY ON
CHECKING BASIC ELECTRONIC DEVICES



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-ED-M- 232-043

สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง
เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

SUPPLEMENTARY LEARNING MEDIA BY AUGMENTED REALITY ON
CHECKING BASIC ELECTRONIC DEVICES



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2018-ED-M-232-043

SUPPLEMENTARY LEARNING MEDIA BY AUGMENTED REALITY ON
CHECKING BASIC ELECTRONIC DEVICES



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION IN ELECTRONICS
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018

KMITL-2018-ED-M-232-043

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2018

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การดำเนินงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่สัญญาที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง
เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
SUPPLEMENTARY LEARNING MEDIA BY AUGMENTED
REALITY ON CHECKING BASIC ELECTRONIC DEVICES

นักศึกษา

นายนิรุทธิ์ บัวประเสริฐ

รหัสประจำตัว

56603178

ปริญญา






ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

อิเล็กทรอนิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวัฒน์ ลาวัญย์วิสุทธิ	
รองศาสตราจารย์ ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์	
รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมีนสายญาติ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ
สถานที่สอบ

14 กรกฎาคม 2561 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

วันที่ 31 เดือน ก.กพ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
นักศึกษา	นายนิรุทธิ์ บัวประเสริฐ
รหัสประจำตัว	56603178
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการศึกษา
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 4) หาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จำนวน 60 คน ซึ่งใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากรายชื่อ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติที่ทดสอบที (t-test) แบบ dependent ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.45 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.64

ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.43) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.57$, S.D. = 0.41) 2) สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง มีประสิทธิภาพเท่ากับ (81.30/82.20) 3) นักเรียน ที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 4) นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง มีความพึงพอใจจัดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.55$, S.D. = 0.54)

Thesis Title	Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices
Student	Mr.Nirut Buaprasert
Student ID	56603178
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electronic
Year	2018
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Piya Supavarasuwat

ABSTRACT

The purposes of this research were to: 1) development of a Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices. 2) find efficiency of a Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices 3) compare achievement between pretest and posttest of students learning with a Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices and 4) to find satisfaction of a Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices The sample used in the research were 60 employees of 1st year Vocational register learning at department of Electronic Devices and Circuit selected by random sampling method. Instruments for the research were consisted of Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices the quality evaluation from of a Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices achievement tests. The data were analyzed by mean, standard deviation and t-test for dependent samples.

The research instruments consisted of 1) the learning media on checking basic electronic devices 2) the quality evaluation forms 3) the achievement test with the difficulty level was between 0.30-0.80, the discriminative power was between 0.20-0.45 and the reliability was 0.64.

The results of this study were 1) the quality of a Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices was at good level ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.43) for lesson contents and good level ($\bar{x} = 4.57$, S.D. = 0.41) for media production. 2) the efficiency of a Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices was 81.30/82.20 3) posttest score of subjects learning with a Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices were significantly higher than pretest scores at 0.05 and 4) satisfaction of a Supplementary Learning Media by Augmented Reality on Checking Basic Electronic Devices was at good level ($\bar{x} = 4.55$, S.D. = 0.54) for media production.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ปิยะ ศุภวาราสุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาพร้อมทั้งแนะนำแนวทาง และ ข้อบกพร่อง เพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปรับปรุง ข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ผู้สอนทุกท่าน รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน ขอขอบคุณนักเรียน สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ที่ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่ม ตัวอย่าง ให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยนี้ได้เป็นอย่างดี และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่เป็นกำลังใจเสมอมา

นิรุทธิ์ บัวประเสริฐ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 เนื้อหารายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร.....	6
2.2 การใช้งานมัลติมิเตอร์เบื้องต้น.....	12
2.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด.....	13
2.4 เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality : AR).....	19
2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน.....	24
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการงานวิจัย.....	28
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	28
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	28
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	28
3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	38
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อ IV ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อ.....	41
4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อ.....	43
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	44
4.4 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียน.....	44
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	46
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	46
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	49
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	51
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก.....	54
ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย.....	55
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	64
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพ.....	66
ภาคผนวก ง แบบประเมินความพึงพอใจ.....	72
ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	74
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	86
ภาคผนวก ช ระดับความพึงพอใจของนักเรียน.....	103
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างหน้าจอสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.....	105
ภาคผนวก ญ คู่มือการใช้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.....	107
ประวัติผู้เขียน.....	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แนวทางการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด.....	15
2.2 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความเชื่อถือได้ (reliability).....	17
2.3 เกณฑ์การแปลความหมายความยากง่าย (P).....	18
2.4 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r).....	18
4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา.....	41
4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	42
4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.....	43
4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	44
4.5 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วย เทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.....	44



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะไดโอดแบบต่างๆ.....	6
2.2 โครงสร้างสัญลักษณ์และรูปร่างของไดโอด.....	7
2.3 โครงสร้างสัญลักษณ์และรูปร่างของซินเนอร์ไดโอด.....	8
2.4 ทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP.....	9
2.5 ทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN.....	9
2.6 โครงสร้างสัญลักษณ์และวงจรมูลของเอสซีอาร์.....	10
2.7 โครงสร้าง สัญลักษณ์และวงจรมูลของไตรแอก.....	11
2.8 โครงสร้างและสัญลักษณ์ไดแอก.....	11
2.9 มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล.....	12
2.10 มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก.....	13
3.1 ขั้นตอนการสร้างสื่อสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.....	31
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.....	33
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี.....	36
3.4 ขั้นตอนการสร้างประเมินความพึงพอใจ.....	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนและพัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรในสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด หลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551 : 20)

สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และเครือข่ายการเรียนรู้ต่างๆ ที่มีในท้องถิ่น การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการ และการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน การจัดหาสื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาขึ้นเอง หรือปรับปรุงเลือกใช้อย่างมีคุณภาพจากสื่อต่างๆ ที่มีอยู่รอบตัวเพื่อนำมาใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมและสื่อสารให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาควรจัดให้มีอย่างพอเพียง เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551 : 22)

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก้าวไปอย่างไม่หยุดนิ่ง มนุษย์ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีหลากหลายเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันในหลายๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นการใช้เทคโนโลยีในด้านการพัฒนาด้านการแพทย์ การทหาร การใช้ชีวิตรวมทั้งด้านการศึกษาหรือเรียกว่า นวัตกรรม การศึกษานั้นเอง เอกรวิทย์ แก้วประดิษฐ์ (2545:9) โดยนวัตกรรมการศึกษาที่น่าสนใจและเป็นที่ยอมรับอยู่ในขณะนี้คือการสร้างภาพความจริงเสมือน (Augmented Reality) ซึ่งเป็นการผสมโลกความจริง (Real World) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปอยู่บนภาพที่เห็นจริงๆ ในโลกของความเป็นจริงจะแสดงผลผ่านทางกล้องของสมาร์ทโฟน และ แท็บเล็ต

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร เป็นวิชาในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอมสารกึ่งตัวนำชนิดพี ชนิดเอ็น และ รอยต่อพีเอ็น โครงสร้าง สัญลักษณ์ การตรวจสอบอุปกรณ์ ดีหรือเสีย การวัดหาขา และการให้ ไบแอสไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ แอลอีดี ซึ่งมีเนื้อหาที่ยากต่อการเข้าใจ มีคำศัพท์ เฉพาะ ต่างๆ ใช้เรียกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จากที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์กับครูผู้สอนวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร พบว่าการเรียนการสอนแบบปกติเพียงอย่างเดียวไม่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากการเรียนการสอนเป็นไปในรูปแบบบรรยาย ใช้หนังสือเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่สนใจที่จะศึกษา

สำหรับแนวทางแก้ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงสร้างสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยี เสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ซึ่งได้นำเทคนิคการสร้างภาพความจริง เสมือนมาประยุกต์ใช้พัฒนาสื่อการเรียนการสอน ทำให้นักศึกษาสนใจ เกิดความกระตือรือร้นในการ เรียนรู้มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบ สอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.2.4 เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วย เทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพในระดับดี ($\bar{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป

1.3.2 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

1.3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลังสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือน้อยกว่า

1.3.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น อยู่ในระดับมากขึ้นไป

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้การวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 3 ห้อง ห้องละ 20 คน รวมทั้งหมด 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่1 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 20 คน ซึ่งใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากรายห้อง

1.4.2 ตัวแปรที่จะศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ การเรียนการสอนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

1.4.2.2.1 ของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.4.2.2.2 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.4.2.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.2.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียน

1.4.2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

- (1) การตรวจสอบไดโอด
- (2) การตรวจสอบแอลอีดี
- (3) การตรวจสอบซีเนอร์ไดโอด
- (4) การตรวจสอบทรานซิสเตอร์
- (5) การตรวจสอบเอสซีอาร์
- (6) การตรวจสอบไตรแอก
- (7) การตรวจสอบไดแอก

1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง หมายถึง สื่อ Augmented Reality (AR) ที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยนำแอปพลิเคชันโทรศัพท์มือถือระบบแอนดรอยด์หรือระบบไอโอเอส (iOS) เป็นสื่อในการเรียนการสอน มีการนำเสนอข้อมูลที่เป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงในรูปแบบของการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง

1.5.2 นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ได้เรียนในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

1.5.3 แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมิน

1.5.4 แบบทดสอบท้ายหน่วย หมายถึง แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.5.5 คุณภาพ หมายถึง ผลการประเมินของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินบทเรียน

1.5.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก

1.5.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.5.8 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนกับร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในที่นี้ตั้งเกณฑ์ไว้ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

E_1 คือ ค่าเฉลี่ยจากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยของทุกหน่วย คิดเป็นร้อยละ

E_2 คือ ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่นักเรียนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5.9 ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.5.10 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรและผู้ที่มีความรู้ความชำนาญด้านการผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษางานวิจัยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ได้ ทำการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและนำแนวคิดทางทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาดำเนินการ ศึกษาโดยผู้วิจัยศึกษาทฤษฎีต่างๆ ที่ใช้ในการทำวิจัย ดังนี้

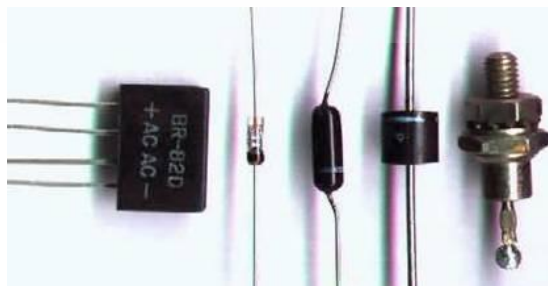
- 2.1 เนื้อหารายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
- 2.2 การใช้งานมัลติมิเตอร์เบื้องต้น
- 2.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด
- 2.4 เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality : AR)
- 2.5 ประสิทธิภาพ
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เนื้อหารายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

2.1.1 ไดโอด

ไดโอด (Diode) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีบทบาทและมีความสำคัญต่อการใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด เราลองพิจารณาการนำไดโอดไปใช้งาน จะพบได้ในวงจรตั้งแต่ ง่ายๆ เช่น วงจรแปลงไฟสลับเป็นไฟตรง ไปจนถึงวงจรทางด้านดิจิทัล ไม่ว่าอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ใน บ้าน คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ทางอุตสาหกรรม อุปกรณ์ที่ใช้ในสุญญากาศ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการ ป้องกันตัว อุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้จะต้องมีไดโอดเป็นส่วนประกอบในวงจรทั้งสิ้น

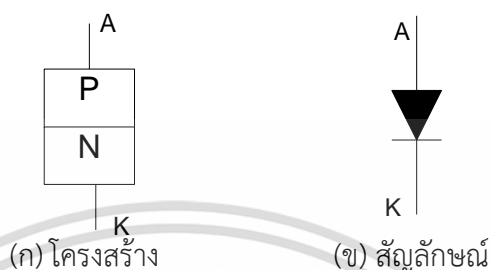
ไดโอดถูกพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ใช้หลอดสุญญากาศในสมัยก่อน จนมาเป็นไดโอดโดยใช้สาร กึ่งตัวนำ ทำให้ขนาดของไดโอดเล็กลงและมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น ทนแรงดันและทน กระแสได้มาก ไดโอดยังคงถูกพัฒนาเรื่อยมา โดยเลือกชนิดของสารที่นำมาใช้ผลิตมีคุณภาพและ ประสิทธิภาพสูง นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยในการผลิต ทำให้ได้ไดโอดที่มีขนาดเล็กแต่มีความ ทนทานทั้งทนแรงดันและทนกระแสสูง ลักษณะไดโอดแบบต่างๆ แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ลักษณะไดโอดแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดโอดประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ตอนต่อชนกัน คือ สารชนิด P และสารชนิด N มีขายื่นออกมาใช้งาน 2 ขา ขาที่ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด P เรียกว่า ขาแอโนด (Anode) ใช้ตัวย่อ A ขาที่ต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด N เรียกว่า ขาแคโทด (Cathode) ใช้ตัวย่อ K ลักษณะรูปร่างของไดโอดที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับแบบ ชนิด และความต้องการไปใช้งานแสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของไดโอด

จากภาพที่ 2.2 เป็นการเปรียบเทียบให้เห็นโครงสร้างและสัญลักษณ์ ของไดโอด สัญลักษณ์ของไดโอดด้านสามเหลี่ยมเป็นขาแอโนด (A) เป็นสารชนิด P ส่วนด้านชี้เป็นขาแคโทด (K) เป็นสารชนิด N รูปร่างของไดโอดที่ถูกสร้างขึ้นมามีลักษณะแตกต่างกันไป แต่สามารถทราบขาได้ว่าขาใดเป็นขา A หรือขาใดเป็นขา K โดยดูจากตำหนิ เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่กำกับไว้ เครื่องหมายที่กำกับไว้มักเป็นขีดขวางตัวไดโอดหรืออาจเป็นจุดกำกับไว้ ขาที่มีเครื่องหมายกำกับจะเป็นขา K เสมอ

2.1.2 แอลอีดี

LED ย่อมาจากคำว่า Light Emitting Diode โดยการทำงานนั้นจะคล้ายๆกับการทำงานของ ไดโอด บางคนอาจจะเรียก LED ว่า ไดโอดเปล่งแสง ซึ่งประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ประกบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจก เมื่อ LED ถูกไบอัสตรง จะทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลใน P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง สีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้าง LED ทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ แต่หากบ่อนกระแสสูงมากไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลุดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้

2.1.3 ซีเนอร์ไดโอด

ซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode) เป็นไดโอดชนิดหนึ่ง มีโครงสร้างเหมือนไดโอดคือ ประกอบขึ้นมาจากสารกึ่งตัวนำ 2 ตอน ชนิด P และชนิด N มีขาแอโนด (A) และขาแคโทด (K) เช่นเดียวกับ ไดโอด ความแตกต่างของซีเนอร์ไดโอด ที่แตกต่างไปจากไดโอดธรรมดาตรงขบวนการผลิต ซีเนอร์ไดโอด การเติมสารเจือปนลงในธาตุซิลิคอนมีจำนวนน้อยและจำนวนมากกว่าปกติ พร้อมกับขบวนการผลิตเฉพาะ จึงได้ซีเนอร์ไดโอด ขึ้นมาใช้งาน

ไดโอดธรรมดาการนำไปใช้งาน ต้องใช้สภาวะนำกระแสในช่วงไบอัสตรงและค่านึงถึงช่วงไบอัสกลับที่ค่าแรงดันพัง หรือค่าแรงดันเบรกดาวน์ เพราะจะทำให้ไดโอดชำรุดเสียหาย แต่การนำ

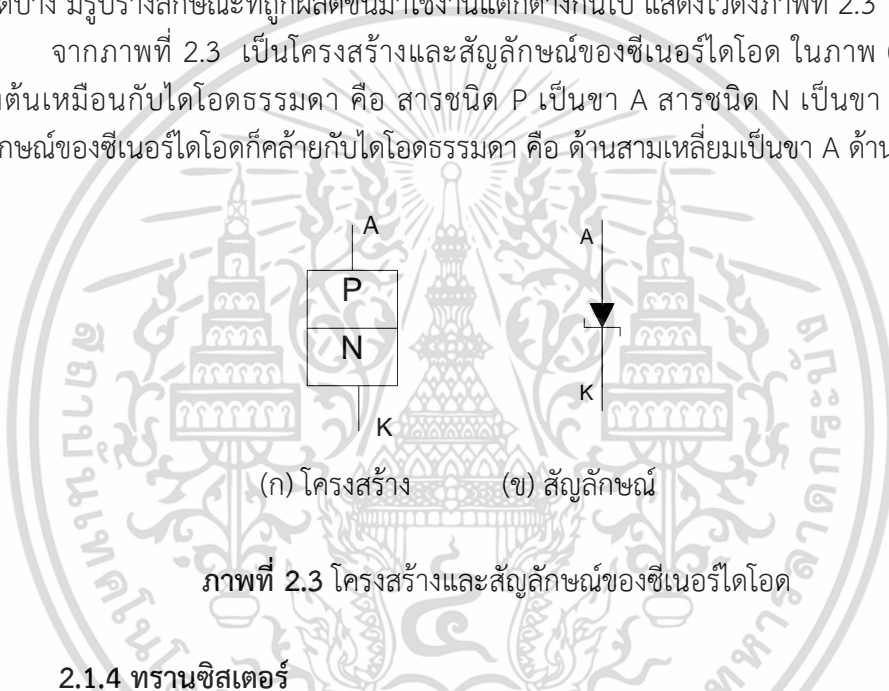
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีเนอร์ไดโอดไปใช้งาน ต้องใช้งานในช่วงไบอัสกลับที่ค่าเบรกดาวน์ ที่เรียกว่า ซีเนอร์เบรกดาวน์ (Zener Breakdown) ซึ่งมักจะเรียกว่า แรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ (Zener Breakdown Voltage) ใช้ตัวย่อ V_z ซึ่งเป็นค่าแรงดันที่ตัวซีเนอร์ไดโอดทำการควบคุมให้คงที่ตลอดเวลา

การใช้ขบวนการผลิตซีเนอร์ไดโอดเฉพาะนี้ ทำให้คุณสมบัติของตัวซีเนอร์ไดโอดทำงานได้ที่ค่าแรงดันไบอัสกลับ ตรงตำแหน่งแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ โดยที่ตัวซีเนอร์ไดโอดไม่ชำรุดเสียหาย สามารถนำกระแสที่จุดนี้ได้ดี ซีเนอร์ไดโอดจึงถูกใช้เป็นตัวกำหนดแรงดันคงที่วงจรใช้งานต่างๆ

ซีเนอร์ไดโอดถูกผลิตมาจากธาตุซิลิคอน นำไปเติมสารเจือปนในปริมาณที่มากกว่าปกติได้สารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ขึ้นมา ต่อชนสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N เข้าด้วยกันต่อขาใช้งาน ออกมาจากสารกึ่งตัวนำทั้งสองด้านละขา คือสารชนิด P เป็นขาแอนโนด (A) สารชนิด N เป็นขาแคโทด (K) ก็จะได้ซีเนอร์ไดโอดขึ้นมา มีโครงสร้างเหมือนกับไดโอดธรรมดา แต่มีสัญลักษณ์ที่แตกต่างจากไดโอดบ้าง มีรูปร่างลักษณะที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานแตกต่างกันไป แสดงไว้ดังภาพที่ 2.3

จากภาพที่ 2.3 เป็นโครงสร้างและสัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอด ในภาพ (ก) โครงสร้างเบื้องต้นเหมือนกับไดโอดธรรมดา คือ สารชนิด P เป็นขา A สารชนิด N เป็นขา K ในภาพ (ข) สัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอดก็คล้ายกับไดโอดธรรมดา คือ ด้านสามเหลี่ยมเป็นขา A ด้านขีดเป็นขา K



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอด

2.1.4 ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์มีวิธีการผลิตหลายวิธีด้วยกัน แต่แยกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ โครงสร้างเป็นแบบจุดสัมผัส และโครงสร้างเป็นแบบรอยต่อ ทั้งสองลักษณะสามารถแยกออกเป็นวิธีการผลิตได้หลายวิธีด้วยกัน ไม่ว่าจะใช้วิธีใดในการผลิตทรานซิสเตอร์ก็ตาม สามารถผลิตทรานซิสเตอร์ได้ 2 ชนิด คือ PNP และ NPN เมื่อเขียนเป็นสัญลักษณ์ออกมาจะแตกต่างกัน วิธีดูชนิดของทรานซิสเตอร์จากสัญลักษณ์ ให้สังเกตที่ทิศทางการชี้ของหัวลูกศรที่ขาอิมิตเตอร์ (E) ว่าชี้เข้าหรือชี้ออก โดยใช้หลักการจำกัดทางของหัวลูกศรดังนี้ บวกเข้าลบออก คือบวก (P) หัวลูกศรชี้เข้าเป็น PNP ทรานซิสเตอร์ และลบ (N) หัวลูกศรชี้ออกเป็น NPN ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ (Transistor) ถูกผลิตขึ้นมาได้เมื่อวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ.2490 โดยวอลเตอร์เฮช แบริตเทน (Walter H.Brattain) และจอห์น บาร์ดีน (John Bardeen) ผลิตขึ้นได้ในห้องทดลองของบริษัท เบลล์ เทเลโฟน (Bell Telephone Laboratories) ทรานซิสเตอร์ตัวแรกผลิตขึ้นจากการกึ่งตัวนำเจอร์เมเนียม (Germanium Semiconductor) เป็นทรานซิสเตอร์แบบจุดสัมผัส (Point Contact Transistor) โดยยอดแหลมของเจอร์เมเนียมถูกเชื่อมติดอยู่กับแผ่นโลหะ

