

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม  
สำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

A DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY FOR  
ACTIVE LEARNING ON FUNCTION GENERATOR UTILIZATION



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาครุศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีทางการศึกษา)  
คณะครุศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2564

KMITL-2021-ED-M-219-044

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY FOR  
ACTIVE LEARNING ON FUNCTION GENERATOR UTILIZATION



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN INDUSTRIAL EDUCATION  
(EDUCATIONAL TECHNOLOGY)  
SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2021

KMITL-2021-ED-M-219-044

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2021

SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ
นักศึกษา	นางสาวทิพวรรณ เถรักษา
รหัสประจำตัว	62603023
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม (เทคโนโลยีทางการศึกษา)
พ.ศ.	2564
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก และนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม จำนวน 95 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20-0.90 และมีค่าความเชื่อถือได้ (KR-20) เท่ากับ 0.97 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ในภาพรวมมีคุณภาพในระดับดีมาก ( $\bar{x}=4.57$ ,  $S=0.11$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านของรายการประเมินพบว่า ด้านเนื้อหา มีคุณภาพดีมาก ( $\bar{x}=4.52$ ,  $S=0.41$ ) ในด้านเทคนิคผลิตสื่อ มีคุณภาพดีมาก ( $\bar{x}=4.62$ ,  $S=0.26$ ) มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ  $83.50/81.11$  ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Development of Augmented Reality for Active Learning on Function Generator Utilization
Student	Miss Thippawan Talucksa
Student ID.	62603023
Degree	Master of Industrial Education
Program	Industrial Education (Educational Technology)
Year	2021
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Attaporn Ridhikerd
Thesis Co-Advisor	Asst.Prof. Dr.Sirirat Petsangsri

## ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop Augmented reality for active learning on function generator utilization that met quality and efficiency 2) to compare learning achievement between the students learning by Augmented reality for active learning and the students learning through a traditional method. The sample group used in the study was the first-year undergraduate students in Engineering Education. The samples were selected by Cluster Random Sampling of 95 people. The research instruments consisted of Augmented reality for active learning on function generator utilization, the quality evaluation form and an achievement test comprised of 30 items with the index of item objective congruence (IOC) is between 0.67-1.00, the difficulty Index (p) between 0.20-0.75, the discrimination (r) between 0.20-0.90 and the reliability test by means of KR-20 at 0.97. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation and t-test for independent samples.

The results of the research showed that the quality of Augmented reality for active learning on function generator utilization was a very good level in the overall ( $\bar{X} = 4.57$ ,  $S=0.11$ ). When considering each aspect found that the results in the content was a very good level ( $\bar{X} = 4.52$ ,  $S=0.41$ ), in the multimedia technology was a very good level ( $\bar{X} = 4.62$ ,  $S=0.26$ ). The result of the efficiency ( $E_1/E_2$ ) was at 83.50/81.11 in accordance with the required criteria. Also, the learning achievement of students learning with Augmented reality for active learning was significantly higher than the students who students learning through a traditional method with a statistical significance level at .05.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จน วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้าน เทคนิคการผลิตสื่อให้มีความเหมาะสมต่อการวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่งที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุน ช่วยเหลือผู้วิจัยทุกด้านเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัย ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ทิพวรรณ เถรรักษา

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT .....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ .....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย .....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย .....	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย .....	5
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	6
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 สังเขปรายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2.....	9
2.2 การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ .....	11
2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม .....	17
2.4 การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม.....	29
2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงรุก .....	32
2.6 การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม.....	39
2.7 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้.....	42
2.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	48
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	52
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	55
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	55
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และห้ามอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	56
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	65
3.5 สูตรและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	71
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม .....	71
4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม .....	75
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	76
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	77
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	77
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	77
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	79
บรรณานุกรม.....	80
ภาคผนวก.....	83
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ .....	84
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคผลิตสื่อ .....	91
ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ .....	99
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	104
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง.....	110
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือและข้อมูล .....	114
ภาคผนวก ช หนังสือความเป็นจริงเสริม.....	125
ประวัติผู้วิจัย.....	142

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แผนการเรียนรู้รายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2..... 10
2.2	ชื่อหัวข้อ-ปุมปรับและหน้าที่การทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณ ..... 14
3.1	การทดลองที่มีการวัดเฉพาะหลังให้สิ่งทดลอง..... 66
4.1	ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำแนกเป็นด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ..... 72
4.2	ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้านเนื้อหา..... 72
4.3	ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 74
4.4	ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ..... 75
4.5	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ..... 76
ข.1	แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ..... 94
ข.2	แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ..... 97
ค.1	ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม..... 100
ค.2	ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ..... 102
ง.1	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ..... 105
จ.1	แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ..... 111
ฉ.1	ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ..... 115
ฉ.2	ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ..... 118
ฉ.3	ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวน . 119
ฉ.4	คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ 1 ..... 121
ฉ.5	คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (กลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 3)..... 123

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณ .....	11
2.2 รูปคลื่นพื้นฐาน .....	12
2.3 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดสัญญาณ .....	12
2.4 ขั้วต่อ-ปุมปรับบนเครื่องกำเนิดสัญญาณ.....	13
2.5 การแสดงผลแบบ Marker-based AR .....	18
2.6 การแสดงผลแบบ Markerless AR.....	19
2.7 การแสดงผลแบบ Location Based Tracking .....	19
2.8 การแสดงผลแบบ Superimposition-based AR .....	20
2.9 การแสดงผลแบบ Projection-based AR .....	20
2.10 การแสดงผลแบบ Outlining AR.....	21
2.11 การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม .....	24
2.12 การประยุกต์ใช้ทางการแพทย์.....	25
2.13 การประยุกต์ใช้ทางด้านการธุรกิจ.....	25
2.14 การประยุกต์ใช้ทางด้านการโฆษณา .....	26
2.15 การประยุกต์ใช้กับการท่องเที่ยว.....	26
2.16 การประยุกต์ใช้ทางด้านพิพิธภัณฑ์ .....	27
2.17 การประยุกต์ใช้ทางด้านการรักษาความปลอดภัยและการป้องกันประเทศ.....	28
2.18 ภาพหน้าจอของแอปพลิเคชัน Star Walk บน iPad.....	28
2.19 ภาพกรวยแห่งการเรียนรู้.....	34
3.1 ขั้นตอนในการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม .....	59
3.2 ขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้.....	61
3.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	65