ซึ่งมีเส้นลวดพันติดอยู่ประมาณ 2,000 เส้นต่อนิว์ บรรจุอยู่ในกระป๋องโลหะทรงกลมยาวประมาณ 0.5 นิ้ว มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1875 นิ้ว

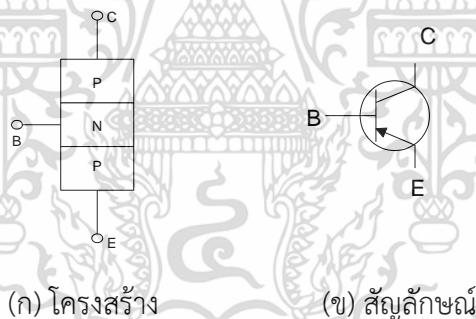
ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ โครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 3 ตอน ต่อชนกัน สามารถต่อชนได้ 2 ชนิด คือ ชนิด PNP ใช้สาร P สองตอน สาร N หนึ่งตอน และชนิด NPN ใช้สาร N สองตอน สาร P หนึ่งตอน มีขาต่อออกมาใช้งาน 3 ขา คือขาเบส (B) ขาอิมิตเตอร์ (E) และขาคอลเลกเตอร์ (C) สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์แสดงดังภาพที่ 2.4 และภาพที่ 2.5

ทรานซิสเตอร์เมื่อเรียกชื่อแบบเต็มจะเรียกว่า ทรานซิสเตอร์แบบ 2 ขั้วรอยต่อ (Bipolar Junction Transistor) ใช้ตัวย่อ BJT คำว่า 2 ขั้ว (Bipolar) หมายถึง โฮล (Hole) และอิเล็กตรอน (Electron) ซึ่งเป็นพาหะเคลื่อนที่ในการทำงานของทรานซิสเตอร์

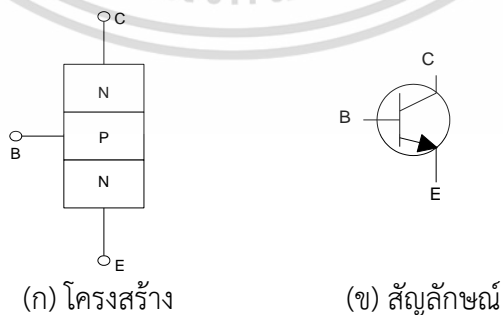
สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์มีทั้งหัวลูกศรชี้เข้าและหัวลูกศรชี้ออก ซึ่งหัวลูกศรนี้จะเป็นตัวบอกลักษณะของทรานซิสเตอร์ว่า เป็น PNP หรือ NPN ทรานซิสเตอร์ ใช้หลักการจำจากทิศทางของหัวลูกศรดังนี้ คือ บวก เพิ่มเข้า ลบ หักออก หรือท่องจำสั้นๆ ว่า บวกเข้าลบออก

หัวลูกศรชี้เข้า หมายถึง บวก (Positive) หรือ P นั่นคือ ขาอิมิตเตอร์เป็นสารชนิด P และขาคอลเลกเตอร์เป็นสารชนิด P ส่วนขาเบสเป็นสารชนิด N ดังนั้น หัวลูกศรชี้เข้า หมายถึง PNP ทรานซิสเตอร์

หัวลูกศรชี้ออก หมายถึง ลบ (Negative) หรือ N นั่นคือขาอิมิตเตอร์เป็นสารชนิด N และขาคอลเลกเตอร์เป็นสารชนิด N ส่วนขาเบสเป็นสารชนิด P ดังนั้น หัวลูกศรชี้ออกหมายถึง NPN ทรานซิสเตอร์



ภาพที่ 2.4 ทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP

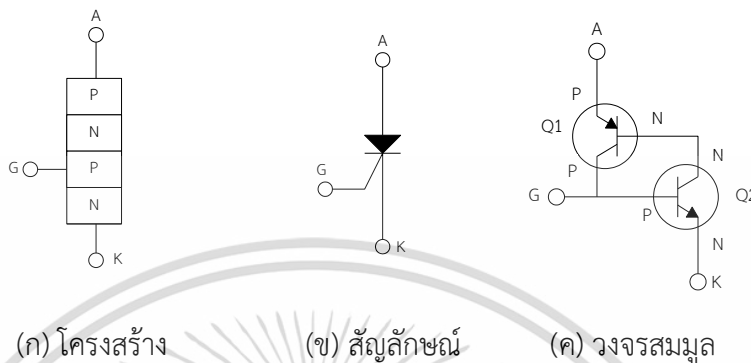


ภาพที่ 2.5 ทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 เอสซีอาร์

เอสซีอาร์ ย่อมาจากคำว่า (Silicon Control Rectifier): SCR ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ อิเล็กทรอนิกส์ถูกใช้ในวงจรหน่วงเวลา วงจรควบคุมมอเตอร์ วงจรป้องกัน วงจรควบคุมความร้อน เป็นต้น



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างสัญลักษณ์และวงจรสมมูลของเอสซีอาร์

โครงสร้าง สัญลักษณ์และวงจรสมมูลเอสซีอาร์ แสดงดังภาพที่ 2.6 อธิบายรายละเอียดดังนี้

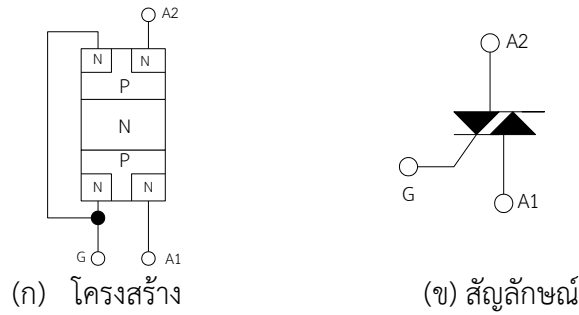
1. โครงสร้างภายในประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพีกับชนิดเอ็นต่อชนกัน 4 ชั้น มี 3 รอยต่อ ซึ่งขาใช้งานมี 3 ขา คือ เกต (Gate ตัวย่อ G) แคโทด (Cathode ตัวย่อ K) และแอโนด (Anode ตัวย่อ A)

2. วงจรสมมูล หรือ วงจรเทียบเท่า (Equivalent Circuits) เอสซีอาร์เสมือนมีทรานซิสเตอร์สองตัวต่อร่วมกัน นั่นคือประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น 1 ตัวกับทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี 1 ตัว ซึ่งมีขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q_1 (ชนิดพีเอ็นพี) ต่อกออกมาเป็นขาแอโนดของเอสซีอาร์ ส่วนขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q_2 (ชนิดเอ็นพีเอ็น) ต่อกออกมาเป็นขาแคโทดของเอสซีอาร์ และขาเกตเอสซีอาร์ต่อกออกมาจากการเชื่อมต่อระหว่างขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q_1 กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q_2

การไบแอสเอสซีอาร์ให้ทำงานนำกระแสไฟฟ้าได้ จะต้องกำหนดแรงดันไฟตรงที่ขาแอโนดให้ มีค่าเป็นบวกสูงสุด ซึ่งแรงดันไฟตรงที่ขาแคโทดจะต้องเป็นลบสูงสุดหรือเทียบได้กับกราวด์ของวงจร แรงดันไฟตรงที่ขาเกตจะต้องมีค่าเป็นบวกเมื่อเทียบกับขาแคโทด และแรงดันไฟตรงที่ขาเกตจะมีค่าต่ำกว่าแรงดันไฟตรงที่ขาแอโนดเสมอ

2.1.6 ไตรแอก

ไตรแอก (Triac) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำประเภทไทรสเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ อิเล็กทรอนิกส์ เช่นเดียวกับเอสซีอาร์ ซึ่งไตรแอกสามารถที่จะนำกระแสไฟฟ้าได้สองทิศทาง และการกระตุ้นให้ไตรแอกนำกระแสไฟฟ้าสามารถใช้ได้ทั้งกระแสไฟฟ้าเกตที่เป็นบวกและกระแสไฟฟ้าเกตที่เป็นลบ ดังนั้น ไตรแอกจึงทำงานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ



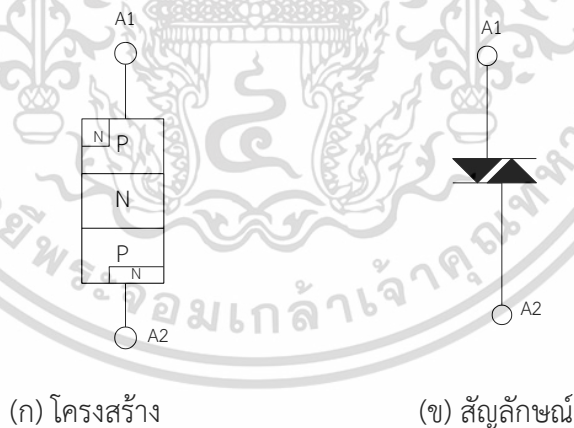
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างและสัญลักษณ์และของไตรแอก

โครงสร้าง สัญลักษณ์และวงจรมมูลไตรแอกแสดงดังภาพที่ 2.7 อธิบายดังนี้

โครงสร้างภายในไตรแอกประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพีต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (ภาพที่ 2.7(ก)) โดยสารกึ่งตัวนำชนิดพีจะประกอบด้วยส่วนย่อยของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น มีขาใช้งาน 3 ขา คือ ขาเกต (Gate, G) ขาแโนด 2 (A_2) และขาแโนด 1 (A_1) ซึ่งขาแโนดเรียกว่า ขาเมนเทอร์มินอล (Main Terminal) กล่าวคือ ขาแโนด 2 เรียกว่า ขาเมนเทอร์มินอล 2 (Main Terminal 2, MT_2) และขาแโนด 1 เรียกว่า ขาเมนเทอร์มินอล 1 (Main Terminal 1, MT_1) ซึ่งสัญลักษณ์ไตรแอกแสดงในภาพที่ 2.7 (ข)

2.1.7 ไตแอก

ไตแอก (Diac) เป็นอุปกรณ์ไทรสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์เช่นเดียวกับเอสซีอาร์และไตรแอก ซึ่งไตแอกนี้สามารถที่จะนำกระแสไฟฟ้าได้สองทิศทาง



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างและสัญลักษณ์ไตแอก

โครงสร้างและสัญลักษณ์ไตแอกเป็นอุปกรณ์ไทรสเตอร์มีขาใช้งาน 2 ขา คือ ขาแโนด 1 (A_1) กับขาแโนด 2 (A_2) สามารถที่จะนำกระแสไฟฟ้าได้สองทิศทาง จึงถูกนำไปใช้เป็นตัวกระตุ้นหรือจุดชนวนให้กับขาเกตของไตรแอก ซึ่งไตแอกเมื่อนำไปใช้งานสามารถสลับขา A_1 หรือ A_2 ก็ได้

เมื่อพิจารณาโครงสร้างไตแอกพบว่า ขา A_1 กับ A_2 ต่อกันมาจากสารเอ็น (สารเอ็นที่ต่อจากสารพี) และอยู่ใกล้กันมาก แสดงว่าสถานะปกติค่าความต้านทานไตแอกจะมีค่าสูงมาก หรือ มีการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำโอห์มมิเตอร์มาวัดค่าความต้านทานไดแอกซีมิเตอร์จะต้องไม่เกิดการเบี่ยงเบน ถึงแม้ว่าจะสลับสายมิเตอร์ในการวัดก็ตาม แต่ถ้าหากว่าเข็มมิเตอร์เกิดเบี่ยงเบนขึ้น แสดงว่าไดแอกซีเสียหายและชำรุด

2.2 การใช้งานมัลติมิเตอร์เบื้องต้น

มัลติมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดที่มีประโยชน์มาก เพียงแต่ปรับหมุนสวิตช์หลายตำแหน่งบนตัวมัลติมิเตอร์โดยรวดเร็ว ก็สามารถตั้งเป็นโวลท์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ หรือ โอห์มมิเตอร์นอกจากนี้มัลติมิเตอร์ที่เลือกแต่ละแบบก็สามารถเลือกพิสัยการวัดได้หลายระยะ และเลือกไฟกระแสสลับ (AC) หรือไฟกระแสตรง (DC) ได้มัลติมิเตอร์ บางชนิดมีคุณสมบัติการวัดเพิ่มเติม เช่น วัดค่าความจุ วัตต์ความถี่ และทดสอบทรานซิสเตอร์ได้เป็นต้น

2.2.1 มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล

ดิจิตอลมิเตอร์แทบทุกชนิดใช้กำลังงานจากแบตเตอรี่ จึงไม่มีการกินกำลังจากวงจรที่ทดสอบ นั่นหมายถึงว่าในพิสัยแรงดันกระแสตรงมีความต้านทาน สูงมาก (ปกติเรียกว่าอิมพีแดนซ์ด้านเข้า) ประมาณ 1 M Ω หรือสูงกว่า เช่น 10 M Ω และจะไม่เกิดผลต่อวงจรที่ทำการทดสอบพิสัยการวัดธรรมดาทั่วไปสำหรับมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล (ค่าที่เห็นเป็นค่าที่อ่านได้สูงสุดในแต่ละพิสัย)

- (1) แรงดัน DC: 200 mV, 2000 mV, 20 V, 200 V, 600 V
- (2) แรงดัน AC: 200 V, 600 V
- (3) กระแส DC: 200 μ A, 2000 μ A, 20 mA, 200 mA, 10 A
- (4) กระแส AC: ไม่มี (ไม่จำเป็นที่จะวัด) ความต้านทาน: 200 Ω , 2000- Ω , 20 k Ω , 200 k Ω , 2000 k Ω ทดสอบไดโอด



ภาพที่ 2.9 มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล

2.2.2 มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก

มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อกจะกินกำลังเล็กน้อยจากวงจรที่ทดสอบ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความไวอย่างน้อย 20 k Ω /V ไม่เช่นนั้นแล้วอาจจะมีผลทำให้วงจรที่ทดสอบผิดปกติและ ค่าที่อ่านได้ไม่ถูกต้อง แบตเตอรี่ภายในมิเตอร์มีไว้สำหรับพิสัยการวัดความต้านทาน ใช้ได้นานเป็นปี แต่ต้องไม่ให้สายมิเตอร์แตะกัน หากตั้งพิสัยการวัดความต้านทานไว้ จะทำให้แบตเตอรี่หมด และเพื่อป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบตเตอรี่หมดเร็ว เมื่อเลิกใช้งานควรปรับตั้งไว้ที่ตำแหน่งอื่นๆหรือตำแหน่งปิดพิสัยการวัดธรรมดา

(1) แรงดัน DC: 0.5 V, 2.5 V, 10 V, 50 V, 250 V, 1000 V

(2) แรงดัน AC: 10 V, 50 V, 250 V, 1000 V

(3) กระแส DC: 50 μ A, 2.5 mA, 25 mA, 250 mA

(4) ปกติมิเตอร์แบบนี้จะไม่มีพิสัยวัดกระแสสูง กระแส AC: ไม่มี (ไม่จำเป็นที่จะวัด)

ความต้านทาน: 20 Ω , 200 Ω , 2 k Ω , 20 k Ω , 200 k Ω

ในกรณีที่ไม่มีตำแหน่งปิด (Off) เป็นความคิดที่ดีหากจะตั้งมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อกไว้ที่พิสัยการวัดแรงดันกระแสตรง เช่น 10V เมื่อเลิกใช้งาน เพราะโอกาสที่จะเสียหายอันเกิดจากการวัดผิดนี้มีน้อยกว่า และใช้ได้เลยในการวัดครั้งต่อไป เนื่องจากพิสัยนี้จะถูกใช้มากที่สุด

2.2.3 ความไวของมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก

มัลติมิเตอร์ต้องมีความไวอย่างน้อย 20k Ω /V ไม่เช่นนั้นแล้วความต้านทานในพิสัยการวัดแรงดันกระแสตรงจะต่ำเกินไป อาจทำให้มีผลต่อวงจรที่ทดสอบและค่าที่อ่านได้ผิดพลาด ดังนั้นเพื่อให้อ่านค่า ได้ถูกต้อง ค่าความต้านทานมิเตอร์ต้องสูงกว่าความต้านทานของวงจรอย่างน้อย 10 เท่า เราสามารถเพิ่มความต้านทานของมิเตอร์ได้โดย การเลือกพิสัยแรงดันที่สูงกว่า แต่อาจจะทำให้การอ่านค่าน้อยๆได้ไม่เที่ยงนัก



ภาพที่ 2.10 มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก

2.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด

2.3.1 ขั้นตอนของการสร้างเครื่องมือวัด

การสร้างเครื่องมือวัดแต่ละประเภทก็มีวิธีการแตกต่างกันไป แต่ก็อาจกล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างร่วมกันได้ เป็นขั้นตอนใหญ่ๆ 5 ขั้นตอน คือ การกำหนดสิ่งที่ต้องการวัด การเลือกประเภทของเครื่องมือวัด การเขียนข้อคำถามและจัดฉบับ การตรวจสอบคุณภาพ และการปรับปรุงแก้ไขเป็นฉบับใช้จริง พรรณี สীগิจวัฒน์นะ (2555 : 191)

1. การกำหนดสิ่งที่ต้องการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดสิ่งที่ต้องการวัด เป็นการกำหนดสาระสำคัญของสิ่งที่ต้องการวัดหรือเป็นการนิยามตัวแปรที่ต้องการวัด ซึ่งอาจกำหนดเป็นขอบเขตและโครงสร้างที่ต้องการวัด เช่น ขอบเขตโครงสร้างของเนื้อหาวิชา ขอบเขตและโครงสร้างของเจตคติ ขอบเขตและโครงสร้างของพฤติกรรม ขอบเขตและโครงสร้างของปัญหาในการปฏิบัติงาน หรืออาจกำหนดเป็นตัวชี้วัดสิ่งที่ต้องการวัด เช่น ตัวชี้วัดสภาพความสำเร็จ ตัวชี้วัดภาวะสุขภาพ เป็นต้น

2. การเลือกประเภทของเครื่องมือวัด

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยมีหลายประเภทตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจะต้องเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลของสิ่งที่ต้องการวัดและแหล่งที่จะให้ข้อมูล ในการวิจัยเรื่องหนึ่งอาจจะใช้เครื่องมือชนิดเดียวหรือหลายชนิดตามความเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด เช่น ถ้าต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก็เลือกเครื่องมือประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบและ/หรือชนิดอื่นๆ

3. การเขียนข้อคำถามและจัดฉบับ

เมื่อเลือกประเภทของเครื่องมือแล้วก็ดำเนินการเขียนข้อคำถามที่จะใช้วัด ตามลักษณะของเครื่องมือชนิดนั้นๆ รวมทั้งเขียนรายละเอียดของส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องมือ เช่น คำสั่ง คำชี้แจง ตัวอย่างในการตอบ ตลอดจนการจัดฉบับเครื่องมือ เครื่องมือที่จัดทำขึ้นในขั้นตอนนี้ฉบับร่าง ยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากยังไม่ได้ตรวจสอบ คุณภาพ จึงจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพเสียก่อน

4. การตรวจสอบคุณภาพ

คุณภาพของเครื่องวัดมีหลายประการ แต่ที่สำคัญที่สุด คือ ความเที่ยงตรง (Validity) ดังนั้นเครื่องมือวัดจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเป็นอย่างน้อย ส่วนคุณภาพด้านอื่นๆ นั้น ก็ควรได้รับการตรวจสอบด้วย เช่น ความเชื่อถือได้ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือ

5. การตรวจสอบความเที่ยงตรง

การตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ เครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงหมายถึงสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงจึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกชนิด ความเที่ยงตรงของเครื่องมือมีหลายแบบ เช่น ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent validity) และความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) เป็นต้น ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดชุดใดชุดหนึ่ง อาจตรวจสอบเพียงแบบใดแบบหนึ่ง หรือหลายแบบที่เหมาะสม เมื่อเครื่องมือวัดได้รับการตรวจสอบและปรับปรุงให้มีความเที่ยงตรงสูงขึ้นแล้วควรนำไปทดลองใช้และตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นๆ อีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือที่เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นตัวเลขที่มีความหมายทางคณิตศาสตร์

6. การตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นๆ

การตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่ ความเชื่อถือได้ (Reliability) ความยากง่าย (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination) การดำเนินงานโดยทั่วไปมักจะเป็นการนำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงแล้ว ไปทดลองใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพชนิดต่างๆ ได้แก่ ความเชื่อถือได้ ความยากง่าย อำนาจจำแนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือวัดแต่ละชนิด มีความจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพแต่ละด้านไม่เหมือนกัน แต่อย่างน้อยที่สุดเครื่องมือวัดทุกชนิดจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรง หลังจากตรวจสอบความเที่ยงตรงแล้ว เครื่องมือวัดแต่ละชนิดจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพเพิ่มเติมอีก 1 – 3 ด้าน ดังนี้

- (1) แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกต จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพเพิ่มเติมอีก 1 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้
- (2) แบบวัดเจตคติ หรือแบบวัดจิตพิสัยด้านอื่นๆ ได้แก่ ความพึงพอใจ ความตระหนัก ฯลฯ จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพเพิ่มเติมอีก 2 ด้าน คือ ด้านอำนาจจำแนก และความเชื่อถือได้
- (3) แบบทดสอบ โดยเฉพาะในระบบอิงกลุ่ม จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพเพิ่มเติมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อถือได้

2.3.2 คุณภาพของเครื่องมือวัด

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ก่อนนำเครื่องมือวัดไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย จำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเสียก่อน เพื่อให้แน่ใจว่ามีคุณภาพสูง คุณภาพของเครื่องมือวัดมีหลายประการ ในที่นี้จะกล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพที่สำคัญๆ 4 ประการ คือ ความเที่ยงตรง ความเชื่อถือได้ ความยากง่าย และอำนาจจำแนก

เครื่องมือแต่ละประเภทมีความจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แนวทางการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด

ประเภทของเครื่องมือวัด	คุณภาพที่จำเป็นต้องตรวจสอบ			
	ความเที่ยงตรง	ความเชื่อถือได้	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
1. แบบสอบถาม	✓	✓	-	-
2. แบบทดสอบ	✓	✓	✓	✓
3. แบบวัดเจตคติ	✓	✓	-	-
4. การสัมภาษณ์	✓	✓	-	-
5. การสังเกต	✓	✓	-	-

2.3.3 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรง (Validity) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดค่า หรือลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์และสถานการณ์ที่กำหนดไว้ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดมีหลายชนิด ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามสภาพ และความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ คำว่าความเที่ยงตรงนี้บางตำราอาจเรียกว่า ความตรง หรือความถูกต้อง

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ถูกต้องตรงประเด็นและครบถ้วนครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ต้องการจะวัด ตามที่ได้กำหนดไว้ เช่น เนื้อหาวิชาต่างๆ

2. การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เป็นการพิจารณาว่ารายการสิ่งที่วัดในเครื่องมือนี้มีความถูกต้องตรงประเด็น และครบถ้วนครอบคลุมเนื้อหาสาระของสิ่งที่ต้องการวัดเพียงใด ผู้พิจารณาอาจเป็นตัวผู้วิจัยหรือผู้สร้างเครื่องมือขึ้นเอง หรืออาจให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (Expert) หรือผู้เชี่ยวชาญ (Specialist) เกี่ยวกับสิ่งที่จะวัดเป็นผู้พิจารณา โดยมีการแนบรายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องการวัดไปพร้อมกับตัวเครื่องมือด้วย จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญควรมีหลายคน อาจมีประมาณ 3-5 คน

2.3.3.1 วิธีการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญอาจจำแนกออกเป็น 3 วิธี

(1) วิธีการหาความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นคำร้อยละ เป็นแนวคิดที่ อูทุมพร ทองอุไทย จามรमान (2541 : 28) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ไว้ว่า นิยมใช้การคำนวณค่าที่ได้จากความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิในประเด็นที่เกี่ยวข้อง

(1.1) ความครอบคลุมเนื้อหา

(1.2) ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่แตกเป็นหมวด หน่วยย่อยๆ

(1.3) ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา จุดมุ่งหมาย และน้ำหนัก

(2) วิธีการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา คือ การให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาดารงโครงสร้าง แล้วสรุปผลตามประเด็นในข้อ (1) (2) และ (3) ว่ามีผู้ทรงคุณวุฒิร้อยละเท่าไรที่มีความเห็นตรงกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วควรมีผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อยร้อยละ 50 ขึ้นไปที่มีความเห็นชอบตรงกัน จึงจะถือว่าผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง

(3) วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruency: IOC) ซึ่งมีผู้กล่าวถึงบ่อยๆ เป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อคำถามแล้วลงความเห็นเป็นรายข้อว่า ข้อคำถามนั้นๆ สามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้หรือไม่ แล้วตอบโดยการให้คะแนน (R) ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้ 3 ค่า +1, 0, -1 การให้คะแนนแต่ละค่ามีเงื่อนไข ดังนี้

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

วิธีที่ (2) นี้คล้ายกับวิธีที่ (1) ต่างกันตรงที่วิธีที่ (1) ไม่มีการให้คะแนนตัดสินในกรณีที่ใช้วัดไม่ได้ ส่วนวิธีที่ (2) นี้มีการให้คะแนนตัดสินในกรณีที่ใช้วัดไม่ได้

ค่า IOC มีค่าที่เป็นทศนิยมไม่เกิน 1.00 ทั้งทางบวก (+) และทางลบ (-) ถ้า IOC มีค่าสูงสุดคือ 1.00 หมายความว่ามีความเที่ยงตรงสูงสุด เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันทุกท่านว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้ ถ้า IOC มีค่าสูงคือใกล้ 1.00 หมายความว่ามีความเที่ยงตรงสูง เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้ ข้อคำถามที่จะเลือกไว้ใช้ควรมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ($IOC \geq 0.50$) ถ้าข้อใดมีค่า IOC ไม่ถึงเกณฑ์ 0.50 แต่มีความจำเป็นต้องใช้ข้อคำถามนั้นเพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด ก็อาจทำได้โดยการปรับปรุงข้อคำถามนั้นให้เหมาะสมขึ้น และอาจขอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินใหม่จนกว่าจะผ่านเกณฑ์

2.3.4 ความเชื่อถือได้

ความเชื่อถือได้ (Reliability) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้คงที่หรือสม่ำเสมอ ความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัดอาจจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ความเชื่อถือได้แบบความคงที่ ความเชื่อถือได้แบบความเท่าเทียมกัน และความเชื่อถือได้แบบความสอดคล้องภายใน คำว่าความเชื่อถือได้นี้บางตำราอาจเรียกว่า ความเที่ยง หรือ ความเชื่อมั่น การหาความเชื่อถือได้แต่ละแบบ เป็นการคำนวณค่าความเชื่อถือได้ ซึ่งเป็นตัวเลขที่อยู่ในรูปทศนิยม มีค่าไม่เกิน 1.00 การแปลความหมายค่าความเชื่อถือได้อาจใช้เกณฑ์ดังนี้

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความเชื่อถือได้ (Reliability)

ค่าความเชื่อถือได้	ระดับความเชื่อถือได้	การนำไปใช้
0.80 - 1.00	สูงมาก	ใช้ได้ดีมาก
0.70 - 0.79	สูง	ใช้ได้ดี
0.50 - 0.69	ปานกลาง	พอใช้
0.30 - 0.49	ต่ำ	ไม่ควรใช้
ต่ำกว่า 0.30	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้

ความเชื่อถือได้แบบความคงที่ คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้ง (ในกรณีสิ่งที่ไม่วัดคงที่) ตรวจสอบได้โดยวิธีการวัดซ้ำ (test-retest method) คือ นำเครื่องมือไปใช้วัดกับกลุ่มเดียวกันสองครั้งในเวลาห่างกันพอสมควร แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการวัดทั้งสองครั้งมาหาความสัมพันธ์กัน โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson สำหรับข้อมูลระดับสูง ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูง หมายความว่ามีความเชื่อถือได้สูง

2.3.5 ความยากง่าย

ความยากง่าย (Difficulty) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีความยากง่ายเพียงใด ถ้ามีผู้ทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีผู้ทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก การหาค่าความยากง่ายเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) และเป็นแบบทดสอบในระบบอิงกลุ่ม (norm referenced test) มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item analysis) ไม่ใช่เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมทั้งฉบับหรือเป็นรายด้าน ค่าความยากง่ายของข้อสอบโดยทั่วไปนิยมคิดคำนวณเป็นค่าสัดส่วน (Proportion : P) ของจำนวนผู้ตอบถูกจากจำนวนผู้ตอบทั้งหมดในข้อนั้น ซึ่งเป็นตัวเลขทศนิยมที่มีค่าไม่เกิน 1.00 ดังนั้น ถ้าข้อสอบข้อใดมีค่าความยากง่าย (P) = 0.50 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง คือ มีผู้ตอบถูกร้อยละ 50 หรือครึ่งหนึ่งของผู้ตอบทั้งหมดในข้อนั้น ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดีมากในแง่ของความยากง่าย แต่ถ้าข้อใดมีค่า P ใกล้ 1.00 แสดงว่าเป็นข้อสอบง่ายเกินไป และข้อใดมีค่า P ใกล้ 0.00 แสดงว่าเป็นข้อสอบยากเกินไป ไม่ควรนำมาใช้

ค่าความยากง่ายที่อยู่ในรูปของค่าร้อยละหรือสัดส่วนโดยทั่วไปมีความหมาย ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยากง่าย (P)

ค่าความเชื่อถือได้		ระดับความยากง่าย	การนำไปใช้
ร้อยละ (%)	สัดส่วน (P)		
81 – 100	0.80 - 1.00	ง่ายมาก	ไม่ควรใช้
61 – 80	0.61 - 0.80	ง่าย	ใช้ได้
40 – 60	0.40 - 0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี
20 – 39	0.20 - 0.39	ยาก	ใช้ได้
0 – 19	0.00 - 0.19	ยากมาก	ไม่ควรใช้

ข้อสอบที่จะคัดเลือกมาใช้ในระบบอิงกลุ่มควรเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่า P ตั้งแต่ 0.40 - 0.60 แต่ในทางปฏิบัติมักกำหนดเกณฑ์ความยากง่ายของข้อสอบที่จะเลือกมาใช้ไว้ในช่วงกว้างขึ้น คือครอบคลุมตั้งแต่ระดับยาก ปานกลาง และง่าย คือ มีค่า P ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ถ้าข้อใดมีความยากง่ายนอกเหนือจากเกณฑ์นี้ถือเป็นข้อที่ยากมาก และง่ายมาก ตามลำดับไม่ควรใช้ แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อสอบข้อนั้นเพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด ก็อาจทำได้โดยการปรับปรุงข้อสอบข้อนั้นให้มีความเหมาะสมขึ้น

ส่วนแบบทดสอบในระบบอิงเกณฑ์ (Criterion referenced test) ไม่เน้นการตรวจสอบคุณภาพด้านความยากง่าย เนื่องจากเป็นข้อสอบที่มุ่งวัดการบรรลุวัตถุประสงค์ของผู้เรียน ดังนั้นการที่ข้อสอบมีผู้ทำถูกมากหรือถูกหมด จึงไม่ใช่ข้อเสียของข้อสอบในระบบอิงเกณฑ์ บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 87)

2.3.5.1 วิธีการหาความยากง่ายของข้อสอบปรนัย (แบบผิดให้ 0 ถูกให้ 1)

วิธีการหาความยากง่ายของข้อสอบปรนัยที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ เทคนิค 27% และ เทคนิค 50% ขึ้นอยู่กับความมาก – น้อยของจำนวนผู้เข้าสอบ การหาความยากง่ายโดยใช้เทคนิค 27% ใช้กับข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบ 0, 1 คือ ผิดให้ 0 ถูกให้ 1 และมีผู้เข้าสอบจำนวนมาก คือ ตั้งแต่ 100 คน ขึ้นไป

2.3.6 อำนาจจำแนก

อำนาจจำแนก (Discrimination) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน เช่น กลุ่มเก่ง – กลุ่มอ่อน ในเรื่องที่เป็นความรู้ ความสามารถ หรือแบ่งออกเป็น กลุ่มบวก – กลุ่มลบ กลุ่มสูง – กลุ่มต่ำ ในเรื่องที่เป็นความรู้สึก เช่น เจตคติ การหาอำนาจจำแนกใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดประเภทแบบทดสอบ และแบบวัดเจตคติมีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ

ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในรูปของสัดส่วน โดยทั่วไปมีความหมายดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r)

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ระดับอำนาจจำแนก	การนำไปใช้
0.40 - 1.00	สูงมาก	ใช้ได้ดี
0.30 - 0.39	สูง	ใช้ได้
0.20 - 0.29	ปานกลาง	ใช้ได้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ระดับอำนาจจำแนก	การนำไปใช้
0.10 - 0.19	ต่ำ	ไม่ควรใช้
0.01 - 0.09	ต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
0.00	ไม่มี	ใช้ไม่ได้
-1.00 - -0.01	กลับทิศทาง	ใช้ไม่ได้

ข้อสอบที่จะคัดเลือกมาใช้ควรเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกอยู่ในระดับสูง คือมีค่า r ตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป แต่ในทางปฏิบัติมักกำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนกของข้อสอบที่จะเลือกมาใช้ตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไปจนถึงระดับสูง และสูงมาก คือมีค่า r ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำกว่านี้คือมีค่า r ต่ำกว่า 0.20 โดยปกติจะไม่นำมาใช้ แต่ถ้าต่ำไปเพียงเล็กน้อยและมีความจำเป็นต้องใช้เพื่อให้ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด ก็อาจทำได้โดยการปรับปรุงข้อสอบข้อนั้นให้เหมาะสมขึ้น

2.4 เทคโนโลยีเสมือนจริง

เทคโนโลยีอย่างหนึ่ง que เริ่มมาแรงในปี 2009 และน่าจับตามองเป็นอย่างมากในปี 2010 คือเทคโนโลยี “Augmented Reality” หรือเรียกย่อๆ ว่า AR เป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่ผสมเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพกลายเป็นวัตถุ 3 มิติลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง และกำลังพลิกโฉมหน้าให้สื่อโฆษณาบนอินเทอร์เน็ตไปสู่ความตื่นเต้นเร้าใจแบบใหม่ ของการที่ภาพสินค้าลอยออกมาจากจอคอมพิวเตอร์ นี่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงโฉมหน้าสื่อยุคใหม่ พอๆ กับเมื่อครั้งเกิดอินเทอร์เน็ตขึ้นในโลกก็ว่าได้ หากเปรียบเทียบต่างๆ เสมือน “กล่อง” แล้ว AR คือการดึงออกมาสู่โลกใหม่ภายนอกกล่องที่สร้างความตื่นเต้นเร้าใจในรูปแบบ Interactive Media โดยแท้จริง

2.4.1 แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง

เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกัน ซึ่งผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น Webcam Computer Cloud Computing หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงจะแสดงผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์บน Monitor บน Projector หรืออุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นมาจะมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) กับผู้ชมได้ทันที อาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่งภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาลักษณะแบบใด พื้นฐานหลักของ AR จะรวบรวมหลักการของ Motion Detection Beat Detection และ Voice Recognize and Image Processing นอกจากการจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้ว การตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อ นั้น ต้องมีการจับ Voice ของผู้ใช้บริการและประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อเกิดจังหวะการสร้างทางเลือกให้แก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำอะไรต่อไป โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้อง
 2. สืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาด และรูปแบบของ Marker
 3. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker เทียบกับกล้องกระบวนการสร้างภาพ 2 มิติ จากโมเดล 3 มิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง
- เทคโนโลยีเสมือนจริง (AR) สามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis)

เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker Based AR)
2. การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less based AR) หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย
 - 2.1 ตัว Marker
 - 2.2 กล้อง VDO กล้อง Webcam กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่นๆ
 - 2.3 ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือจอภาพโทรศัพท์ หรือจอภาพแท็บเล็ตหรืออื่นๆ
 - 2.4 ซอฟต์แวร์ หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

พื้นฐานหลักของ AR จำเป็นต้องรวบรวมหลักการของการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับการเดินหรือเคาะ การจดจำเสียง และการประมวลผลภาพ โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้ว การตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่ออื่นนั้น ต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงาน กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการคือ

- 1) การวิเคราะห์ภาพ เริ่มต้นด้วยการจัดทำฐานข้อมูลรูปภาพหรือสัญลักษณ์ กำหนดขึ้นมา โดยทำการแปลงข้อมูลภาพที่ได้จากการจับภาพผ่านทางกล้องวิดีโอ เป็น binary Image
- 2) การกำหนดตำแหน่ง ขั้นตอนที่เป็นกระบวนการคำนวณค่าเชิง 3 มิติ แบบเมตริกซ์ เพื่อใช้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดกล้องที่จับภาพได้กับพิกัดของ Marker ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ทำการค้นหาเปรียบเทียบค่า วิเคราะห์ค่าที่ได้กับข้อมูลที่เก็บได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์
- 3) กระบวนการสร้างภาพสองมิติ เป็นการเพิ่มโมเดลสามมิติ ลงไปและแสดงผลกับพิกัดที่ได้จากตำแหน่ง ที่กำหนดได้

2.4.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

พินดา ตันศิริ ได้กล่าวถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ไว้ดังนี้

1. การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมสร้างเครื่องบิน อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์โดยให้ผู้ใช้เรียนรู้การทำงานด้วยการใส่แว่นตาที่มีคำแนะนำและจำลองการทำงานแสดงให้เห็นแต่ละขั้นตอนก่อนการปฏิบัติจริงแบบสามมิติ

2. การประยุกต์ใช้ทางด้านธุรกิจ เช่น การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงกับการซื้อขายทางการเงินด้วยเทคโนโลยี CYBERII โดยสามารถให้ผู้ใช้งานกำหนดบทบาทของตัวแทนจำหน่าย ในสภาพแวดล้อมเสมือนที่สามารถเสนอราคาในการซื้อขาย โดยใช้ลูกบอลสีเหลืองแสดงราคาซื้อและลูกบอลสีแดงแสดงราคาขายทางการเงินเสมือนจริง

3. การประยุกต์กับการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ เช่น บริษัท ชิเซโต้ นำเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงมาใช้ผ่านกระจกดิจิทัลเพื่อจำลองการทดสอบในการแต่งหน้าว่าเหมาะกับลูกค้าหรือไม่ โดยระบบจะซ้อนภาพส่วนของการแต่งหน้าขึ้นไปบนใบหน้าจริงหรือปรากฏบนหน้าจอในลักษณะของการเปรียบเทียบให้เห็นทั้งก่อนแต่งและหลังแต่งหน้า

4. การประยุกต์กับการท่องเที่ยว เช่น การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้เพื่อแนะนำประเทศในงาน “The World exposition Shanghai China 2010” โดยการนำเสนอเอกลักษณ์ของความเป็นไทยที่เกิดจากการพัฒนาด้านต่างๆ ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง

5. การประยุกต์ใช้ในด้านเกมและการบันเทิง โดยการนำ AR Technology มาใช้ติดต่อกับรายการทีวีกาลิเลโอ (Galileo) ที่เยอรมัน ร่วมกับ Junaio หนึ่งในผู้นำ Application ด้าน AR ให้ประสบการณ์ใหม่เสมือนเปลี่ยนหน้าจอโทรทัศน์ที่บ้านเป็น Touch Screen โดยอัตโนมัติ โดยดาวน์โหลดและเปิด Junaio App แล้วแพนกล้องขณะที่รายการกาลิเลโอ กำลังฉายอยู่เมื่อมองผ่านหน้าจอ iPhone ก็จะสังเกตเห็นว่ามีภาพ 3 มิติ ลอยขึ้นมาเป็นคำถามที่เราสามารถเลือกกดปุ่มตอบหน้าจอโทรศัพท์ iPhone ได้เลยทันที และได้ผลย้อนกลับจากรายการว่าคำตอบนั้นถูกต้องหรือไม่ และยังสามารถแข่งขันกับเพื่อนๆ ที่ร่วมเล่นในรายการได้ด้วย

6. การประยุกต์ใช้ในด้านการเมือง เทคโนโลยี AR สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในทางการเมืองในหลายรูปแบบด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการสื่อสารทางการเมือง พรรคการเมือง ต่างก็เล็งเห็นถึงศักยภาพของอินเทอร์เน็ตในการสื่อสารกับประชาชนจำนวนมาก ด้วยต้นทุนที่ประหยัด เป็นผลให้พรรคการเมืองแทบทุกพรรคต้องมีเว็บไซต์ของพรรคตนเพื่อสร้างโลกเสมือนในการติดต่อสื่อสาร นำเสนอประวัติความเป็นมาของพรรค โครงสร้างองค์กรและคณะกรรมการบริหารพรรค นโยบายของพรรคและ ผลงานของพรรค