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นยุคของข้อมูลข่าวสารและการเปลี่ยนแปลงด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยี การเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศสามารถทำได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้เรียนจึงต้องเปลี่ยนบทบาทตนเองจากผู้รับข้อมูลมาเป็นแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและแสวงหาความรู้ที่อยู่ตลอดเวลา ตลอดจนผู้สอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนบทบาทและวิธีการเรียนการสอนจากผู้ถ่ายทอดมาเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก วิธีการค้นคว้าหาความรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนเชิงรุก ที่เน้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรคทางปัญญา เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ แสวงหาความรู้และใช้ทักษะต่างๆ ได้ด้วยตนเองด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ (เสาวภา เพ็ชรรัตน์. 2560 : 3) ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ตอบสนองความเปลี่ยนแปลงของสังคมเทคโนโลยี จากผู้สอนที่มีบทบาทเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ปรับเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้จัดการเรียนรู้ เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ประยุกต์ใช้สื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยี ให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สร้างความเข้าใจด้วยตนเองจนเกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (ศุภย์ ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพศึกษาศาสตร์. 2561 : 1)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียน มุ่งให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติโดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก สร้างแรงบันดาลใจ ให้คำปรึกษา ดูแล แนะนำ ทำหน้าที่เป็นโค้ชและพี่เลี้ยง แสวงหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ด้วยความหมาย ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้มีความเข้าใจในตนเอง ใช้สติปัญญา คิด วิเคราะห์สร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรมที่บ่งบอกถึงการมีสมรรถนะสำคัญในศตวรรษที่ 21 มีทักษะวิชาการ ทักษะชีวิตและทักษะวิชาชีพ บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ตามระดับช่วงวัย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2562 : 4)

ปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งในด้านการศึกษาดูแลกันที่ได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือ Augmented Reality (AR) ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 นับว่าเป็นนวัตกรรมที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยอาศัยคุณลักษณะที่สามารถจำลองสถานการณ์หรือวัตถุโดยผู้เรียนเป็นผู้กระทำในสิ่งแวดล้อมเสมือนนั้น นอกจากนั้นยังเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพสูงสุด สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ส่งเสริมการรับรู้และระลึกได้ของผู้เรียน สามารถอธิบายความเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจนขึ้น (ใจทิพย์ ณ สงขลา. 2550 : 50) จึงได้มีผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการเรียนการสอนในลักษณะต่างๆ เช่น การสร้างหนังสือที่ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับนักเรียนเกรด 4 (Rodgers. 2014 : 80) การพัฒนารูปแบบคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสตรีมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี (เกรียงไกร พลະสนธิ. 2559 : 52) การพัฒนาตารางธาตุแบบความเป็นจริงเสริมแบบจิ๊กซอว์ (วัชรพงษ์ โธรัตน์ และคนอื่นๆ. 2560 : 75)

การนำความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้จะสามารถช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ช่วยเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้การสื่อสาร และลดรอยต่อของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือน ให้ความสนใจกับการเรียนรู้การเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนเพิ่มขึ้น สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนให้มีการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเพิ่มการเรียนรู้ในส่วนที่มองไม่เห็นหรือเป็นเรื่องที่อธิบายยาก สามารถเห็นและเข้าใจได้เมื่อนำเทคโนโลยีนี้เข้าไปร่วมด้วย ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเพิ่มเติมได้อย่างเต็มศักยภาพและทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น สร้างประสบการณ์ให้กับผู้เรียนที่แตกต่างไปจากเดิมได้ จะเห็นได้ว่าที่นำเอาความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนนั้น จะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น (วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2558 : 19) จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนโดยใช้สื่อความเป็นจริงเสริม เป็นรูปแบบของการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น ผู้เรียนจะมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติหรือค้นคว้าด้วยตนเอง และสามารถที่จะพัฒนาศักยภาพของตนเอง ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการจัดการเรียนในสถาบันการศึกษา (พงศธร ช่างโรจน์. 2563 : 3)

การเรียนการสอนรายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 รหัสวิชา 03376518 เป็นวิชาบังคับในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2562) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 มาแล้ว พบว่า การจัดการเรียนการสอนนั้นยังมีปัญหาในเรื่องการใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ คือ ผู้เรียนมองไม่เห็นภาพการใช้งานและยังไม่เข้าใจหลักการใช้งานของปุ่มกดหรือปุ่มหมุนของเครื่องกำเนิดสัญญาณ ซึ่งการเรียนการสอนในปัจจุบันผู้สอนยังใช้วิธีการสอนแบบบรรยายหน้าชั้นเรียน และเป็นการจัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ ทำให้ผู้สอนไม่สามารถทบทวนเนื้อหาได้ซ้ำ เนื่องจากต้องจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามแผนการเรียนการสอน จึงทำให้ขาดความทั่วถึง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนไม่ดีเท่าที่ควร และสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องการสื่อการสอนเสริมที่เป็นรูปภาพ ที่สามารถจำลองการใช้งานได้ เพื่อการเรียนรู้ที่เข้าใจและเห็นภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ไม่จำกัดแค่ในห้องเรียน นอกจากนี้ วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2556 : 7) และ ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556 : 2) ผู้เรียนเกิดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการร่วมกันเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการรู้ ทำให้การเรียนรู้ไม่ได้จำกัดแต่ในห้องเรียน โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที อาจมีลักษณะเป็นภาพนิ่งภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหวและรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย เป็นการนำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้ได้เทคโนโลยีทางการศึกษา ซึ่งเรียกว่า หนังสือความจริงเสริม