7. ด้านการศึกษา สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการร่วมกันเรียนรู้ครูผู้สอนเสริมสร้างความรู้ของผู้เรียนผ่านการสาธิต การสนทนา ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่มีความหมาย เชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้กับสถานที่ หรือวัตถุด้วยภาพสามมิติเสมือนจริง ทำให้การเรียนรู้ไม่ได้จำกัดแต่ในห้องเรียนอีกต่อไป จะขยายสู่นอกห้องเรียนมากขึ้น

8. การรักษาความปลอดภัยและการป้องกันประเทศการนำเทคโนโลยีเสมือนจริง มาใช้งานด้านทหาร นำมาใช้ในการฝึกให้กับทหาร ให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ข้อมูลต่างๆ ในพื้นที่รบ สามารถนำมาใช้ฝึกการเคลื่อนไหวของกองกำลังและวางแผนการเคลื่อนกำลังของทหารในฝ่ายเดียวกันและศัตรูในพื้นที่สงครามเสมือนจริง สามารถสร้างมุมมองรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นที่ลาดตระเวนได้

9. ทางการแพทย์ เทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถนำมาใช้ทางด้านศัลยกรรมทางระบบประสาทสัมผัสการรับรู้ การผ่าตัด ทางด้านสุขภาพจิตที่สามารถช่วยให้ผู้ป่วยสามารถชนะสถานการณ์ที่ท้าทาย ที่เป็นอุปสรรคทางการรับรู้ และเรียนรู้ของผู้ป่วย เช่น การกลัวความสูง การสนทนาในสาธารณะ ความสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ข้อดีจากการนำระบบเทคโนโลยีเสมือนจริง

ปาไลดา แซ่ลิ้ม และชนม์ชนก วงศ์พัฒนกุล ได้กล่าวว่า สร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่เป็นคนรุ่นใหม่ ที่ชอบและสนใจเทคโนโลยีบริการค้นหาตำแหน่งและรายละเอียดของสินค้าที่ตนต้องการได้อย่างถูกต้องชัดเจน บริษัทสามารถสร้าง Campaign ต่างๆ เพื่อสร้างความสนใจในตัวสินค้า จึงสามารถดึงดูดลูกค้าและเพิ่มยอดขาย เพิ่มโอกาสทางการค้า ทาง Internet (E-commerce) เนื่องจากผู้ซื้อสามารถเห็นภาพจำลองของตนและสินค้าก่อนทำการสั่งซื้อสินค้า จึงเป็นการเปิดตลาดให้มีผู้ใช้บริการช่องทางนี้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งทั้งนี้ยังส่งผลต่อไปยังผู้ที่ต้องลงทุนทำธุรกิจ โดยช่วยลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีหน้าร้านเพื่อให้บริการจึงไม่ต้องเสียค่าเช่า สถานที่ ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ฯลฯ

2.4.4 ข้อเสียจากการนำระบบเทคโนโลยีเสมือนจริง

ปาไลดา แซ่ลิ้ม และชนม์ชนก วงศ์พัฒนกุล ได้กล่าวว่า ข้อเสียจากการนำระบบเทคโนโลยีเสมือนจริง มาใช้ดังนี้ การนำระบบเทคโนโลยีเสมือนจริง มาใช้จะไม่เหมาะกับกลุ่มคนที่ไม่ได้มีความรู้ด้านเทคโนโลยีมากนัก เนื่องจากการนำเสนอด้วยรูปแบบนี้ผู้ใช้จำเป็นต้องมีกล้อง Web Cam และเครื่องพิมพ์ในกรณีที่เป็นการ print ตัว Marker ผ่านเว็บไซต์ เข้าถึงผู้บริโภคในกลุ่มที่จำกัด โดยผู้ใช้บริการต้องมีฐานะทางเศรษฐกิจที่ค่อนข้างดี เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ต้องอาศัยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายอย่าง การที่กลุ่มบริโภคจำกัด ทำให้ไม่คุ้มกับการลงทุนของบริษัทในการวางระบบเครือข่ายต่างๆ รวมทั้งการทำฐานข้อมูลต่างๆ เช่น การทำฐานข้อมูลของร้านค้า หรือสถานที่ยังขาดการสนับสนุนจากภาครัฐบาล เนื่องจากการใช้งานอย่างเช่นโทรศัพท์มือถือต้องใช้ระบบ 3G ซึ่งระบบดังกล่าวยังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ให้บริการส่วนใหญ่ของประเทศ ทำให้การใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริง ยังอยู่ในวงจำกัด

2.4.5 แนวโน้มเทคโนโลยีเสมือนจริง ในอนาคต

พินิตา ตันศิริ ได้กล่าวถึงแนวโน้มเทคโนโลยีเสมือนจริง ในอนาคตหากนำเทคโนโลยีเสมือนจริง มาใช้อย่างเต็มรูปแบบ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำธุรกิจ โดยการค้าขายจะมีตลาดการค้าขายทางอินเทอร์เน็ตมากขึ้น ร้านค้าจะสร้างการแข่งขันโดยผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะสินค้าระดับสูงเกรดเอ ที่ต้องการดึงดูดลูกค้าระดับบน เทคโนโลยีเสมือนจริง จะทำให้เกิดการต่อยอดเพื่อพัฒนาในด้านอื่นๆ เพิ่มเติมและจะมีอิทธิพลอย่างมากต่อวิถีการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ การท่องเที่ยวและบริการ การประชุม การเล่นเกม การศึกษาเรียนรู้ทางไกล รวมทั้งพัฒนาการรักษาทางการแพทย์ ในแบบเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่มีความน่าสนใจ ในอนาคตต่อไปข้างหน้า ผู้ใช้งานอาจไม่จำเป็นต้องใช้โทรศัพท์มือถือในการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง อีกต่อไป เนื่องจากการจะมีการออกแบบอุปกรณ์ที่ให้ผู้ใช้นเทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้น เช่น Contact lens แว่นตา เป็นต้น นอกจากนี้จะมีข้อดี คือจะมีมุมมองที่กว้างกว่าจอโทรศัพท์มือถือด้วย และผู้ใช้สามารถเล่นเกมแบบ real-time หรือ invite a friend โดยการใช้แว่นตา เทคโนโลยีเสมือนจริง มีความน่าสนใจว่าในอนาคต อาจจะใช้ Image-recognition software ควบคู่กับเทคโนโลยีเสมือนจริง เมื่อยกโทรศัพท์มือถือและจับภาพไปยังผู้คนที่เรารู้จัก หรือไม่รู้จัก จะทำให้เราเห็นข้อมูลบุคคลนั้นจาก online profile ต่างๆ ได้ เช่น Facebook Twitter Amazon Linkedin

เทคโนโลยีเสมือนจริง มี Application ที่นิยมมากที่สุด คือ เทคโนโลยีออร์สมา ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางการศึกษา ที่จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ และเข้าใจสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.4.6 เทคโนโลยีออร์สมา

เทคโนโลยีออร์สมา เป็น แอปพลิเคชัน ที่ทำให้สมาร์ตโฟนและแท็บเล็ตมองเห็นสิ่งที่ซ่อนไว้ในรูปภาพ สิ่งของ เอกสารสิ่งพิมพ์ สิ่งของที่เป็นวัตถุ หรืออื่นๆ และยอมรับ ภาพ หรือวัตถุที่กำหนดไว้ นั้น ให้แสดงผลในรูปแบบวิดีโอ หรือภาพเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ ที่เรียกว่า “Auras”

ไพทอร์ย ศรีฟ้า ได้ให้ความหมายของออร์สมา ไว้ว่า “ออร์สมา เป็น แอปพลิเคชัน สำหรับการสร้างสื่อในโลกแห่งความเป็นจริงเสมือน เหมาะสำหรับการพัฒนาสื่อที่ใช้อุปกรณ์ประเภทไอโฟน ไอแพด แท็บเล็ต รวมถึงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาต่างๆ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) และแอนดรอยด์ (Android) คุณสมบัติของออร์สมาเป็นตัวกลางสำหรับการเชื่อมโยงโลกของจริง และโลกของความเป็นจริงไว้เข้าด้วยกัน โดยแสดงผลออกมาในรูปแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ที่มองเห็น ควบคุมและสัมผัสได้ผ่านหน้าจอ ทั้งที่เป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง เชื่อมโยงให้โลกเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงวิธีที่เห็นและมีปฏิสัมพันธ์กับโลกวันนี้”

2.4.7 ประวัติความเป็นมาของออร์สมา

Aurasma เปิดตัวในปี 2011 ซึ่ง Aurasma เป็นเทคโนโลยีที่มีลักษณะการทำงานที่ผสมผสานโลกแห่งความจริงและเสมือนจริงเข้าไว้ด้วยกันปัจจุบัน Aurasma มีผู้สนใจดาวน์โหลดมากกว่าสี่ล้านดาวน์โหลดจาก 100 กว่าประเทศ และอีกกว่า 20,000 คู่ค้าในการดำเนินงานทางธุรกิจ ทั้งทางด้านแพชชั่นการค้าปลีก กีฬา รถยนต์ บ้านเท็ง การโฆษณา และอื่นๆ Aurasma ช่วยให้โลกเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลง วิธีที่เห็นและมีปฏิสัมพันธ์กับโลกวันนี้

2.4.8 ความเป็นมาของออร์สมาในประเทศไทย

ไพทอร์ย ศรีฟ้า (2555) ได้นำเทคโนโลยีออร์สมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้นกับนิสิตระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2555 ผลจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออร์สมา เพื่อการผลิตสื่อการเรียนการสอน ปรากฏว่า นิสิตมีความสนใจต่อเทคโนโลยีออร์สมาอยู่ในระดับมากที่สุด และสามารถประยุกต์สร้างสื่อการเรียนการสอนเพื่อเตรียมความพร้อมในการออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพได้เป็นอย่างดี

2.4.9 ตัวอย่างการนำเทคโนโลยีออร์สมาไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ

1. ในด้านการศึกษา

เฮอริเทจโรงเรียนประถมศึกษานเท็กซัสได้ใช้ Aurasma เพื่อนำมารวมกันของเทคโนโลยีการเรียนการสอน และธรรมชาติ ในการจัดการเรียนการสอนวิธีการและนวัตกรรมใหม่ โดยภายในโรงเรียนมีสอนการจัดสวนด้วยพืชและสัตว์ต่างๆ ที่เป็นตัวแทนของ 10 นิเวศวิทยา พื้นที่โซนที่แตกต่างกันของเท็กซัส เพื่อศึกษาเรียนรู้เรื่อง Texas Master Naturalists Elm Fork เพื่อเพิ่มประสบการณ์การศึกษา ของพวกเขาในสวนโดยใช้แพลตฟอร์ม Aurasma เป็นการเพิ่มความเสมือนจริงให้นักเรียน สำหรับนักเรียนที่มี application ที่สามารถปลดล็อกข้อมูลดิจิทัลที่เพิ่มขึ้นตามจุดต่างๆ รอบสวนและเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของเท็กซัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียน Shaw Wood Primary School ในเซฟฟิลด์ ให้นักเรียน ฝึกการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการเรียนการสอนที่จะช่วยให้การเรียนรู้ เทคโนโลยีดังกล่าวนี้เป็น Aurasma ซึ่งเป็นเทคโนโลยีชั้นนำของโลกแพลตฟอร์มความเป็นจริง ครูและนักเรียนกำลังใช้แพลตฟอร์มที่จะทำให้บทเรียนมีชีวิต

2. ในด้านการโฆษณา

รองเท้ากีฬาชื่อดังอย่าง Adidas ก็ไม่น้อยหน้าเมื่อเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ออกแบบ รองเท้า Adidas Original ขึ้นมาใหม่โดยพิมพ์สัญลักษณ์หรือ Marker แทรกเข้าไปบริเวณของลึนรองเท้า หรือจะทำการดาวน์โหลดโมเดลกระดาษจากเว็บไซต์ของ Adidas เองเพื่อนำมาพับเป็นโมเดลกระดาษรองเท้าแล้ว เข้าไปเล่นบนเว็บไซต์ ที่กำลังจัดแคมเปญออนไลน์อยู่เมื่อนำสัญลักษณ์บริเวณลึนรองเท้าหรือบนโมเดลกระดาษ ที่เราทำขึ้นไปส่องผ่าน Web Cam บนเว็บไซต์ของ Adidas ก็จะปรากฏมินิเกม ให้เราเล่นในรูปแบบเทคโนโลยี Paper Vision (เทคโนโลยี 3 มิติ แบบโต้ตอบโต้บนหน้าเว็บรูปแบบหนึ่ง) ซึ่งสามารถสร้างความบันเทิงผ่านมินิเกมให้แก่ ผู้ที่สนใจ

3. ในด้านการบันเทิง

บริษัท AVENGERS VS. X-MEN ได้เปิดความมหัศจรรย์ของ AR App ขับเคลื่อนโดย Aurasma ซึ่งได้รับรางวัลชนะเลิศ 2012 สำหรับมือถือ “เป็นการใช้งานมือถือที่ดีที่สุดสำหรับความบันเทิง” มหัศจรรย์ AR App ซึ่งให้ผู้อ่านได้อ่านหนังสือมหัศจรรย์ที่เป็นการ์ตูน

2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521 : 49-53) กล่าวว่าเพื่อเป็นการประกันว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์สอนเสริมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์จำเป็นต้องคำนึงถึงกระบวนการและผลลัพธ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามของแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้ถูกต้อง

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนบทเรียนสอนเสริม ครบทุกหน่วยการเรียนรู้ การคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 มีสูตรการคำนวณดังนี้ ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2543 : 139)

1. การคำนวณค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (2.1)$$

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วย

N คือ จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (2.2)$$

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

N คือ จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ไชยยศ เรืองสุวรรณ ให้ความเห็นเกี่ยวกับเกณฑ์ประสิทธิภาพที่เหมาะสมไว้ว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความเข้าใจนั้นควรใช้เกณฑ์ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นวิชาทักษะควรใช้เกณฑ์ 80/80 ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์สอนเสริม การทดลองหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรต้องดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. แบบเดี่ยว (1:1) นำบทเรียนความจริงเสมือนไปทดลองกับผู้เรียน 1 – 3 คน โดยทดลองกับผู้เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน การทดลองแต่ละครั้งต้องปรับปรุง สื่อการสอนให้ดีขึ้น
2. แบบกลุ่ม (1:10) นำบทเรียนความจริงเสมือนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน ที่มีความสามารถคละกัน แล้วทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น
3. ภาคสนาม (1:100) นำบทเรียนความจริงเสมือนไปทดลองใช้กับผู้เรียนตั้งแต่ 30 – 100 คน หากการทดลองภาคสนามให้ค่า E_1 และ E_2 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องปรับปรุงบทเรียนความจริงเสมือนและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

ในกรณีที่ประสิทธิภาพของบทเรียนความจริงเสมือนที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน บทบาทและความชำนาญในการใช้บทเรียนความจริงเสมือนที่สร้างขึ้น อาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5% -5% ในการพัฒนาบทเรียนความจริงเสมือน ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งประสิทธิภาพของบทเรียน E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 และในการสร้างบทเรียนนี้มุ่งใช้ประโยชน์ในการทบทวนเนื้อหาให้สามารถศึกษาเนื้อหาได้ด้วยตนเอง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธาดา คำฟูบุตร (2557) ได้วิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนเรื่อง การใช้มัลติมีเตอร์เบื้องต้น นักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์เบื้องต้นให้มีคุณภาพ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์เบื้องต้น 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์เบื้องต้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.35) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.65$, S.D. = 0.50) 2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์เบื้องต้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.83/81.85 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อ ทบทวน เรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์เบื้องต้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

อำนาจ ชิดทอง (2555) ได้วิจัยการประยุกต์เทคนิคความเป็นจริงเสมือนเพื่อผลิตสื่อการ สอน สำหรับโครงสร้างไม้ โดยการศึกษาได้ศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาความจริง เสมือน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ เทคนิคการพัฒนา ระบบด้วยภาษา Action Script 3.0 เพื่อใช้สำหรับการตรวจหามาร์คเกอร์ (Marker) ที่ได้กำหนดไว้ และใช้หลักการคำนวณตำแหน่งเชิง 3 มิติ โดยการเปรียบเทียบภาพจากกล้องวิดีโอ (3D Pose Estimation) เพื่อแสดงผล 3 มิติบนมาร์ค เกอร์ อีกส่วนหนึ่งคือการพัฒนาวัตถุ 3 มิติ (Model) ที่สามารถใช้เป็นสื่อการสอนเรื่องโครงสร้างไม้ ด้วยโปรแกรมด้าน 3 มิติ (Model) ก่อนนำมาใช้งานกับระบบที่พัฒนาขึ้นมารวมกับมาร์คเกอร์ โดย ผู้ใช้เพียงจับมาร์คเกอร์หันด้านตัวรหัสให้กล้องวิดีโอสามารถเห็นรายละเอียดและเปรียบเทียบมาร์ค เกอร์ว่าตรงกับที่ได้กำหนดไว้ จากนั้น ระบบจะแสดงวัตถุ 3 มิติ เหมือนมาร์คเกอร์ที่แสดงในจอภาพ ผลการศึกษาจากการประเมินการใช้งานโดยผู้ใช้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม ผู้สอนและกลุ่ม ผู้เรียน ผลการประเมินโดยสรุปคือระบบที่พัฒนาขึ้นมีความน่าสนใจและสามารถ กระตุ้นให้เกิดความรู้ ในระดับมากที่สุดร้อยละ 76.00 ระบบมีความยืดหยุ่นและสามารถที่จะนำวัตถุ 3 มิติ ที่หลากหลาย มาใช้งานได้ ถือว่าเป็นจุดเด่น และระบบสามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว และผู้ใช้งานมีความเข้าใจใน บทเรียน ภายหลังการใช้งานระบบมากขึ้นถึงร้อยละ 68.00

ทั้งนี้ เนื่องจาก เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ และตื่นเต้น กับการแสดงผลวัตถุ 3 มิติ ด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน มีการซักถามอย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนสามารถนำสื่อการสอนไปใช้งาน นอกเหนือจากชั่วโมงเรียนได้อีกด้วย

ดวงกมล อังอำนายศิริ (2559) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วย เทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ที่มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการ เรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใน การวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ชั้นปี ที่ 1 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 32 คน ซึ่งใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากแบบบรายนห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) สื่อการ เรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ 2) ใบงานการทดลอง 5 ใบงาน 3) แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ 4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 5) แบบบันทึกคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ สถิติ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการ เรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.54$, S.D.= 0.58) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.61$, S.D.= 0.33) 2) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์ที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.88/82.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

กมลวีร คล้ายนาค (2551) ศึกษาเรื่อง การสร้างพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการศึกษา สถาปัตยกรรมไทย : กรณีศึกษาเรือนไทลื้อ พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเข้าใจเนื้อหา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับเรือนทอหลังจากได้ศึกษาพิพจน์ที่เสมือนจริงเรือนทอ ทางด้านผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นว่าพิพจน์ที่เสมือนจริงเรือนทอได้แสดงรายละเอียดเนื้อหาการออกแบบ กราฟิก ภาพประกอบ ภาษาที่ใช้ และเสียงประกอบนั้นทำได้คล้ายกับของจริง จึงกล่าวได้ว่าพิพจน์ที่เสมือนจริงเรือนทอสามารถใช้ในการส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

ณัฐมา ไชยวโรยธิน (2556) ได้วิจัยเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยี Aurasma หัวข้อ การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ศิลปะการแสดงประจำชาติประเทศในประชาคมอาเซียนด้วยเทคโนโลยี ออร์สม่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยอแซฟอุปถัมภ์ จำนวน 49 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องศิลปะการแสดงประจำชาติประเทศในประชาคมอาเซียน ด้วยเทคโนโลยีออร์สม่า 2) แบบประเมินคุณภาพของหนังสือ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเทคโนโลยีออร์สม่า จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่า ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test นั้น ทำให้ทราบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ศิลปะการแสดงประจำชาติประเทศ ในประชาคมอาเซียนด้วยเทคโนโลยีออร์สม่า มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก เนื่องมาจากได้ทำการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ มัลติมีเดีย โดยมี ส่วนประกอบของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว กระตุ้นให้นักเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เกิดความรู้สึกรักสนุก และสนใจในการที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