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความคิดว่าสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะเป็นแนวทางที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนในปัจจุบัน จึงเห็นแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่และทบทวนเนื้อหาได้ตลอดเวลา ซึ่งช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนและได้สื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยใช้รูปแบบ ADDIE Model ของ Roderic Sims (Seels and Glasgow. 1998 : 176) ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.4.1.1 การวิเคราะห์ (A : Analysis)
- 1.4.1.2 การออกแบบ (D : Design)
- 1.4.1.3 การพัฒนา (D : Development)
- 1.4.1.4 การทดลองใช้ (I : Implementation)
- 1.4.1.5 การประเมินผล (E : Evaluation)

#### 1.4.2 กรอบแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ มนต์ชัย เทียนทอง (2551 : 100) มาเป็นกรอบแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ด้วยวิธีจับคู่คิด (Think Pair Share) มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

- 1.4.2.1 ขั้นตอนการคิด
- 1.4.2.2 ขั้นตอนการจับคู่
- 1.4.2.3 ขั้นตอนการแลกเปลี่ยน

#### 1.4.3 กรอบแนวคิดในการหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ ญัฐกร สงคราม (2557 : 78) มาเป็นกรอบแนวคิดในการหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่

- 1.4.3.1 คุณภาพด้านเนื้อหา
- 1.4.3.2 คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

#### 1.4.4 กรอบแนวคิดการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 9) มาเป็นกรอบแนวคิดในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ซึ่งประกอบไปด้วย

- 1.4.4.1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ )
- 1.4.4.2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )

#### 1.4.5 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก เป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) โดยยึดกรอบแนวคิด Bloom's Taxonomy Revised ของ Anderson & Krathwohl (2001 : 89) ซึ่งจำแนกไว้เป็น 6 ระดับ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.4.5.1 จำ (Remembering)
- 1.4.5.2 เข้าใจ (Understanding)
- 1.4.5.3 ประยุกต์ใช้ (Applying)
- 1.4.5.4 วิเคราะห์ (Analyzing)
- 1.4.5.5 ประเมินผล (Evaluating)
- 1.4.5.6 สร้างสรรค์ (Creating)

ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้จะวัดความรู้ด้านพุทธิพิสัย ใน 3 ระดับ ได้แก่ จำ (Remembering) เข้าใจ (Understanding) และประยุกต์ใช้ (Applying)

## 1.5 ขอบเขตการวิจัย

### 1.5.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 รหัสวิชา 03376518 จำนวน 95 คน

### 1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 รหัสวิชา 03376518 จำนวน 95 คน ด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1.5.2.1 กลุ่ม 1 : ใช้หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ จำนวน 33 คน

1.5.2.2 กลุ่ม 2 : เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ จำนวน 32 คน

1.5.2.3 กลุ่ม 3 : เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 30 คน

### 1.5.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีดังนี้

1.5.3.1 คุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1.5.3.2 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.3.3 ตัวแปรในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ แบ่งออกได้ดังนี้

(1) ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก และวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

(2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

#### 1.5.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ประกอบด้วย

1.5.4.1 รูปคลื่นพื้นฐาน

1.5.4.2 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1.5.4.3 คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1.5.4.4 ชื่อและหน้าที่ของขั้วต่อ-ปุ่มปรับของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1.5.4.5 ประโยชน์ของการใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1.5.4.6 ข้อควรระวังและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1.5.4.7 การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณเบื้องต้น

#### 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ จะนำเสนอเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดสัญญาณ GW Instek รุ่น SFG-1003 เท่านั้น

1.6.2 สมาร์ทโฟนที่นำมาใช้กับสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ จะต้องเป็นสมาร์ทโฟนระบบ IOS 8.0 หรือสูงกว่า และระบบ Android 4.0 หรือสูงกว่า ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

#### 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่นำเทคโนโลยีมาเชื่อมโยง รูปภาพ วิดีโอ หรือการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ ซึ่งมีเนื้อหา เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการทำงานผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตทั้งในระบบ

IOS หรือระบบ Android เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.2 การเรียนรู้เชิงรุก หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้แบบจับคู่คิด (Think-Pair Share) ที่ให้นักศึกษาได้คิด อภิปราย แก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบร่วมกัน โดยเริ่มจากขั้นตอนการคิดโดยครูตั้งคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาให้นักศึกษาทั้งชั้นเรียน ให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการคิดหาคำตอบด้วยตนเอง ขั้นตอนการจับคู่ให้นักศึกษาจับคู่กัน และขั้นตอนการแลกเปลี่ยนให้นำคำตอบของตนเองไปอภิปรายกับเพื่อนที่จับคู่เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน และนำผลที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

1.7.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณ หมายถึง เครื่องมือทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ยี่ห้อ GW Instek รุ่น SFG-1003 ที่ใช้ผลิตสัญญาณความถี่ไฟฟ้าชนิดต่างๆ สามารถควบคุมปรับแต่งได้ทั้งระดับความแรงและความถี่ โดยทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณ

1.7.4 คุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพด้านเนื้อหาและคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.7.5 คุณภาพด้านเนื้อหา หมายถึง การตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสมบูรณ์ของเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถทางด้านวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1.7.6 คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ หมายถึง การตรวจสอบสื่อที่ถูกนำเข้ามาใช้ในบทเรียน ได้แก่ ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.7.7 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ หมายถึง อัตราส่วนของประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียนต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยได้จากผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ  $E_1/E_2$  ไม่ต่ำกว่า 80/80

$E_1$  หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

$E_2$  หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่นักศึกษาได้จากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.7.9 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้และความชำนาญด้านการใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณ และผู้ที่มีความชำนาญด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.7.10 การจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก หมายถึง การเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

1.7.11 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง อาจารย์ผู้สอนดำเนินการสอนด้วยการบรรยาย การอธิบาย การอภิปราย การยกตัวอย่าง และการต่ออุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 สังเขปรายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2
- 2.2 การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ
- 2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- 2.4 การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- 2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงรุก
- 2.6 การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- 2.7 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอน
- 2.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 สังเขปรายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2

รายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 เป็นวิชาบังคับในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม (หลักสูตรปรับปรุง พุทธศักราช 2562) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีรายละเอียดดังนี้

ชื่อวิชา	การปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 ELECTRICAL AND ELECTRONICS LABORATORY 2
รหัสวิชา	03376518
ระดับ	ปริญญาตรี
เวลาเรียน	3 คาบ/สัปดาห์
จำนวนหน่วยกิต	1 หน่วยกิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

ปฏิบัติในหัวข้อ เครื่องมือวัดพื้นฐานวิศวกรรม วงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน และวงจรดิจิทัลพื้นฐาน

### 2.1.2 วัตถุประสงค์ของรายวิชา

เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะเกี่ยวกับพื้นฐานทางด้านปฏิบัติงานไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.1 แผนการเรียนรู้รายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2

ลำดับที่	เรื่องที่	ชื่อเรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1	1	การใช้งานออสซิลโลสโคป	3
2	2	การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ	3
3	3	การวัดและทดสอบวงจรออสซิลโลสโคป	3
4	4	วงจร RC	3
5	5	วงจร Clipper	3
6	6	วงจร Clamper	3
7	7	วงจร Timer โดยใช้ไอซี 555	3
8		สอบกลางภาค	
9	8	วงจรเรียงกระแส	3
10	9	วงจรขยายสัญญาณโดยใช้ทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์	3
11	10	วงจรขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์	3
12	10	วงจรขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์ (ต่อ)	3
13	11	วงจรเลื่อนเฟส	3
14	12	Binary & BCD to 7segment Counter	3
15	12	Binary & BCD to 7segment Counter (ต่อ)	3
16		สอบปลายภาค	
<b>รวม</b>			<b>40</b>

จากตารางที่ 2.1 ผู้วิจัยได้ทำการเลือกเนื้อหา เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มาพัฒนาเป็นสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

เครื่องกำเนิดสัญญาณ หรือ ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สร้างคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มักใช้งานร่วมกับออสซิลโลสโคป เพื่อดูรูปสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากวงจรต่างๆ ที่แรงดันไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดสัญญาณป้อนเข้าไป โดยเครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคปถูกใช้ในการทดลองวงจรที่เกี่ยวข้องกับความถี่ต่างๆ เช่น วงจรขยายเสียง วงจรกรองความถี่ วงจรวิทยุ วงจ่ายไฟแบบสวิตช์ซึ่งเป็นต้น สามารถกำเนิดความถี่ได้กว้างประมาณ 0.02 Hz-50 MHz เครื่องกำเนิดสัญญาณที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานถูกเรียกชื่อต่างกัน ตามค่าความถี่และชนิดของสัญญาณที่กำเนิด



ภาพที่ 2.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณ

ที่มา : <https://kr.element14.com/gw-instek/sfg-1003/function-generator-1ch>

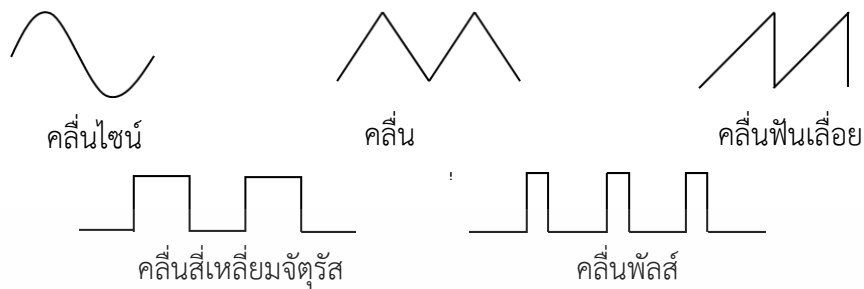
จากภาพที่ 2.1 แสดงเครื่องกำเนิดสัญญาณ ยี่ห้อ GW Instek รุ่น SFG-1003 สามารถให้กำเนิดความถี่ขึ้นมาได้ตั้งแต่ 0.1Hz ถึง 3MHz มีรูปสัญญาณให้เลือก 3 แบบ คือ คลื่นไซน์ คลื่นสามเหลี่ยม และคลื่นสี่เหลี่ยม ในรูปคลื่นสี่เหลี่ยมสามารถปรับให้เป็นรูปคลื่นพัลส์ได้ ความแรงของสัญญาณสูงสุดประมาณ 10Vp-p ที่อิมพีแดนซ์เอาต์พุต 50Ω หน้าจอแสดงค่าความถี่ด้วยตัวเลขขนาด 6 หลัก

### 2.2.1 รูปคลื่นพื้นฐาน

รูปคลื่นมีความสำคัญกับงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพราะงานด้านนี้ต้องทำงานที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณแทบทั้งสิ้น เครื่องกำเนิดสัญญาณจะเป็นตัวกำเนิดรูปคลื่นชนิดต่างๆ ขึ้นมา เช่น

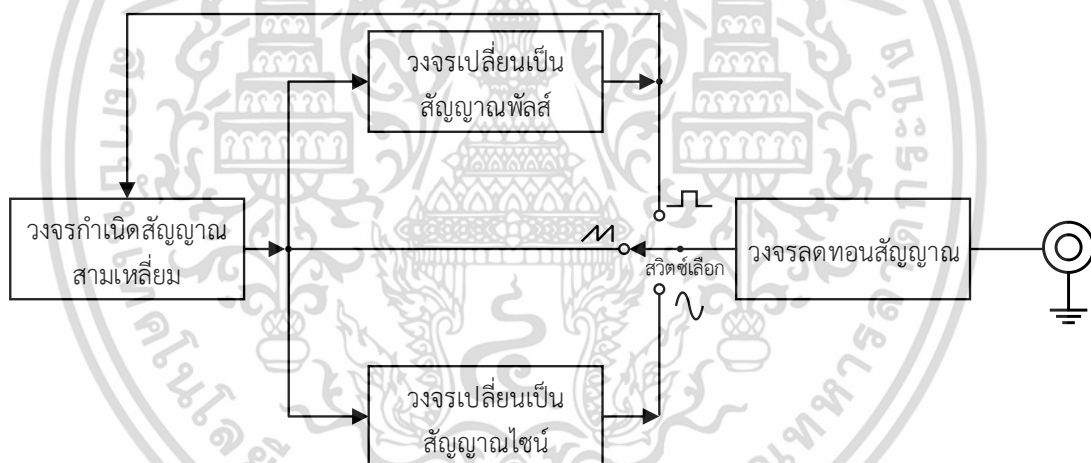
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นไซน์ (Sine Wave) คลื่นสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square Wave) คลื่นสามเหลี่ยม (Triangular Wave) คลื่นพัลส์ (Pulse Wave) และคลื่นฟันเลื่อย (Sawtooth Wave) ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 รูปคลื่นพื้นฐาน

### 2.2.2 หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณ



ภาพที่ 2.3 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

จากภาพที่ 2.3 เป็นบล็อกไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยเริ่มจากวงจรกำเนิดสัญญาณสามเหลี่ยม โดยใช้วงจรอินทิเกรเตอร์ หากผู้ใช้งานเลือกสัญญาณสามเหลี่ยมสัญญาณจะถูกส่งตรงไปยังสวิตช์เลือกสัญญาณ แต่ถ้าต้องการสัญญาณพัลส์ ก็จะถูกส่งไปวงจรเปลี่ยนเป็นสัญญาณพัลส์ โดยใช้วงจรจุดชนวนของชมิตต์ (Schmitt Trigger Circuit) หรือเมื่อต้องการสัญญาณไซน์ ก็จะถูกส่งไปยังวงจรเปลี่ยนเป็นสัญญาณไซน์ เมื่อสวิตช์เลือกได้เลือกสัญญาณใดแล้วสัญญาณที่ถูกเลือกจะถูกส่งไปยังวงจรลดทอนสัญญาณและไปปรากฏที่เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

เครื่องกำเนิดสัญญาณใช้เป็นเครื่องกำเนิดความถี่ที่สามารถสร้างรูปคลื่นเอาต์พุตได้หลายรูปคลื่น สัญญาณที่กำเนิดขึ้นมาต้องสามารถควบคุมได้ ทั้งการปรับแต่งรูปคลื่น ปรับแต่งความแรง และปรับแต่งความถี่ได้ เพื่อใช้เป็นสัญญาณส่งออกไปยังอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ เพื่อการตรวจสอบ ตรวจสอบ ปรับแต่ง หรือวัดเปรียบเทียบค่า โดยถือว่าสัญญาณที่กำเนิดจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเป็นสัญญาณมาตรฐานหรือสัญญาณอ้างอิง ในการนำไปใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตามควรต้องมีคุณสมบัติในการทำงานและการใช้งานที่เหมือนกัน ดังนี้

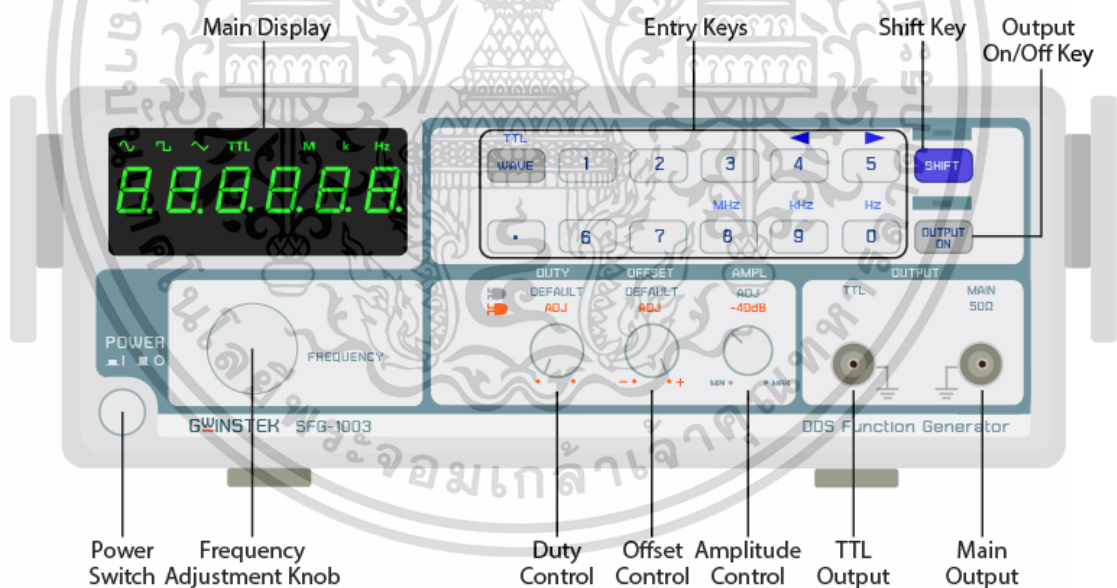
2.2.3.1 ความถี่ที่ถูกผลิตขึ้นมาต้องมีความคงที่ และสามารถอ่านค่าออกมาได้