เนารุ่ง วิชารา (2558) ผลการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการประชาคมอาเซียน ด้วยเทคโนโลยีออร์สม่า มาพัฒนาเป็นสื่อ อิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการประชาคมอาเซียน สามารถพัฒนาได้รวดเร็วและง่ายขึ้น โดยอาศัยหลักการคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย มีส่วนประกอบของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว กระตุ้นให้นักเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น และเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรักสนุก และสนใจในการที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนมากยิ่งขึ้น จึงได้นำเทคโนโลยีใหม่มาประยุกต์ใช้กับสื่อการเรียน การสอน เป็นแนวทางเริ่มต้นของการผลิตสื่อการเรียนการสอนให้มี ความทันสมัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียน วัดมะนาว ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับสลาก จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง มีคุณภาพเนื้อหาอยู่ระดับดี ($\bar{x} = 4.48$, S.D. = 0.13) และคุณภาพด้านสื่อการนำเสนออยู่ในระดับ ดี ($\bar{x} = 4.47$, S.D. = 0.09)
2. สภาพแวดล้อมทางการเรียน จากเทคโนโลยีเสมือนจริง มีประสิทธิภาพ 82.17/81.23 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนที่ผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนจาก สภาพแวดล้อมทางการเรียน จากเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นมีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
5. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนจาก เทคโนโลยีเสมือนจริง อยู่ในระดับมาก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 3 ห้อง ห้องละ 20 คน รวม 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 20 คน ซึ่งใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากรายชื่อห้อง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
2. แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบประเมินความพึงพอใจ

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือดังนี้

3.3.1 สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

3.3.1.1 ศึกษาทฤษฎี และหลักการออกแบบของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการสร้าง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

3.3.1.2 การสร้างสื่อ ตามต้นร่างที่วางไว้ ทั้งหมดตั้งแต่การออกแบบหนังสือที่ใช้เป็นบทเรียน การกำหนดสีที่ใช้งานจริง รูปแบบ และขนาด สีของตัวอักษร การวิเคราะห์สังเขปรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ซึ่งจะทำให้ทราบถึงขอบเขตและรายละเอียดของเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษา แบ่งขั้นตอนการสร้างได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การออกแบบบทเรียนและสร้างบทเรียนประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา

1.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ขั้นที่ 2 การสร้างต้นร่างของสื่อ เรื่องราวของสื่อที่ประกอบด้วยเนื้อหาแบ่งเป็นเฟรมๆ โดยแต่ละเฟรมจะมีวิดีโอแนะนำวิธีการใช้มัลติมีเตอร์ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นว่าดีหรือเสีย

ขั้นที่ 3 การสร้างสื่อ โดยดำเนินการตามต้นร่างที่วางไว้ทั้งหมดตั้งแต่การออกแบบหน้าจอการกำหนดภาพเคลื่อนไหว และการออกแบบปุ่มใช้งานต่างๆ

3.3.1.3 ผู้วิจัยได้นำต้นร่างสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและประเมินความเหมาะสมเพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ที่สุด

3.3.1.4 นำสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบประเมินคุณภาพของสื่อ เพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีดังนี้

ด้านเนื้อหา

- | | |
|-------------------------|---|
| 1. ผศ.อมรชัย ชัยชนะ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. ผศ.สุระชัย พิมพ์สาส์ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 3. ครูธนิศ นพเกตุ | อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพพนมสารคาม |

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

โดยใช้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิ กาญจนา วัฒมา (2545 : 166) ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้จากการประเมินมาคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินตามเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

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

ในการประเมิน คะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้าน จะต้องได้เกณฑ์ (\bar{X}) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3.1.5 ปรับปรุงและแก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำ ดังนี้

- (1) ปรับปรุงสีพื้นหลังและสีตัวอักษร เลือกใช้สีที่ไม่ใกล้เคียงกัน
- (2) ปรับปรุงวิดีโอภาพเคลื่อนไหวให้สั้นกระชับรัดได้ใจความ
- (3) ปรับปรุงปุ่มสำหรับการเลือกใช้งานให้สีไม่เหมือนกับพื้นหลัง

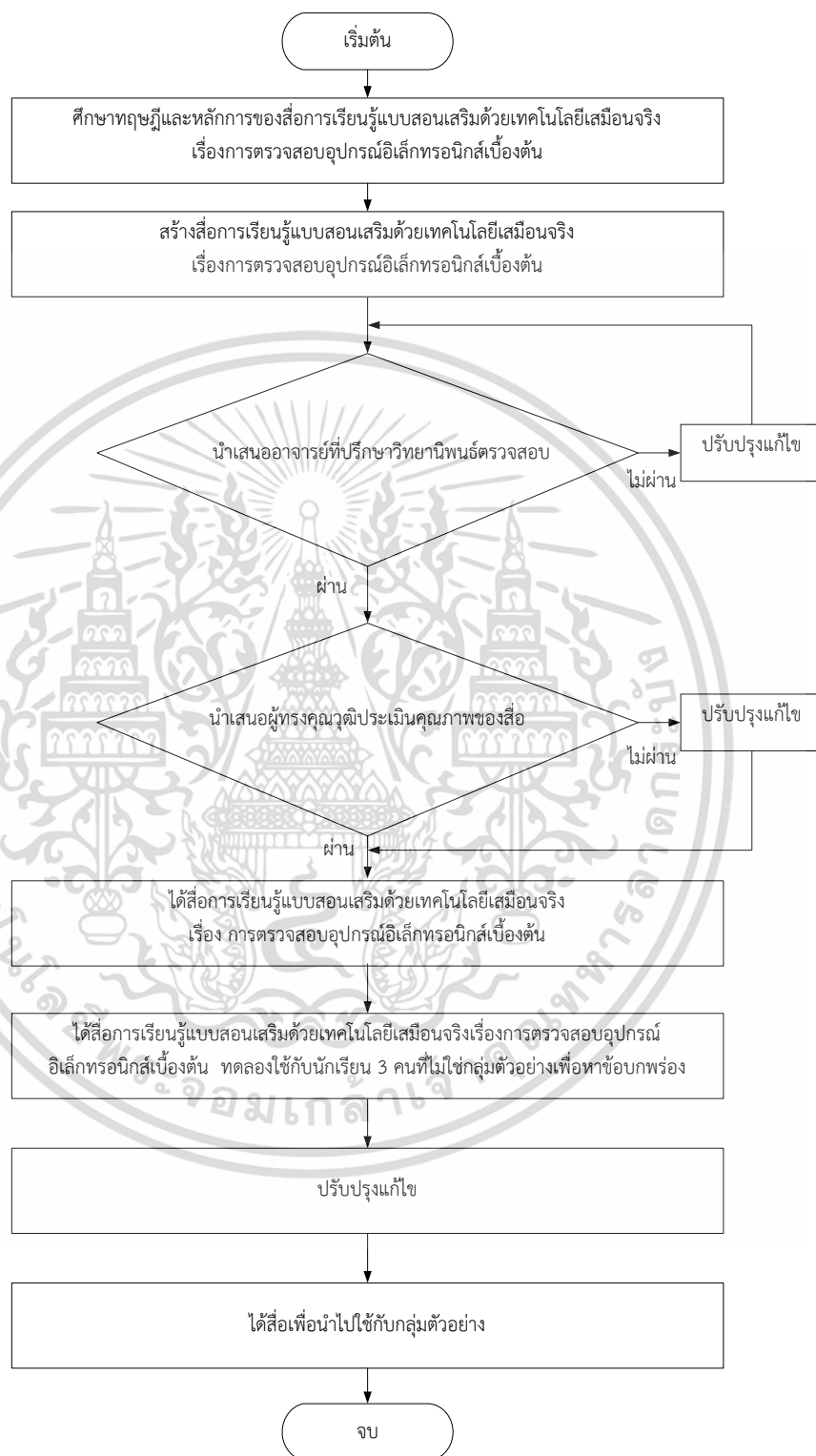
เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบอีกครั้ง

3.3.1.6 นำสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและได้แก้ไขเรียบร้อยแล้ว มาใช้ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเคยเรียนวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนไว้เพื่อนำมาหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข

3.3.1.7 นำข้อบกพร่องที่บันทึกไว้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง

3.3.1.8 นำสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและได้แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ ของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

การสร้างสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง มีรายละเอียดตามรูปที่ 3.1 ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 แบบ คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และ แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพทั้ง 2 แบบ ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3.2.2 กำหนดวัตถุประสงค์และหัวข้อของแบบประเมินคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.3.2.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ และเกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ รวีวรรณ ชินะตระกูล (2535 : 123) ดังนี้

ระดับ 5 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 4 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

ระดับ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบประเมินคุณภาพมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) เพื่อประเมินคุณภาพของสื่อ โดยเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคุณภาพของสื่อตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ระดับ 4.50 – 5.00 คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 3.50 – 4.49 คุณภาพอยู่ในระดับดี

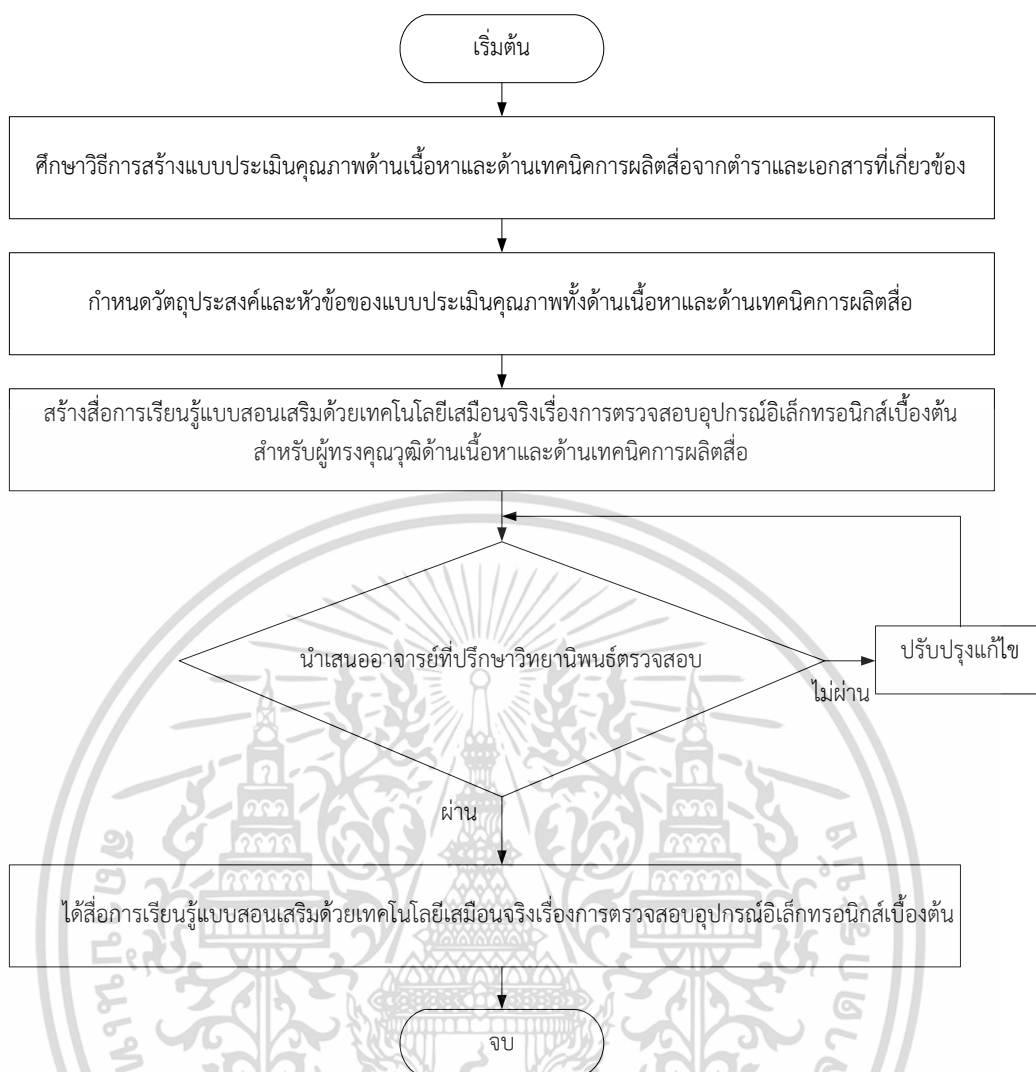
ระดับ 2.50 – 3.49 คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 1.50 – 2.49 คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1.00 – 1.49 คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

3.3.2.4 นำแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ทำการตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

3.3.2.5 ได้แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของสื่อ เพื่อให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

3.3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3.3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เกณฑ์ในการวัดให้คะแนนคือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน จากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหา และความเหมาะสมของข้อคำถามการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.4 สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำแบบประเมินความสอดคล้องที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านพิจารณา

โดยสูตรการคำนวณมีดังนี้ พร้อมพรรณ อุตมสิน (2538 : 84) ซึ่งจะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.50 – 1.00 ดังสมการ (3.1)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

การตรวจสอบความสอดคล้องใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้

คะแนน 1 สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อคำถามที่เห็นว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3.3.5 นำผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละคนไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วคัดเลือกข้อสอบ ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 0.66 จำนวน 26 ข้อ และที่ผ่านเกณฑ์ 1.00 จำนวน 54 ข้อ รวมเป็น 80 ข้อ

3.3.3.6 นำข้อสอบจำนวน 80 ข้อไปทดสอบกับนักศึกษา ที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 20 คน นำผลการทดสอบของนักศึกษามาตรวจ โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก เลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป พิสนุ พงศ์ศรี (2549 : 143-144) ได้ข้อสอบจำนวน 70 ข้อโดยเลือกไปเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อและเลือกไปเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วย หน่วยละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง) โดยการหาความยากง่าย (Difficulty) ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2538 : 210 – 211) ดังสมการ (3.2)

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

เมื่อ P คือ ความยากง่าย

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

ขอบเขตของค่า P และความหมาย

0.80-1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60-0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 0.40-0.59 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)
 0.20-0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
 0.00-0.19 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 210-211) ดังสมการ (3.3)

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

เมื่อ D คือ อำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_U คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่า D และความหมาย

0.4 ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูง คุณภาพดีมาก

0.30-0.39 อำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพพอสมควร

0.20-0.29 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพพอใช้ได้

0.00-0.19 อำนาจจำแนกต่ำ คุณภาพใช้ไม่ได้

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR 20 ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 198) ดังสมการ (3.4)

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

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิด

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีค่า

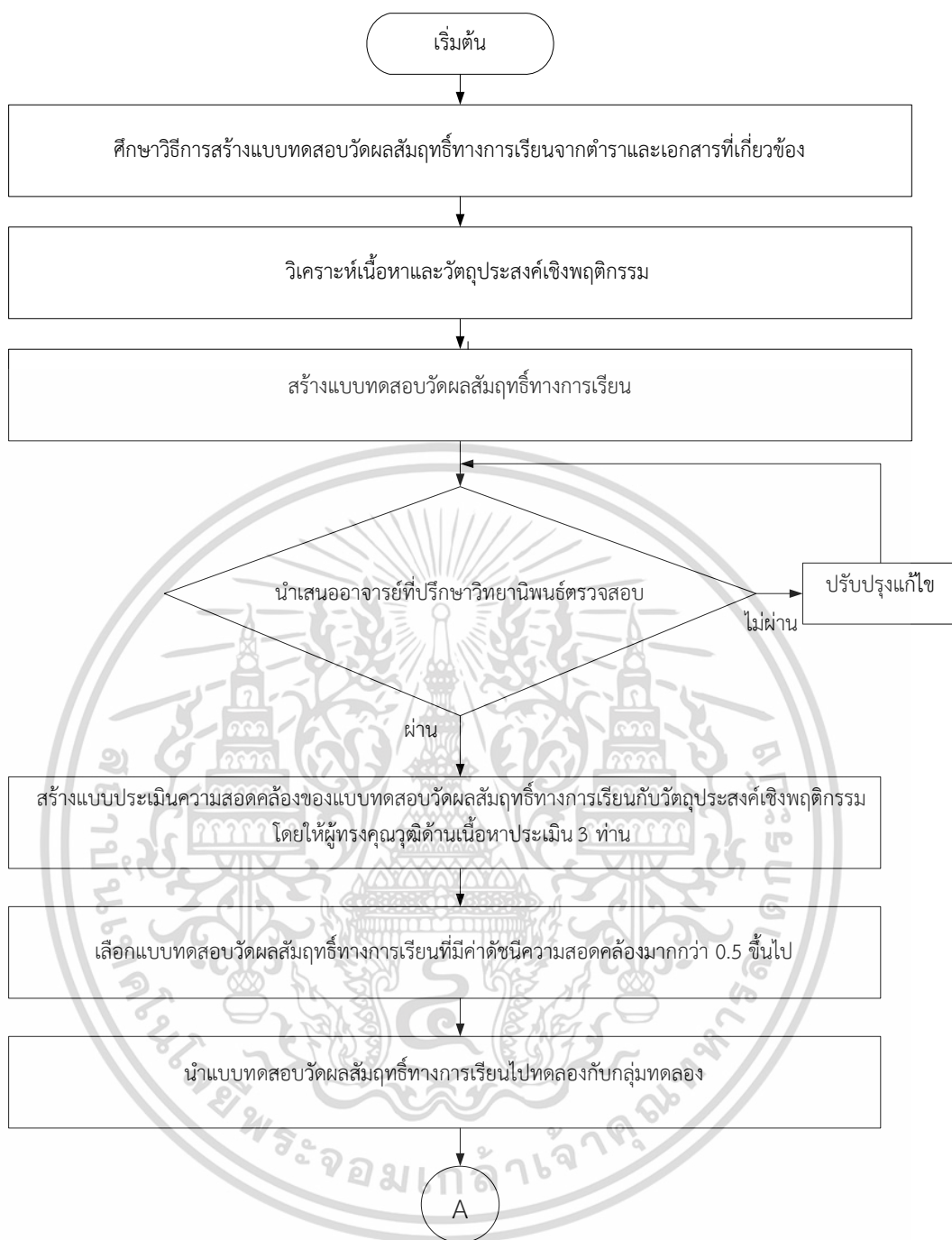
0.7 – 1.0 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

0.4 – 0.6 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง

ต่ำกว่า 0.3 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

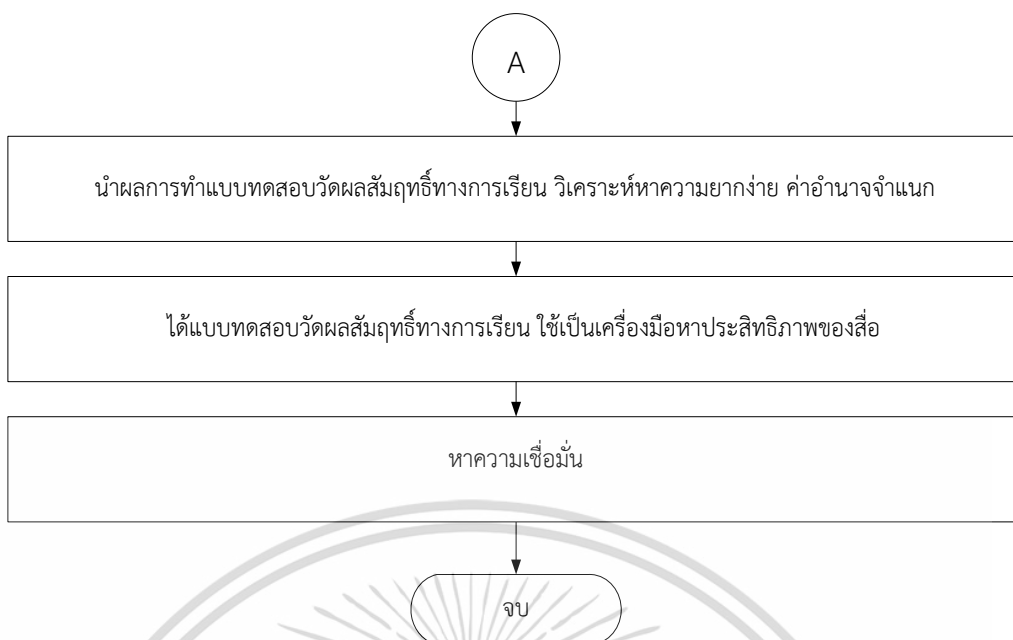
3.3.3.7 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือประกอบการหาประสิทธิภาพของสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

3.3.4 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีขั้นตอนดังนี้

3.3.4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจจากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องรวบรวมข้อความ สร้างข้อคำถามจากตัวบ่งชี้ที่กำหนด โดยพิจารณาแต่ละข้อคำถามว่ามีความเป็นปรนัยหรือความชัดเจนทางภาษา เหมาะที่จะใช้กับประชากรหรือผู้ให้ข้อมูลที่จะไปสอบถามหรือไม่ และกำหนดสเกลคำตอบที่เหมาะสม ลักษณะของแบบสอบถามที่มีคำถามแบบปลายปิด โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน บุญชม ศรีสะอาด (2543: 100) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของคะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง พอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยของคะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง พอใจมาก

ค่าเฉลี่ยของคะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึง พอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึง พอใจน้อย

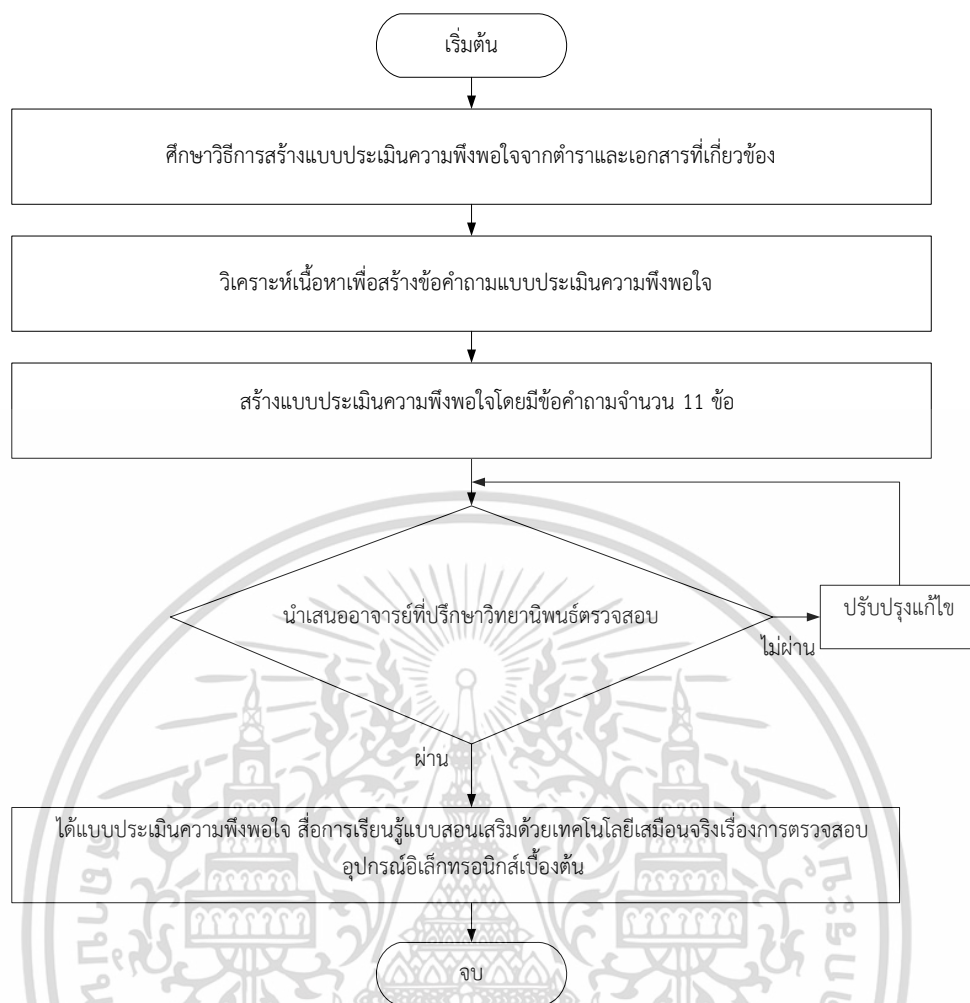
ค่าเฉลี่ยของคะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึง พอใจน้อยที่สุด

3.3.4.2 วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสร้างข้อคำถามแบบประเมินความพึงพอใจ

3.3.4.3 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจโดยมีข้อคำถามจำนวน 11 ข้อ

3.3.4.4 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข

3.3.4.5 ได้แบบประเมินความพึงพอใจ สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ทำหนังสืออนุญาต และขออนุญาตครุภัณฑ์ที่วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
2. กำหนดห้องที่ทำการทดลอง พร้อมแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง
3. ผู้วิจัยแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการใช้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
4. ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย
5. ให้นักศึกษาเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ตามลำดับเนื้อหาของบทเรียนเมื่อเรียนเสร็จในแต่ละบท จะมีแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้นักเรียนทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อนักศึกษาเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยใช้ข้อมูลทางสถิติ E_1/E_2

8. ดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยใช้หลักสถิติ t-test (t-test dependent samples)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีทางสถิติเข้าช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและเครื่องมือดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

การวิเคราะห์คุณภาพของสื่อการเรียนรู้ การสอน ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ โดยนำความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ยดังนี้ พิสนุ พองศรี (2553 : 154 – 155)

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

เมื่อ	$\sum x$	คือ	คะแนนรวม
	X	คือ	คะแนนที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน
	N	คือ	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ
	\bar{x}	คือ	ค่าเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ย พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 187)

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

เมื่อ	S.D	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x$	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	คือ	จำนวนข้อมูล
	X	คือ	คะแนนแต่ละตัว

3.5.3 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หาได้โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาหาประสิทธิภาพของสื่อ เพื่อหาว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ใช้สูตร E_1/E_2 ในการคำนวณ ดังนี้ ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2543 : 139)

$$E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100 \quad (3.7)$$

$$E_2 = \frac{\sum x}{B} \times 100 \quad (3.8)$$

E_1 คือ ค่าเฉลี่ยจากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยของทุกหน่วยคิดเป็นร้อยละ 100

E_2 คือ ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่นักเรียนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วย

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N คือ จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายหน่วย

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.5.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

สถิติที่ใช้ในการหาความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยใช้สถิติ t-test ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 104-105)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad (3.9)$$

เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D คือ ความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน แต่ละ

$\sum D$ คือ ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D^2$ คือ ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

N คือ จำนวนคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระดับชั้น ปวช.1 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา หลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นและเพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4.3 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ระดับชั้นปวช.1 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ก่อนและหลังเรียน สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพ ของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ผู้วิจัยได้นำสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านประเมิน ซึ่งได้ผลการประเมิน แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.1 สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.43 แสดงว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

ลำดับ	เรื่องที่ประเมิน	n = 3		ระดับคุณภาพ
		\bar{X}	S.D.	
1	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.33	0.58	ดี
2	การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	เรื่องที่ประเมิน	n = 3		ระดับคุณภาพ
		\bar{X}	S.D.	
3	ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
4	ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	4.56	0.19	ดีมาก
5	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.67	0.58	ดีมาก
6	ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
7	เนื้อหามีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
8	ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับของผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
	รวมทั้งหมดเฉลี่ย	4.63	0.43	ดีมาก

และผู้วิจัยได้นำสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ประเมินได้สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.41 แสดงว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ลำดับ	เรื่องที่ประเมิน	n = 3		ระดับคุณภาพ
		\bar{X}	S.D.	
1	เอกสารมีความน่าสนใจ	4.33	0.58	ดี
2	ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัว marker	4.33	0.58	ดี
3	ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	4.67	0.58	ดีมาก
4	ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของแต่ละหัวข้อ	4.83	0.29	ดีมาก
5	การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
6	คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด	4.33	0.58	ดี
7	ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย	5.00	0.00	ดีมาก
8	ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้	4.67	0.58	ดีมาก
9	ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้	4.33	0.00	ดี
10	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.33	0.58	ดี
11	ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.33	0.58	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับ	เรื่องที่ประเมิน	n = 3		ระดับคุณภาพ
		\bar{X}	S.D.	
12	ความชัดเจนของตัวอักษร	4.67	0.58	ดีมาก
13	ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
14	ภาพเคลื่อนไหวมีเวลาเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
15	ภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด	5.00	0.00	ดีมาก
16	ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4.33	0.58	ดี
17	ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
	รวมทั้งหมดเฉลี่ย	4.57	0.41	ดีมาก

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ผู้วิจัยได้นำสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อ เมื่อศึกษาจบผู้เรียนต้องทำการทดสอบโดยการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รวมจำนวน 40 ข้อ แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

รายการ	นักเรียน (n=20)		ร้อยละเฉลี่ย	เกณฑ์
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
คะแนนแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้	30	24.40	81.30 (E ₁)	80
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	40	32.90	82.20 (E ₂)	80

จากตารางที่ 4.3 ผลจากคะแนนรวมนำมาคิดเป็นค่าร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ปรากฏว่าผลของคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างมีค่าร้อยละ 81.30 และผลของคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีค่าร้อยละ 82.20 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์กำหนดที่ตั้งไว้คือ E₁/E₂ เท่ากับ 80/80 แสดงว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.3 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน ด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{x}	t	p
แบบทดสอบก่อนเรียน	20	40	27.80	21.272*	0.000
แบบทดสอบหลังเรียน	20	40	36.15		

จากตารางที่ 4.4 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าจากตาราง t ซึ่งมี df=19 ระดับค่าความเชื่อมั่น 0.05 มีค่า 2.861 ซึ่งถือเป็นจุดหลัก แต่ t ที่คำนวณได้ 21.272 สูงกว่าจุดหลัก แปลความได้ว่าผลการทดสอบสองครั้ง แตกต่างกันแสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.4 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตารางที่ 4.5 ผลการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. การเตรียมการสอน (พิจารณาจากความพร้อมของสื่ออุปกรณ์ต่างๆ)	4.50	0.50	มาก
2. เนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ทันสมัยและน่าสนใจ	4.75	0.43	มากที่สุด
3. นักเรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	4.25	0.62	มาก
4. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.55	0.49	มากที่สุด
5. การยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนที่ต่างไป ให้ความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน	4.50	0.67	มาก

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
6. การประยุกต์สิ่งที่สอนเข้ากับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม	4.70	0.45	มากที่สุด
7. การจัดกิจกรรมให้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ภายนอกห้องเรียน	4.65	0.47	มากที่สุด
8. การตั้งใจสอน ให้คำแนะนำนักเรียนในการทำกิจกรรม	4.55	0.66	มากที่สุด
9. นักเรียนชอบเรียนวิชานี้	4.55	0.66	มากที่สุด
10. ความรู้จากวิชานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อได้	4.60	0.48	มากที่สุด
11. นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข สนุกสนาน	4.45	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.55	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.5 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีความพึงพอใจจัดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.54)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และเพื่อหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 โดยสรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

- 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 5.1.2 สมมติฐานในการวิจัย
- 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยผู้วิจัยได้สรุปผลเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นให้มีคุณภาพ

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

5.1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักศึกษาระดับชั้น ปวช.1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

5.1.1.4 เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

5.1.2 สมมติฐานในการวิจัย

5.1.2.1 สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพในระดับดี ($\bar{x} \geq 3.50$) ขึ้นไป

5.1.2.2 สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

5.1.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลังสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือน้อยกว่า

5.1.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น อยู่ในระดับมากขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้การวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 3 ห้อง ห้องละ 20 คน รวมทั้งหมด 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่1 วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 20 คน ซึ่งใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากรายห้อง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4.1 สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

5.1.4.2 แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

5.1.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1.4.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.5.1 ทำหนังสืออนุญาต และขออนุเคราะห์ถึงวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

5.1.5.2 กำหนดห้องที่ทำการทดลอง พร้อมแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง

5.1.5.3 ผู้วิจัยแนะนำขั้นตอนการเรียนพร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการใช้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

5.1.5.4 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย

5.1.5.5 ให้นักศึกษาเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ตามลำดับเนื้อหาของบทเรียนเมื่อเรียนเสร็จในแต่ละบท จะมีแบบทดสอบท้ายหน่วยให้นักเรียนทำ

5.1.5.6 เมื่อนักศึกษาเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1.5.7 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยใช้ข้อมูลทางสถิติ E_1/E_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5.8 ดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยใช้หลักสถิติ t-test (t-test dependent samples)

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

5.1.6.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น นำผลที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมาหาค่าทางสถิติ โดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.1.6.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยหาค่า E_1/E_2

5.1.6.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent

5.1.6.4 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสรุปผลวิจัยได้ดังนี้

5.1.7.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 เป็นไปตามตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.1.7.2 ผลการหาประสิทธิภาพของ สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่าผลการทดสอบระหว่างเรียน คะแนนเต็มทั้งหมด 30 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 24.40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.30 (E_1) และผลการทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็มทั้งหมด 40 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 32.90 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.20 (E_2) แสดงว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ $81.30 / 82.20$ ซึ่งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.1.7.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่าเมื่อเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการทดสอบทางสถิติ t-test พบว่าจากตาราง t ซึ่งมี $df=19$ ระดับค่าความเชื่อมั่น 0.01 มีค่า 2.861 ซึ่งถือเป็นจุดหลัก แต่ t ที่คำนวณได้ 21.272 สูงกว่าจุดหลัก แปลความได้ว่าผลการทดสอบสองครั้ง แตกต่างกัน แสดงว่าคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จึงยอมรับ สมมติฐานการวิจัยว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.7.4 ผลการหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่ามีเนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ทันสมัยและน่าสนใจเนื่องจากในปัจจุบัน นักเรียนส่วนมากมีโทรศัพท์ที่สามารถใช้กับสื่อได้เป็นอย่างดี และผลการประเมินในภาพรวมจัดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.54) เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

5.2 การอภิปรายผลวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สามารถแบ่งหัวข้อการอภิปรายผลได้ดังนี้

1.การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จากผลการวิจัยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่าสื่อที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เนื่องมาจากสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหามีความถูกต้องและมีความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน และจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เนื่องมาจากสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีลำดับขั้นตอนการนำเสนอที่เหมาะสม รูปภาพมีความชัดเจน ที่ผู้เรียนสามารถปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น วิดีโอที่มีลำดับขั้นตอนการสอนที่ชัดเจนทำให้เข้าใจง่าย รูปแบบของเทคนิคการนำเสนอรูปภาพมีความน่าสนใจแสดงว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธาดา คำพุ่มบุตร (2557) ได้วิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนเรื่อง การใช้มัลติมีเตอร์เบื้องต้น นักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนเรื่อง การใช้งานมัลติมีเตอร์เบื้องต้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.35) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.65$, S.D. = 0.50)

2.การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.30 /82.20 เกณฑ์ประสิทธิภาพที่ผู้วิจัยกำหนดไว้คือ E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 ทั้งนี้เนื่องมาจาก สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ผ่านขั้นตอนการดำเนินการหลายขั้นตอน ทั้งขั้นตอนการสร้างสื่อ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบ ส่วนขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบและผ่านการทำให้มีคุณภาพทั้งตัวผู้วิจัยเอง ทั้งผู้เชี่ยวชาญและนำไปทดลองใช้กับนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการอย่างเป็นระบบนี้ ทำให้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีคุณภาพดีเยี่ยมไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผ่านกระบวนการกลั่นกรองแก้ไข มีผลให้ สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมานี้ได้ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมทั้งในขณะสร้างสื่อและหลังจากการสร้างสื่อเสร็จแล้วจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผู้วิจัยแนะนำต่างๆ มาปรับปรุงแก้ไข ให้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีความสมบูรณ์ เหมาะสมยิ่งขึ้น ส่งผลให้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดีมาก ทั้งด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จนทำให้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ อันชรี ไชยนุช ทำวิจัยเรื่อง บทเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตแบบทบทวน วิชาการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนบทเรียนผ่านอินเทอร์เน็ตแบบทบทวน วิชา ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขางานโทรคมนาคม วิทยาลัยการอาชีพนวมินทรราชูทิศ จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน $E_1/E_2 = 80.21/82.88$ สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนด

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ของนักเรียนระดับชั้น ปวช.1 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นส่งผลต่อผู้เรียนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ได้ออกแบบมาสำหรับให้ผู้เรียนได้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนด้วยตนเองได้อย่างเป็นอิสระ และผู้เรียนสามารถทบทวนการเรียนได้ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เนารุ่ง วิชาธา (2558) ผลการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการประชาคมอาเซียน ด้วยเทคโนโลยีออร์สมมา มาพัฒนาเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการประชาคมอาเซียน สามารถพัฒนาได้รวดเร็วและง่ายขึ้น โดยอาศัยหลักการคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย มีส่วนประกอบของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว กระตุ้นให้นักเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น และเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสนุก และสนใจในการที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนมากยิ่งขึ้น จึงได้นำเทคโนโลยีใหม่มาประยุกต์ใช้กับสื่อการเรียน การสอน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนที่ผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่าเนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ทันสมัยและน่าสนใจ การประยุกต์สิ่งที่สอนเข้ากับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม และเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.54) เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้นมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรเพิ่มหัวข้อเรื่องย่อยของหน่วยการเรียนรู้ ให้มากกว่าที่ใช้ในงานวิจัย เพื่อจะได้ให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากกว่านี้

5.3.2 ควรพัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับทักษะการปฏิบัติในรายวิชาอื่นต่อไป



บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. 2552. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กาญจนา วัฒนา. 2545. **การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ธนพรการพิมพ์.

กลวัชร คล้ายนาค. 2551. “การสร้างพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการศึกษาสถาปัตยกรรมไทย
กรณีศึกษาเรือนไทลื้อ.” มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2543. **เทคโนโลยีการศึกษาและทฤษฎีและการวิจัย.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521. **นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษากับการสอนระดับอนุบาล.**

กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช

ณัฐมา ไชยวโรยธิน. 2556. “ศิลปะการแสดงประจำชาติประเทศในประชาคมอาเซียนด้วย
เทคโนโลยีออร์สม่า.” **การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.** 2556(1) : 158-164.

ดวงกมล อังอำนาจศิริ. 2560. “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งาน
มัลติมีเตอร์.” **ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สื่อสาร. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.**

ทีศนา แยมมณี. 2553. **ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.**
พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธาดา คาฟูบุตร. 2557. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนเรื่อง การใช้มัลติมีเตอร์
เบื้องต้น.” **ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร.
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.**

เนารุ่ง วิชารา. 2558. “การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่องประชาคมอาเซียนด้วยเทคโนโลยีออร์สม่า.”
บัณฑิตศึกษา. มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ.

บุญเขต ภิญโญอนันตพงษ์. 2528. **การประเมินผลการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา
คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

บุญชม ศรีสะอาด. 2543. **การวิจัยเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2555. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538. **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิจรูญ. 2545. **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : เข้าสื่อออฟเคอร์มิสท์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พิสนุ พงศรี. 2553. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
 ด้านสุทธาการพิมพ์.
- พิสนุ พงศรี. 2549. วิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เข็มฟ้าการพิมพ์.
- พนิดา ตันศิริ. 2553. โลกเสมือนผสานโลกจริง Augmented Reality. Executive Journal.
 (online). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. หน้า 169-173.
- ไพฑูริย์ ศรีฟ้า. 2555. เทคโนโลยีออร์สม่า. อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538. วิธีวิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิควิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ :
 สุวีริยาสาส์น.
- อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. 2541. การวัดและการประเมินการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา.
 พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟีนีเพล็บลิซซิ่ง.
- เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. 2545. เทคโนโลยีการศึกษา : หลักการและแนวคิดสู่ปฏิบัติ. สงขลา :
 มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- อำนาจ ชิดทอง. 2555. “การประยุกต์เทคนิคความเป็นจริงเสมือนเพื่อผลิตสื่อการสอน สำหรับ
 โครงสร้างไม้.” วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและ
 การจัดการ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย
- ภาคผนวก ข รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ
- ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพ
- ภาคผนวก ง แบบประเมินความพึงพอใจ
- ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
- ภาคผนวก ช ระดับความพึงพอใจของนักเรียน
- ภาคผนวก ซ ตัวอย่างหน้าจอสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
- ภาคผนวก ฌ คู่มือการใช้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0685

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

มีนาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. สื่อการสอนเสริมการเรียนรู้

ด้วย นายนิรุทธิ์ บัวประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์
อิเล็กทรอนิกส์” โดยมี รศ.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และได้รับอนุมัติหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ ๔ ธันวาคม ๒๕๖๐ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี จึงขอความ
อนุเคราะห์จากท่านให้ นายนิรุทธิ์ บัวประเสริฐ ทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้สื่อการสอนเสริมการ
เรียนรู้ ภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smr Atm

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๘๒

โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๖-๕๓๔-๘๐๓๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศคณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ
และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2560 ให้ดำเนินการดังนี้

นายนิรุดี บัวประเสริฐ รหัสประจำตัว 56603178 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “สื่อสอนเสริม
การเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (Augmented
Reality Supplementary Learning Media on Checking Basic Electronic Devices)” โดยมี
รศ.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้น
ภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2560

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มະโน)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ


หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 00๑ วันที่ ๒๔ ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน ผศ.อมรชัย ชัยชนะ

ด้วย นายนิรุद्ध์ บัวประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น” โดยมี รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนิรุद्ध์ บัวประเสริฐ มีความสมบูรณ์พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินด้านเนื้อหาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย


(ดร.ราตรี ศรีพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692

ที่ ศร 0524.04 / 0002

วันที่ 29 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน ผศ.สุรชัย พิมพ์สาส์

ด้วย นายนิรุद्धี บัวประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น” โดยมี รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาที่มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนิรุद्धี บัวประเสริฐ มีความสมบูรณ์พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินด้านเนื้อหาตามด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศร 0524.04/0000



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา

เรียน อาจารย์ธนิศ อีระเกตุ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหา

ด้วย นายนิรุจน์ บัวประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น” โดยมี รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหาว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจสอบและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนิรุจน์ บัวประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 086-534-8037