2.2.3.2 สัญญาณที่กำเนิดขึ้นมาต้องไม่ผิดเพี้ยน และไม่มีสัญญาณรบกวน

2.2.3.3 สามารถควบคุมความแรงของสัญญาณที่ผลิตขึ้นมาได้ ตั้งแต่ความแรงค่าต่ำๆ จนถึงความแรงค่าสูงๆ

### 2.2.4 ชื่อและหน้าที่ของขั้วต่อ-ปุ่มปรับของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีการใช้งานที่แตกต่างกันแล้วแต่ยี่ห้อรุ่นที่บริษัทต่างๆ ได้ผลิตออกมา แต่ในการใช้งานทั่วไปจะเหมือนกัน






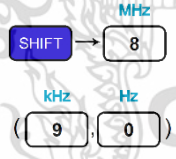
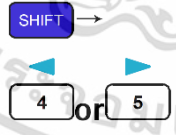





ภาพที่ 2.4 ขั้วต่อ-ปุ่มปรับบนเครื่องกำเนิดสัญญาณ

จากภาพที่ 2.4 เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณหลายแบบยี่ห้อ GW Instek รุ่น SFG-1013 ซึ่งมีรายละเอียดของชื่อขั้วต่อ-ปุ่มปรับและหน้าที่การทำงาน ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ชื่อขั้วต่อ-ปุ่มปรับและหน้าที่การทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ชื่อขั้วต่อ-ปุ่มปรับ	รูปร่างลักษณะ	หน้าที่การทำงาน
<b>Main Display</b>		
7 segment LED		แสดงความถี่และแรงดันไฟฟ้า
TTL indicator	<b>TTL</b>	ระบุว่าเอาต์พุต TTL เปิดใช้งาน
Waveform indicator		แสดงรูปคลื่น : ไซน์ สี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม
Frequency indicator	<b>M k Hz</b>	ระบุความถี่เอาต์พุต : MHz, kHz และ Hz
<b>Entry keys</b>		
Waveform key		เลือกรูปคลื่น : ไซน์ สี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม
TTL activation		เปิดใช้งานขั้วต่อ TTL
Numerical keys		ตัวเลขสำหรับระบุความถี่
Frequency unit selection		ระบุหน่วยความถี่ : MHz, kHz หรือ Hz
Cursor selection		เลื่อนเคอร์เซอร์ (ตำแหน่งความถี่) ซ้ายหรือขวา
Shift key		เปิดใช้งานตัวอักษรแฉาบ (ตัวอักษรสีฟ้า)
Output On/Off key		ส่งสัญญาณไปยังขั้วต่อ
<b>Others</b>		
Frequency editing knob		ปรับความถี่ (หมุนขวาเพิ่มขึ้น หรือหมุนซ้ายลดลง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ชื่อขั้วต่อ-ปุ่มปรับ	รูปร่างลักษณะ	หน้าที่การทำงาน
Main output		เอาต์พุตหลักของเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่ขั้วต่อมีความต้านทานขาออก 50Ω เหมาะที่จะส่งไปในระบบที่มีความต้านทาน 50Ω
TTL output		จะได้แรงดันเอาต์พุตที่คงที่ และมีลักษณะเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมเท่านั้น จะรับเฉพาะคลื่นสี่เหลี่ยมที่เป็นพัลส์ ซึ่งแรงดันจะต้องอยู่ในพิกัดที่เหมาะสมกับ TTL
Amplitude control		ปรับความกว้างของสัญญาณเอาต์พุต ตั้งแต่ 2mVp-p ถึง 10Vp-p สำหรับความต้านทานขาออก 50Ω การตั้งค่าความกว้างนี้ใช้ไม่ได้กับ TTL Output  เมื่อตั้งออกจะลดทอนสัญญาณ -40dB
DC offset control		ปรับค่าแรงดัน Offset ของสัญญาณในกรณีที่สัญญาณทางออก (Output) บิดเบี้ยวไป การตั้งค่า Offset ใช้ไม่ได้กับ TTL Output  เมื่อตั้งออกเพิ่มหรือลบ Offset ให้กับรูปคลื่นไซน์ รูปคลื่นสี่เหลี่ยม หรือรูปคลื่นสามเหลี่ยม รูปคลื่นจึงเปลี่ยนตำแหน่งในแนวตั้ง
Duty cycle control		ปุ่มที่ทำหน้าที่ปรับค่าของสัญญาณสี่เหลี่ยมให้มีค่าอัตราส่วนความกว้างภายในลูกคลื่น 1 รอบ มีค่าต่างกัน เรียกว่า Duty cycle  ค่าตั้งต้นตั้งไว้ที่ 50% เมื่อตั้งออกสามารถตั้งค่ารอบการทำงานที่น้อยกว่า 50%
Power switch		เปิด / ปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณ