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 0000 วันที่ 29 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด

ด้วย นายนิรุद्ध บัวประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น” โดยมี รศ.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจสอบและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนิรุद्ध บัวประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692

ที่ ศร 0524.04 / ๐๐๙

วันที่ ๑๙ ธันวาคม 256๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

ด้วย นายนิรุจน์ บัวประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น” โดยมี รศ.ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจสอบและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนิรุจน์ บัวประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

Smr Arv

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 0002

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕๙ ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช

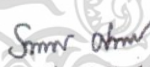
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้วย นายนิรุจน์ บัวประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “สื่อการสอนเสริมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น” โดยมี รศ.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายนิรุจน์ บัวประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(ดร.ราตรี ศรีพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 086-534-8037

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง
เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ด้านเนื้อหา

1. ผศ.อมรชัย ชัยชนะ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ผศ.สุระชัย พิมพ์สาลี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ครูธนิต นพเกต

อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพพนมสารคาม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง
เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด

รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช

อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินด้านเนื้อหา

สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คำชี้แจง

1. แบบประเมินด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา เกี่ยวกับการประเมินสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เพื่อนำข้อเสนอแนะเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
 - ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
 ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินมี 5 ระดับ มีความหมาย ดังนี้
 - ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
 - ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
 - ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
 - ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
 - ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

(นายนิรุทธิ์ บัวประเสริฐ)

นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบประเมินด้านเนื้อหา

สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1.เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์					
2.การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม					
3.ความถูกต้องของเนื้อหา					
4.ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา					
5.ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
6.ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
7.เนื้อหา มีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
8.ความเหมาะสมของเนื้อหา กับระดับของผู้เรียน					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
คำชี้แจง

1. แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เกี่ยวกับการประเมินสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เพื่อนำข้อเสนอแนะเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ
 - ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
 - ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินมี 5 ระดับ มีความหมาย ดังนี้
 - ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
 - ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
 - ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
 - ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
 - ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

(นายนิรุทธิ์ บัวประเสริฐ)

นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1	ด้านรูปแบบสื่อและการนำเสนอ					
	1.1 เอกสารมีความน่าสนใจ					
	1.2 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัว marker					
	1.3 ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ					
	1.4 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของแต่ละหัวข้อ					
	1.5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน					
2	ด้านรูปภาพประกอบ					
	2.1 คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด					
	2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย					
	2.3 ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้					
	2.4 ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้					
3	ด้านตัวอักษรประกอบ					
	3.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
	3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร					
	3.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
4	ด้านภาพเคลื่อนไหวประกอบสื่อ					
	4.1 ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา					
	4.2 ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม					
	4.3 ภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด					
	4.4 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

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



ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจ
สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์
อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

สำหรับนักเรียน สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจดังนี้

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

กิจกรรม	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. การเตรียมการสอน (พิจารณาจากความพร้อมของสื่ออุปกรณ์ต่างๆ)					
2. เนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ทันสมัยและน่าสนใจ					
3. นักเรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน					
4. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
5. การยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนที่ต่างไป ให้ความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน					
6. การประยุกต์สิ่งที่สอนเข้ากับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม					
7.การจัดกิจกรรมให้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ภายนอกห้องเรียน					
8. การตั้งใจสอน ให้คำแนะนำนักเรียนในการทำกิจกรรม					
9. นักเรียนชอบเรียนวิชานี้					
10. ความรู้จากวิชานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อได้					
11. นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข สนุกสนาน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

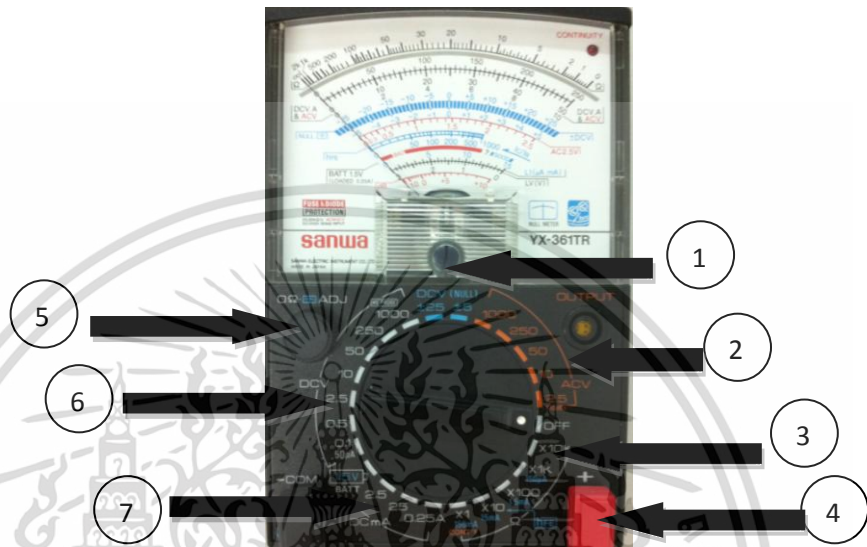
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย (X) หน้าข้อที่ถูกต้อง ข้อสอบมีจำนวนทั้งหมด 40 ข้อ

เวลา 1 ชั่วโมง

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อ 1-6



รูปที่ 1

1. จากรูปที่ 1 ย่านวัดความต้านทานไฟฟ้าตรงกับหมายเลขใด
 - ก. 2 ค. 6
 - ข. 3 ง. 7
2. จากรูปที่ 1 ย่านวัดกระแสไฟฟ้าตรงกับหมายเลขใด
 - ก. 2 ค. 6
 - ข. 4 ง. 7
3. จากรูปที่ 1 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตรงกับหมายเลขใด
 - ก. 2 ค. 6
 - ข. 4 ง. 7
4. จากรูปที่ 1 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับตรงกับหมายเลขใด
 - ก. 2 ค. 6
 - ข. 4 ง. 7
5. ถ้าไม่ได้ใช้งานมัลติมิเตอร์เป็นเวลา 1 ปีควรทำอย่างไร
 - ก. ปิดสวิตช์ไปตำแหน่ง OFF
 - ข. เก็บมัลติมิเตอร์ไว้ในซองเพื่อป้องกันฝุ่นเข้า
 - ค. ถอดแบตเตอรี่ที่อยู่ในมัลติมิเตอร์ออก
 - ง. ถอดฟิวส์ที่อยู่ภายในมัลติมิเตอร์ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.การวัดปริมาณไฟฟ้าต่างๆ ที่ไม่ทราบค่าควรทำอย่างไร

- ปิดสวิตซ์ไปที่ตำแหน่ง OFF แล้วค่อยทำการวัด
- ปรับย่านมัลติมิเตอร์ให้ต่ำสุดแล้วจึงค่อยๆ เพิ่มค่าขึ้น
- ปรับย่านมัลติมิเตอร์ให้สูงแล้วจึงลดค่อยๆ ลดค่าลง
- ปรับศูนย์โอห์ม ก่อนทำการวัด

7.มัลติมิเตอร์ไม่สามารถวัดปริมาณอะไรได้

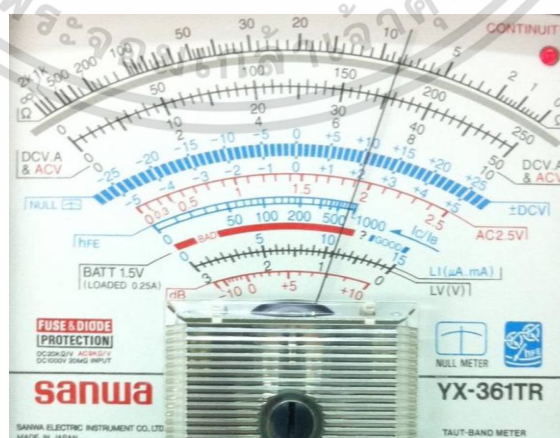
- กระแสไฟฟ้า
- แรงดันไฟฟ้า
- ไฟฟ้าสถิต
- ความต้านทานไฟฟ้า

8.จากรูปโอห์มมิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ R x 1 อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- 15 Ω
- 17 Ω
- 18 Ω
- 19 Ω

9.จากรูปโอห์มมิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ R x 1 อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- 6 Ω
- 7 Ω
- 8 Ω
- 9 Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. จากรูปโหม้มิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ $R \times 1$ อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 46 Ω ข. 49 Ω
 ค. 74 Ω ง. 95 Ω

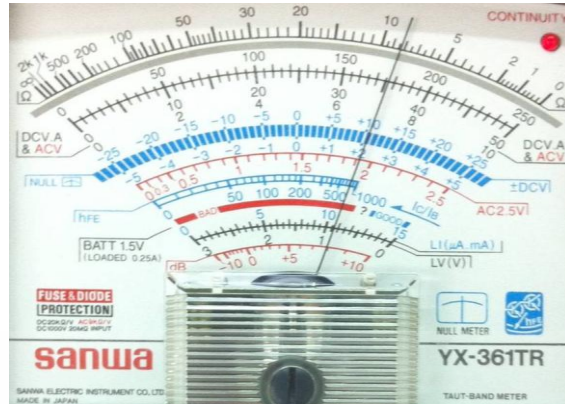
11. จากรูปโหม้มิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ $R \times 10$ อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 100 Ω ข. 150 Ω
 ค. 180 Ω ง. 190 Ω

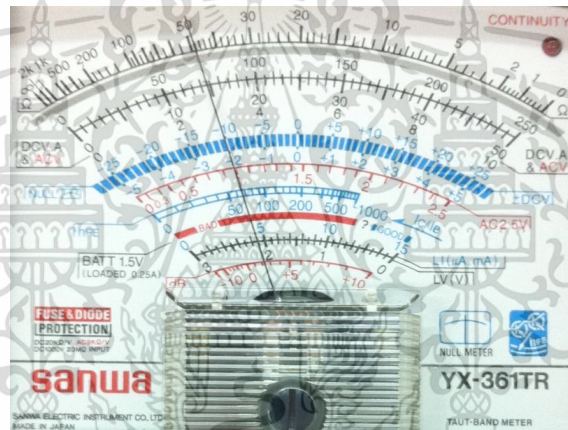
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. จากรูปโหม้มิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ $R \times 10$ อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 60 Ω ข. 70 Ω
ค. 80 Ω ง. 90.5 Ω

13. จากรูปโหม้มิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ $R \times 10$ อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 450 Ω ข. 460 Ω
ค. 490 Ω ง. 950 Ω

14. จากรูปโหม้มิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ $R \times 100$ อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 1 k Ω ข. 1.5 k Ω
ค. 1.8 k Ω ง. 1.9 k Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. จากรูปโหม้มมิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ $R \times 100$ อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 600 Ω ข. 700 Ω
 ค. 800 Ω ง. 900.5 Ω

16. จากรูปโหม้มมิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ $R \times 100$ อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 5 k Ω ข. 4.6 k Ω
 ค. 4.9 k Ω ง. 9.5 k Ω

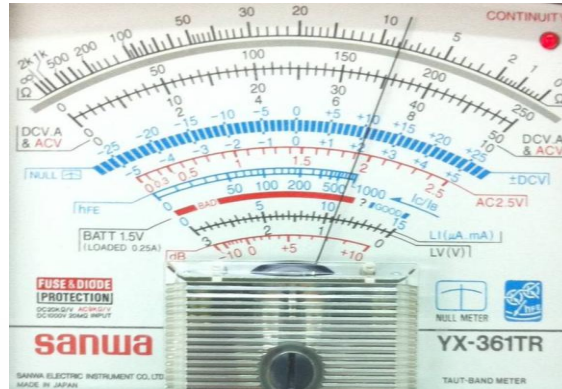
17. จากรูปโหม้มมิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ $R \times 1k$ อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 15 k Ω ข. 14.6 k Ω
 ค. 14.9 k Ω ง. 19.5 k Ω

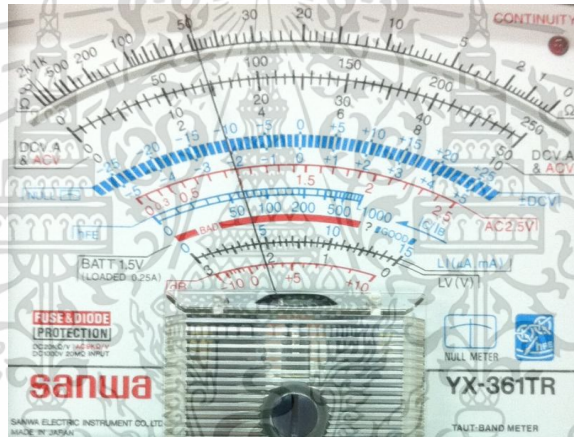
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. จากรูปโหมมิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ R x 1k อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 7 kΩ ข. 8 kΩ
ค. 14 kΩ ง. 15 kΩ

19. จากรูปโหมมิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ R x 1k อ่านค่าความต้านทานได้กี่โอห์ม



- ก. 47 kΩ ข. 48 kΩ
ค. 50 kΩ ง. 60 kΩ

20. ก่อนทำการวัดตรวจสอบไดโอดทุกครั้งจะต้อง

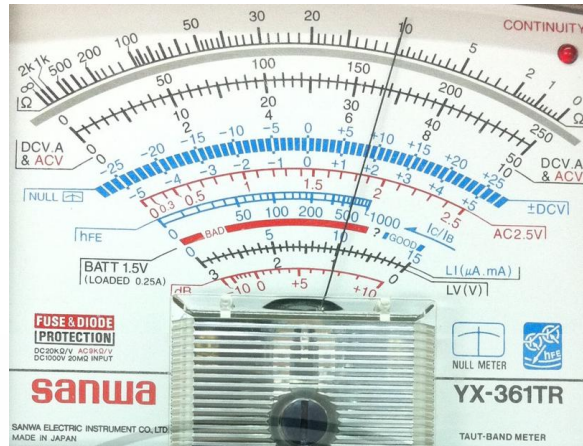
ทำอย่างไรก่อนเสมอเพื่อให้สามารถวัดและอ่านค่าได้อย่างถูกต้องที่สุด

- ก. ตรวจเช็คแบตเตอรี่
ข. ปรับเข็มมิเตอร์ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์
ค. ทำการปรับศูนย์โหมมิ
ง. เลือกย่านการวัด
21. ข้อใดคือลักษณะของไดโอดที่อยู่ในสภาพดี พร้อมนำไปใช้งานได้
- ก. เข็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 1 ครั้งและ ไม่ชี้ขึ้น 1 ครั้ง
ข. มีค่าความต้านทานเท่ากันทั้ง 2 ครั้ง
ค. เข็มมิเตอร์ไม่ชี้ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง
ง. เข็มมิเตอร์ชี้ขึ้นทั้ง 2 ครั้งแต่ค่าความต้านทานไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. ข้อใดคือลักษณะของ แอลอีดี ที่อยู่ในสภาพดี พร้อมนำไปใช้งานได้
- ก. เซมิคอนดักเตอร์ขึ้น 1 ครั้ง ไม่ขึ้น 1 ครั้ง และมีแสงสว่างออกมา
 - ข. มีค่าความต้านทานเท่ากันทั้ง 2 ครั้ง
 - ค. เซมิคอนดักเตอร์ไม่ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง
 - ง. เซมิคอนดักเตอร์ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง แต่ค่าความต้านทานไม่เท่ากัน
29. ข้อใดคือลักษณะของแอลอีดีที่อยู่ในสภาพเสีย ไม่สามารถนำไปใช้งานได้
- ก. เซมิคอนดักเตอร์ขึ้น 1 ครั้ง และ ไม่ขึ้น 1 ครั้ง
 - ข. มีค่าความต้านทานเท่ากันทั้ง 2 ครั้ง
 - ค. เซมิคอนดักเตอร์ไม่ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง และ ไม่มีแสงออกมา
 - ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ข้อ ค
30. ก่อนทำการวัดตรวจสอบทรานซิสเตอร์ ทุกครั้งจะต้องทำอย่างไรก่อนเสมอเพื่อให้สามารถวัดและอ่านค่าได้อย่างถูกต้องที่สุด
- ก. ตรวจสอบเช็คแบตเตอรี่
 - ข. ปรับเซมิคอนดักเตอร์ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์
 - ค. ทำการปรับศูนย์โอห์ม
 - ง. เลื่อย่านการวัด
31. ข้อใดคือลักษณะของทรานซิสเตอร์ที่อยู่ในสภาพดี พร้อมนำไปใช้งานได้
- ก. เซมิคอนดักเตอร์ขึ้น 2 ครั้ง และมีค่าความต้านทานเท่ากัน
 - ข. เซมิคอนดักเตอร์ขึ้น 2 ครั้ง แต่มีค่าความต้านทานไม่เท่ากัน
 - ค. เซมิคอนดักเตอร์ไม่ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง
 - ง. เซมิคอนดักเตอร์ขึ้น 1 ครั้ง และ ไม่ขึ้น 1 ครั้ง
32. ข้อใดคือลักษณะของทรานซิสเตอร์ที่อยู่ในสภาพเสีย ไม่สามารถนำไปใช้งานได้
- ก. เซมิคอนดักเตอร์ขึ้น 1 ครั้ง และ ไม่ขึ้น 1 ครั้ง
 - ข. มีค่าความต้านทานเท่ากันทั้ง 2 ครั้ง
 - ค. เซมิคอนดักเตอร์ไม่ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข้อ ค

33. จากรูปโหมมิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ R x 1 อ่านค่าความต้านทานของทรานซิสเตอร์ได้เท่าใด



ก. 10 Ω ข. 30 Ω

ค. 50 Ω ง. 52 Ω

34. จากรูปโหมมิเตอร์ตั้งย่านการวัดที่ R x 10k อ่านค่าความต้านทานของทรานซิสเตอร์ได้เท่าใด



ก. 40 Ω ข. 35 Ω

ค. 40 k Ω ง. 35 k Ω

35. ก่อนทำการวัดตรวจสอบเอส ซี อาร์ ทุกครั้งจะต้องทำอย่างไรก่อนเสมอเพื่อให้สามารถวัดและอ่านค่าได้อย่างถูกต้องที่สุด

- ก. ตรวจสอบเช็คแบตเตอรี่
- ข. ปรับเข็มมิเตอร์ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์
- ค. ทำการปรับศูนย์โหมมิ
- ง. เลือกย่านการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36. ข้อใดคือลักษณะของเอสซีอาร์ที่อยู่ในสภาพดี พร้อมนำไปใช้งานได้
- ก. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 1 ครั้ง ขณะที่วัด ขา G กับขา K
 - ข. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 2 ครั้ง ขณะที่วัด ขา G กับขา K
 - ค. เซ็มมิเตอร์ไม่ชี้ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง
 - ง. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 1 ครั้ง และไม่ชี้ขึ้น 1 ครั้ง
37. ข้อใดคือลักษณะของเอสซีอาร์ที่อยู่ในสภาพเสีย ไม่สามารถนำไปใช้งานได้
- ก. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 1 ครั้ง ขณะที่วัด ขา G กับขา K
 - ข. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 2 ครั้ง ขณะที่วัด ขา G กับขา K
 - ค. เซ็มมิเตอร์ไม่ชี้ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง
 - ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ข้อ ค
38. ข้อใดคือลักษณะของไดแอกที่อยู่ในสภาพดี พร้อมนำไปใช้งานได้
- ก. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 2 ครั้ง และมีค่าความต้านทานเท่ากัน
 - ข. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 2 ครั้ง แต่มีค่าความต้านทานไม่เท่ากัน
 - ค. เซ็มมิเตอร์ไม่ชี้ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง
 - ง. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 1 ครั้ง และไม่ชี้ขึ้น 1 ครั้ง
39. ข้อใดคือลักษณะของไดแอกที่อยู่ในสภาพเสีย ไม่สามารถนำไปใช้งานได้
- ก. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น 1 ครั้ง และไม่ชี้ขึ้น 1 ครั้ง
 - ข. เซ็มมิเตอร์ชี้ขึ้น ค่าความต้านทานเท่ากันทั้ง 2 ครั้ง
 - ค. เซ็มมิเตอร์ไม่ชี้ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข้อ ข
40. ก่อนทำการวัดตรวจสอบไดแอกทุกครั้งจะต้องทำอะไรก่อนเสมอเพื่อให้สามารถวัดและอ่านค่าได้อย่างถูกต้องที่สุด
- ก. ตรวจสอบซีคแบตเตอร์
 - ข. ปรับเซ็มมิเตอร์ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์
 - ค. ทำการปรับศูนย์โอห์ม
 - ง. เลื่อย่านการวัด

เฉลย
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ๑.1 แสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 3)			ผลรวม (ΣR)	IOC = (ΣR)/n	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
10	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
13	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
16	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้
17	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 3)			ผลรวม (ΣR)	IOC = (ΣR)/n	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
26	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
28	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
32	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้
33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
35	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
36	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
37	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
39	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้
40	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
41	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้
42	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
43	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
44	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
45	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 3)			ผลรวม (ΣR)	IOC = (ΣR)/n	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
46	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้
47	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
48	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
49	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
50	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
51	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
52	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
53	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
54	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
55	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
56	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
57	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
58	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
59	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
60	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้
61	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
62	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้
63	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
64	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
65	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
66	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
67	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
68	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ (n = 3)			ผลรวม (ΣR)	IOC = (ΣR)/n	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
69	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
70	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
71	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
72	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
73	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
74	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
75	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
76	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
77	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้
78	0	1	1	2	0.66	ใช้ได้
79	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
80	1	0	1	2	0.66	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.2 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ที่ N= 20

ข้อที่	R _H	R _L	ความยาก (p)	ระดับความยากง่าย	แปลความหมายค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ระดับอำนาจจำแนก	แปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r)
1	7	2	0.45	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.50	สูงมาก	ใช้ได้
2	6	4	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
3	7	4	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
4	7	3	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
5	6	4	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
6	9	2	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.70	สูงมาก	ใช้ได้
7	7	2	0.45	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.50	สูงมาก	ใช้ได้
8	8	2	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.60	สูงมาก	ใช้ได้
9	6	2	0.40	ยาก	ใช้ได้	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
10	8	2	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.60	สูงมาก	ใช้ได้
11	9	2	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.70	สูงมาก	ใช้ได้
12	7	2	0.45	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.50	สูงมาก	ใช้ได้
13	6	2	0.40	ยาก	ใช้ได้	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
14	8	2	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.60	สูงมาก	ใช้ได้
15	6	2	0.40	ยาก	ใช้ได้	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
16	6	2	0.40	ยาก	ใช้ได้	0.40	สูงมาก	ใช้ได้
17	9	2	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.70	สูงมาก	ใช้ได้
18	9	2	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.70	สูงมาก	ใช้ได้
19	8	2	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.60	สูงมาก	ใช้ได้
20	4	2	0.30	ยาก	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
21	4	2	0.30	ยาก	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.2 (ต่อ)

ข้อที่	R _H	R _L	ความยาก (p)	ระดับความยากง่าย	แปลความหมายค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ระดับอำนาจจำแนก	แปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r)
22	9	2	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.70	สูงมาก	ใช้ได้
23	5	2	0.35	ยาก	ใช้ได้	0.30	สูง	ใช้ได้
24	10	2	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.80	สูงมาก	ใช้ได้
25	8	2	0.50	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.60	สูงมาก	ใช้ได้
26	10	2	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.80	สูงมาก	ใช้ได้
27	10	2	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.80	สูงมาก	ใช้ได้
28	7	5	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
29	10	2	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.80	สูงมาก	ใช้ได้
30	10	2	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.80	สูงมาก	ใช้ได้
31	7	4	0.55	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
32	10	2	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.80	สูงมาก	ใช้ได้
33	4	2	0.30	ยาก	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
34	5	2	0.35	ยาก	ใช้ได้	0.30	สูง	ใช้ได้
35	10	2	0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.80	สูงมาก	ใช้ได้
36	5	2	0.35	ยาก	ใช้ได้	0.30	สูง	ใช้ได้
37	6	3	0.45	ปานกลาง	ใช้ได้ดี	0.30	สูง	ใช้ได้
38	4	2	0.30	ยาก	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
39	8	5	0.65	ง่าย	ใช้ได้	0.30	สูง	ใช้ได้
40	9	7	0.80	ง่าย	ใช้ได้	0.20	ปานกลาง	ใช้ได้
รวม							Σpq =9.94	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน

นักเรียนคนที่	คะแนนที่ได้ (x)	x^2
1	25	625
2	16	256
3	17	289
4	27	729
5	14	196
6	22	484
7	25	625
8	28	784
9	24	576
10	18	324
11	16	256
12	23	529
13	29	841
14	14	196
15	29	841
16	21	441
17	20	400
18	28	784
19	27	729
20	18	324
รวม	$\sum x = 441$	$\sum x^2 = 10,229$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{(20 \times 10,229) - (441)^2}{20(20-1)} \\
 &= \frac{10,099}{380} \\
 S^2 &= 26.57
 \end{aligned}$$

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้สูตร KR-20

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right) \\
 r_{tt} &= \frac{40}{40-1} \left(1 - \frac{9.94}{26.57} \right) \\
 r_{tt} &= 1.025 \times 0.626 \\
 r_{tt} &= 0.641
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.4 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา

หัวข้อการประเมิน	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	5	4	4.33	0.58
2. การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำ นำเสนอเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4	5	5	4.67	0.58
6. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58
7. เนื้อหา มีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	5	5	4	4.67	0.58
8. ความเหมาะสมของเนื้อหา กับระดับของ ผู้เรียน	5	4	5	4.67	0.58
ค่าเฉลี่ยรวม				4.63	0.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.5 ผลการวิเคราะห์หาคำคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หัวข้อการประเมิน	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน
1.ด้านรูปแบบสื่อและการนำเสนอ					
1.1 เอกสารมีความน่าสนใจ	4	4	5	4.33	0.58
1.2 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัว marker	5	4	4	4.33	0.58
1.3 ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการ นำเสนอ	4	5	5	4.67	0.58
1.4 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ ของแต่ละหัวข้อ	5	5	4	4.67	0.58
1.5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.58
2.ด้านรูปภาพประกอบ					
2.1 คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด	4	4	5	4.33	0.58
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและ คำอธิบาย	5	5	5	5.00	0.00
2.3 ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้	5	5	4	4.67	0.58
2.4 ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.00
3.ด้านตัวอักษรประกอบ					
3.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	5	4.33	0.58
3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร	4	5	5	4.67	0.58
3.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	4	5	4.33	0.58
4.ด้านภาพเคลื่อนไหวประกอบสื่อ					
4.1 ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00
4.2 ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58
4.3 ภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด	5	5	5	5.00	0.00
4.4 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4	4	5	4.33	0.58
	5	5	5	5.00	0.00
ค่าเฉลี่ยรวม				4.57	0.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘.6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยี
เสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คนที่	แบบทดสอบ ท้ายหน่วยที่ 1	แบบทดสอบ ท้ายหน่วยที่ 2	แบบทดสอบ ท้ายหน่วยที่ 3	รวม (30)	ร้อยละ	คะแนนรวมทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (40 คะแนน)	
						คะแนน	ร้อยละ
1	8	8	9	25	83.33	34	85.00
2	9	9	9	27	90	33	82.50
3	9	8	8	25	83.33	33	82.50
4	9	9	8	26	86.66	30	75.00
5	8	8	8	24	80.00	32	80.00
6	7	8	8	23	76.66	35	87.50
7	8	9	9	26	86.66	36	90.00
8	9	9	8	26	86.66	30	75.00
9	8	8	8	24	80.00	35	87.50
10	8	9	8	25	83.33	37	92.50
11	9	7	6	22	73.33	33	82.50
12	8	9	8	25	83.33	34	85.00
13	8	8	8	24	80.00	30	75.00
14	8	9	9	26	86.66	32	80.00
15	7	7	8	22	73.33	30	75.00
16	7	8	7	22	73.33	33	82.50
17	8	8	8	24	80.00	34	85.00
18	8	7	7	22	73.33	30	75.00
19	8	9	8	25	83.33	34	85.00
20	9	8	8	25	83.33	33	82.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.7 คะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วย (E_1)

คนที่ (n=20)	แบบทดสอบ ท้ายหน่วยที่ 1	แบบทดสอบ ท้ายหน่วยที่ 2	แบบทดสอบ ท้ายหน่วยที่ 3	รวม (30)	ร้อยละ
1	8	8	9	25	83.33
2	9	9	9	27	90
3	9	8	8	25	83.33
4	9	9	8	26	86.66
5	8	8	8	24	80.00
6	7	8	8	23	76.66
7	8	9	9	26	86.66
8	9	9	8	26	86.66
9	8	8	8	24	80.00
10	8	9	8	25	83.33
11	9	7	6	22	73.33
12	8	9	8	25	83.33
13	8	8	8	24	80.00
14	8	9	9	26	86.66
15	7	7	8	22	73.33
16	7	8	7	22	73.33
17	8	8	8	24	80.00
18	8	7	7	22	73.33
19	8	9	8	25	83.33
20	9	8	8	25	83.33

 $E_1=81.30$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘.8 คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)

นักเรียน (n=20)	คะแนนรวมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40 คะแนน)	
	คะแนนที่ได้	ร้อยละ
1	34	85.00
2	33	82.50
3	33	82.50
4	30	75.00
5	32	80.00
6	35	87.50
7	36	90.00
8	30	75.00
9	35	87.50
10	37	92.50
11	33	82.50
12	34	85.00
13	30	75.00
14	32	80.00
15	30	75.00
16	33	82.50
17	34	85.00
18	30	75.00
19	34	85.00
20	33	82.50
$E_2=82.20$		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อ โดยใช้สูตร E_1/E_2 ในการคำนวณดังนี้ ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2543 : 139)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ

E_1 คือ ค่าเฉลี่ยจากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยของทุกหน่วยคิดเป็นร้อยละ 100

E_2 คือ ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่นักเรียนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วย

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N คือ จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายหน่วย

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

$$= \frac{\left(\frac{488}{20} \right)}{30} \times 100$$

$$E_1 = 81.30$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

$$= \frac{\left(\frac{658}{20} \right)}{40} \times 100$$

$$E_2 = 82.20$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.9 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (30)	คะแนนสอบหลังเรียน (40)	ผลต่าง (X)	ผลต่าง ² (X) ²
1	25	34	9	81
2	27	33	6	36
3	25	33	8	64
4	26	30	4	16
5	24	32	8	64
6	23	35	12	144
7	26	36	10	100
8	26	30	4	16
9	24	35	9	81
10	25	37	12	144
11	22	33	11	121
12	25	34	9	81
13	24	30	6	36
14	26	32	6	36
15	22	30	8	64
16	22	33	11	121
17	24	34	10	100
18	22	30	8	64
19	25	34	9	81
20	25	33	8	64
		รวม	168	1,514

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \times 1$$

$$t = \frac{168}{\sqrt{\frac{(20 \times 1.514) - 168^2}{20-1}}}$$

$$t = \frac{168}{10.40}$$

$$t = 16.15$$

ค่า $df = n-1 = 20-1 = 19$

กำหนดค่า $\alpha = 0.01$

เปิดตาราง t ได้ค่า $t_{1.729}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ระดับความพึงพอใจของนักเรียน

ข้อที่	นักเรียนคนที่																				รวม	เฉลี่ย \bar{X}	ส่วนเบี่ยงเบน S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	89	4.45	0.50
2	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	95	4.75	0.43
3	4	4	4	4	5	3	4	4	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	85	4.25	0.62
4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	91	4.55	0.50
5	4	5	5	4	5	5	3	5	4	4	5	5	3	5	5	5	5	4	4	5	90	4.5	0.67
6	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	94	4.7	0.46
7	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	93	4.65	0.48
8	5	3	4	5	5	5	3	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	91	4.55	0.67
9	5	4	3	5	5	4	4	5	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	91	4.55	0.67
10	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	92	4.6	0.49
11	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	89	4.45	0.50
ค่าเฉลี่ยรวม																					90	4.55	0.54



ภาคผนวก ซ

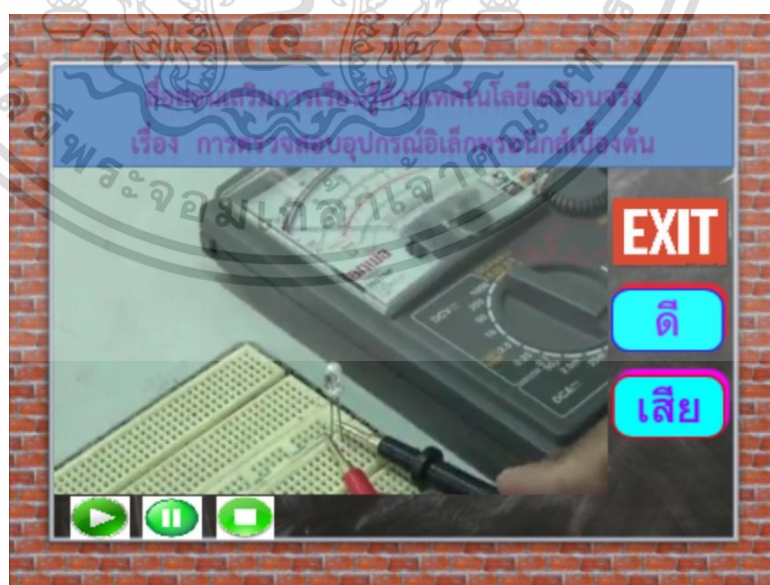
ตัวอย่างหน้าจอสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการ
ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างหน้าจอสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น



ภาพที่ ข.1 หน้าแรกของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น




ภาพที่ ข.2 หน้าแรกของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1. Download App hp EVEAL 

ใน App Store  หรือ Play Store 

2. ทำการยืนยันการใช้งาน

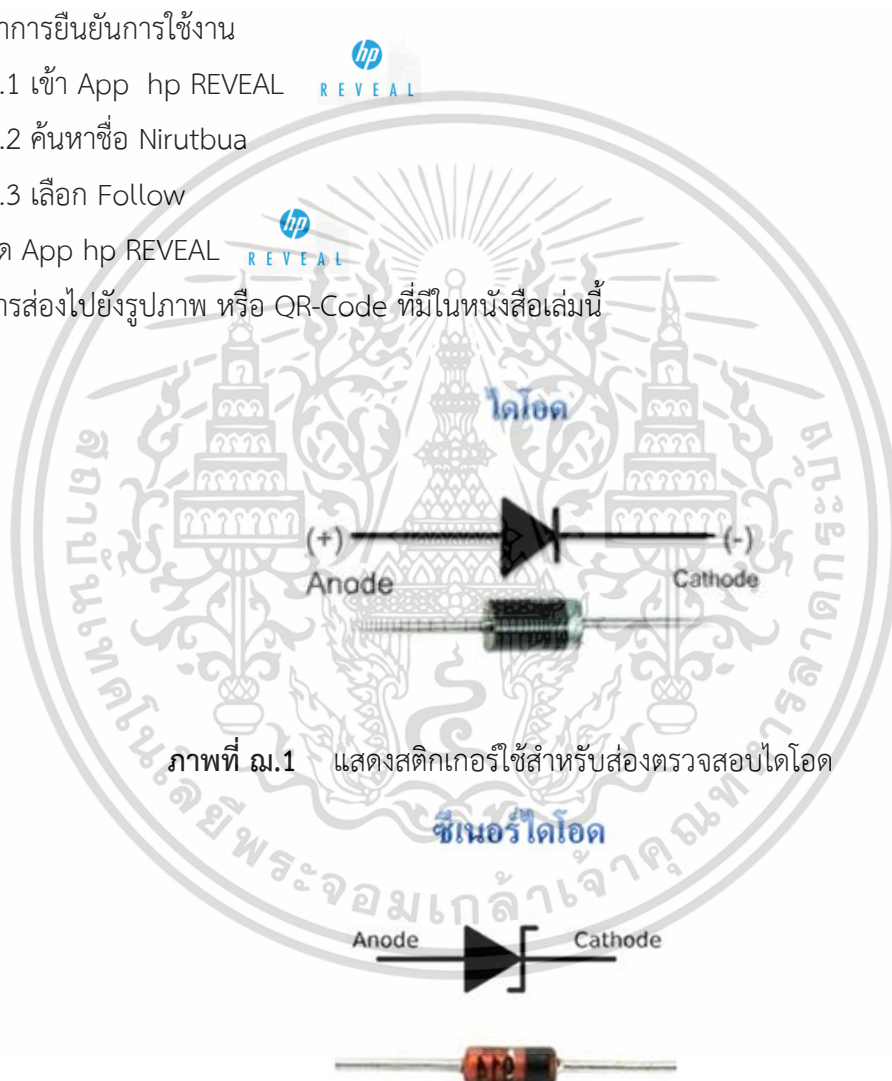
2.1 เข้า App hp REVEAL 

2.2 ค้นหาชื่อ Nirutbua

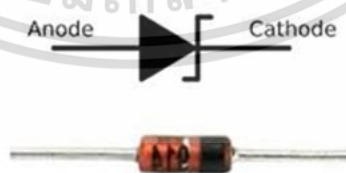
2.3 เลือก Follow

3.เปิด App hp REVEAL 

ทำการส่องไปยังรูปภาพ หรือ QR-Code ที่มีในหนังสือเล่มนี้



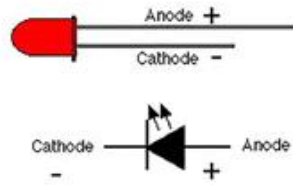
ภาพที่ ฅ.1 แสดงสติกเกอร์ใช้สำหรับส่องตรวจสอบไดโอด



ภาพที่ ฅ.2 แสดงสติกเกอร์ใช้สำหรับส่องตรวจสอบซีเนอร์ไดโอด

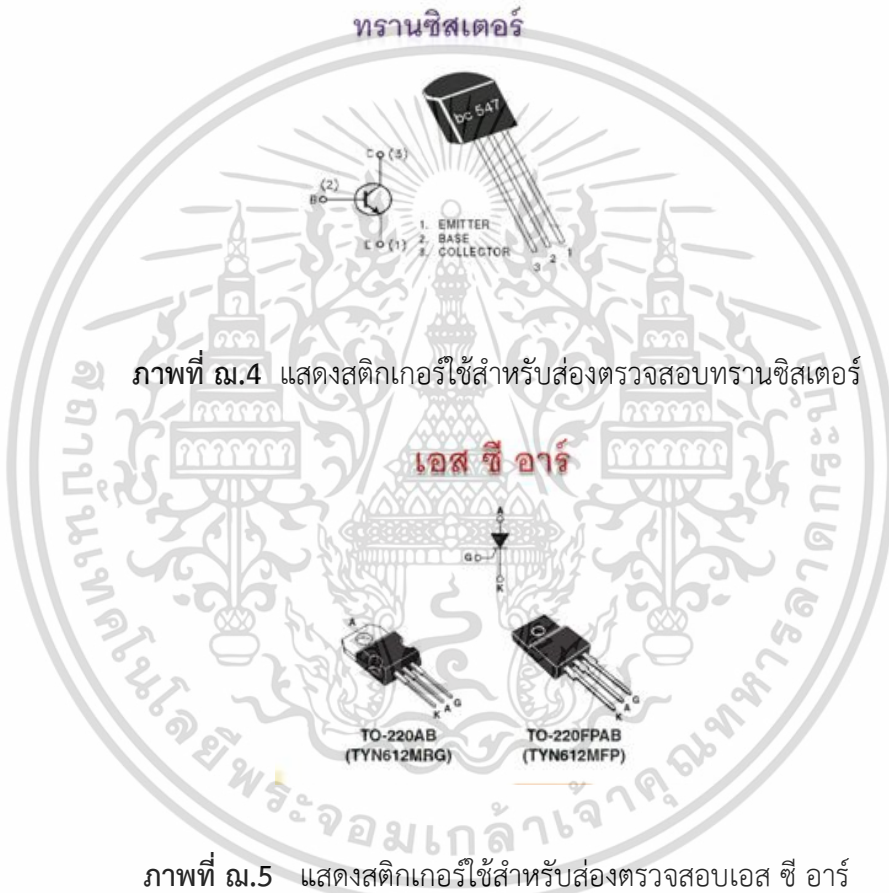
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอล อี ดี



ภาพที่ ฅ.3 แสดงสติกเกอร์ใช้สำหรับส่องตรวจสอบแอล อี ดี

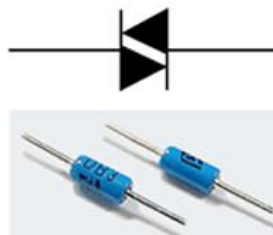
ทรานซิสเตอร์



ภาพที่ ฅ.4 แสดงสติกเกอร์ใช้สำหรับส่องตรวจสอบทรานซิสเตอร์

ภาพที่ ฅ.5 แสดงสติกเกอร์ใช้สำหรับส่องตรวจสอบเอส ซี อาร์

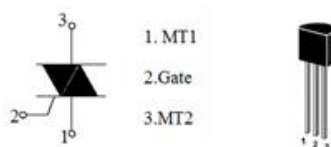
ไดโอด



ภาพที่ ฅ.6 แสดงสติกเกอร์ใช้สำหรับส่องตรวจสอบไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทรแอก



ภาพที่ ฅ.7 แสดงสติ๊กเกอร์ใช้สำหรับส่องตรวจสอบไทรแอก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายนิรุทธิ์ บัวประเสริฐ
วัน เดือน ปีเกิด	21 กันยายน 2523
สถานที่เกิด	อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา
ที่อยู่ปัจจุบัน	28 ม.5 ตำบลเสม็ดเหนือ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา (24110)
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2561 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พ.ศ.2549-ปัจจุบัน ครูผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคจุฬารามณ์ (ลาดขวาง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้