## 2.2.5 ประโยชน์ของการทำงานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ประโยชน์ของการทำงานเครื่องกำเนิดสัญญาณมีดังนี้

### 2.2.5.1 ใช้เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.2 ใช้เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณอ้างอิง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ

2.2.5.3 ใช้เพื่อการทดสอบและปรับแต่งเครื่องมือและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด เช่น เครื่องรับวิทยุ เครื่องขยายเสียง เครื่องรับส่งวิทยุ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.2.5.4 ใช้ในการทดลองภายในห้องปฏิบัติการทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2.2.5.5 ใช้เป็นอุปกรณ์ร่วมในการทำงานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2.2.5.6 ใช้ในการตรวจซ่อมอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

## 2.2.6 ข้อควรระวังและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ข้อควรระวังและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดสัญญาณมีดังนี้

2.2.6.1 ข้อควรระวังของการใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณ คือ ไม่ควรนำปลายสายโพรมมาสัมผัสกันและไม่ควรนำไปต่อกับวงจรที่มีค่าความต้านทานรวมต่ำ เพราะอาจทำให้เครื่องกำเนิดสัญญาณที่มีคุณภาพต่ำได้รับความเสียหายได้และระวังอย่านำสัญญาณใดๆ เข้าที่เอาต์พุตของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

2.2.6.2 การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดสัญญาณ คือ ศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่องให้เข้าใจก่อนนำไปใช้งาน ควรจัดเก็บรักษาไว้ในตู้จัดเก็บ ไม่ควรอยู่ในที่ร้อนที่ชื้นและมีฝุ่นมาก

## 2.2.7 การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณเบื้องต้น

การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณเบื้องต้น มีขั้นตอนดังนี้

2.2.7.1 เสียบปลั๊กไฟ กดปุ่ม Power Switch เพื่อเปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณ

2.2.7.2 เสียบขั้วต่อ Main Output

2.2.7.3 เลือกรูปคลื่นที่ต้องการ โดยกดปุ่ม Wave

2.2.7.4 ระบุความถี่ที่ต้องการ พร้อมระบุหน่วยของความถี่

2.2.7.5 กดปุ่ม Output เพื่อทำการส่งสัญญาณออกไปยังขั้วต่อ

สำหรับสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีเนื้อหาด้วยกันทั้งหมด 7 หัวข้อ ได้แก่ รูปคลื่นพื้นฐาน หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณ คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณ ชื่อและหน้าที่ของขั้วต่อ-ปุ่มปรับของเครื่องกำเนิดสัญญาณ ประโยชน์ของการใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ข้อควรระวังและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดสัญญาณ และการใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณเบื้องต้น ซึ่งใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

### 2.3.1 ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีนี้ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไป ภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก แต่ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยีจึงมีการใช้ไม่แพร่หลายเท่าไร แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีมือถือ และการสื่อสารข้อมูลไร้สาย รวมทั้งการประมวลผลต่างๆ มีความรวดเร็วขึ้น และมีราคาถูกลง จึงทำให้อุปกรณ์สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ทำให้เทคโนโลยีที่อยู่แต่ในห้องทดลอง กลายเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานกันง่ายๆ ไปแล้ว โดยในช่วง 2-3 ปีมานี้ Augmented Reality เป็นเรื่องที่ถูกกล่าวถึงอยู่เป็นระยะ แม้จะไม่ฮอตฮิตเหมือนแอปพลิเคชันตัวอื่นๆ ก็ตาม แต่อนาคตยังไปได้อีกไกล ทั้ง Virtual Reality และ Augmented Reality สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางหลากหลาย ทั้งด้าน อุตสาหกรรม การทหาร การแพทย์ การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร และ การศึกษา

จากการรวบรวมเรียบเรียงความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่า ส่วนใหญ่ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นั้นจะถูกอธิบายไปตามลักษณะงานที่สร้างขึ้น ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2544 ) [ออนไลน์] ได้ให้ความหมายคำว่า Augmented Reality ว่าหมายถึง ความเป็นจริงเสริม

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556 : 1) ได้ให้ความหมายเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไว้ว่า Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกัน ผ่านวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Webcam, Computer Pattern, Software และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มอนิเตอร์ โปรเจคเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผล โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที อาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่ง ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว และรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบ

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2556 : 2) ได้ให้ความหมายเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไว้ว่า Augmented Reality (AR) คือ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริง (Real World) เข้ากับการปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง (Virtual World) โดยผ่านการเทคนิคการแสดงผลสามมิติจากกล้องเว็บแคม ทำให้เกิดการซ้อนทับระหว่างภาพในโลกแห่งความเป็นจริง กับภาพที่เกิดขึ้นในโลกเสมือน ซึ่งการผสมผสานของภาพที่เกิดขึ้นนั้นจะต้องเกิดขึ้นจากการได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเป็นสำคัญ

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556 : 28) กล่าวถึงเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ว่าเป็นเทคโนโลยีที่ผสมโลกของความจริง (Real World) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริงๆ ในโลกของความเป็นจริง ผ่านกล้องดิจิทัล เว็บแคม หรืออุปกรณ์อื่นๆ และให้ผลการแสดงภาพ ณ เวลาจริง (Real Time)

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561 : 196) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ความเป็นจริงเสริม (AR : Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่นำสื่อที่เคยเป็นส่วนประกอบบนโลกเสมือน (Virtual World) เช่น ภาพกราฟิก วีดีโอ รูปทรงสามมิติ แอนิเมชัน ให้ผนวกซ้อนทับกับภาพในโลกจริงที่ปรากฏบนมอนิเตอร์ แสดงผล เป็นการผสมผสานระหว่างความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมา

จากความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สรุปได้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีการนำเสนอภาพ 2 มิติ การจำลองภาพวัตถุ 3 มิติ การสร้างภาพเคลื่อนไหว และการออกแบบสถานการณ์ให้เสมือนกับว่ามีวัตถุหรือมีเหตุการณ์เกิดขึ้นจริงบนสภาวะแวดล้อมขณะนั้น และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับอุปกรณ์แสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์รวมถึงสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต

### 2.3.2 ประเภทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ปัจจุบันมีการใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหลายประเภท ตั้งแต่การตลาดไปจนถึงการเล่นเกม มีธุรกิจมากมายที่อยู่ในขั้นตอนการสำรวจการใช้เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่นี้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยแบ่งเป็น 6 ประเภท (ณัฐญา นาคะสันต์ และ ศุภรางค์ เรืองวานิช. 2559 : 38-40) ดังนี้

2.3.2.1 Marker-based AR เป็นการใช้มาร์คเกอร์ในการแสดงผล โดยมาร์คเกอร์อาจสร้างเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ เป็นต้น เมื่อกล้องจากอุปกรณ์ทำการสแกนภาพนั้นผ่านแอปพลิเคชันและพบมาร์คเกอร์ ก็จะแสดงชั้นของเนื้อหาดิจิทัลตามที่สร้างไว้ เช่น การสร้าง QR Code เพื่อนำมาใช้เป็นมาร์คเกอร์ จากนั้นสร้างชั้นของข้อมูลเพื่อให้แสดงผล โดยอาจสร้างชั้นข้อมูลแบบ 2 มิติ ในรูปแบบของภาพถ่าย วิดีทัศน์ หรือชั้นของข้อมูลแบบ 3 มิติ เช่น การ์ตูน เมื่อนำอุปกรณ์มาสแกนผ่านแอปพลิเคชัน ก็จะปรากฏชั้นของข้อมูลที่สร้างไว้

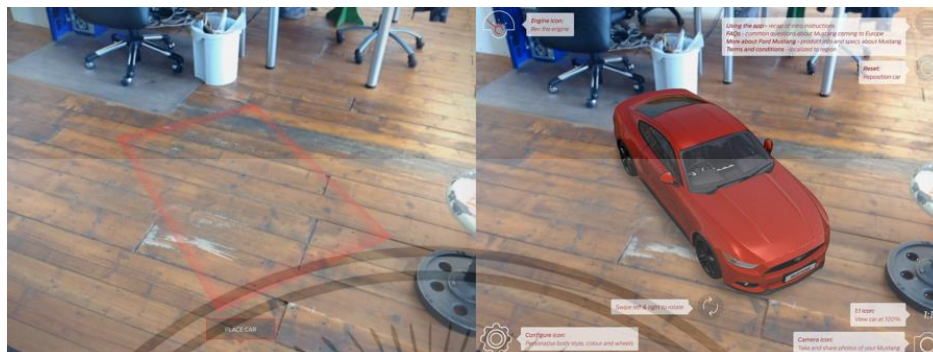


ภาพที่ 2.5 การแสดงผลแบบ Marker-based AR

ที่มา : <https://learn.g2.com/augmented-reality>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 Markerless AR โดยนำวัตถุหรือสิ่งของมาใช้เป็นมาร์คเกอร์ แต่ควรเป็น วัตถุสิ่งของที่มีความคงที่ของรูปร่างรูปทรงและตำแหน่ง เพราะหากสิ่งของมีหลายชิ้นและมีความ ต่างกัน ระบบจะไม่สามารถประมวลผลได้



ภาพที่ 2.6 การแสดงผลแบบ Markerless AR

ที่มา : <https://learn.g2.com/augmented-reality>

2.3.2.3 Location Based Tracking เป็นการใช้ระบบ “การระบุ” พิกัดในตัวเครื่อง ผ่านอุปกรณ์รับพิกัดจากดาวเทียม (GPS Module) ของสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตที่มีระบบจีพีเอในตัว ระบบจะทำการประมวลผลเพื่อแสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ (Location) ต่างๆ โดยอ้างอิงกับ อุปกรณ์รับพิกัดจากดาวเทียม และแอปพลิเคชันแผนที่ และได้นำคุณสมบัติดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับ เกมที่กำลังได้รับความนิยมในขณะนี้ ได้แก่ เกมโปเกมอน โก (Pokémon Go)



ภาพที่ 2 7 การแสดงผลแบบ Location Based Tracking

ที่มา : <https://learn.g2.com/augmented-reality>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.4 Superimposition-based AR เป็นการแทนที่ภาพเดิมๆ ทั้งแบบเต็มหรือเพียงแค่บางส่วน การจดจำภาพมีบทบาทที่สำคัญสำหรับ AR ประเภทนี้ หากปราศจากสิ่งนี้ แนวคิดทั้งหมดจะเป็นไปไม่ได้ ตัวอย่างเช่น Superimposed Augmented Reality ใน IKEA Catalog App ที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถวาง Virtual Items ที่เป็น Furniture Catalog ในห้องได้



ภาพที่ 2.8 การแสดงผลแบบ Superimposition-based AR  
ที่มา : <https://learn.g2.com/augmented-reality>

2.3.2.5 Projection-based AR เป็นการสังเคราะห์แสงให้กับวัตถุทางกายภาพ และในบางกรณี จะมีการสร้างปฏิสัมพันธ์กับวัตถุอีกด้วย สิ่งเหล่านี้เป็น Holograms ชนิดหนึ่ง รูปแบบนี้เป็นการ ตรวจจับการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง User กับ วัตถุทางกายภาพ ตามลักษณะการเปลี่ยนแปลง

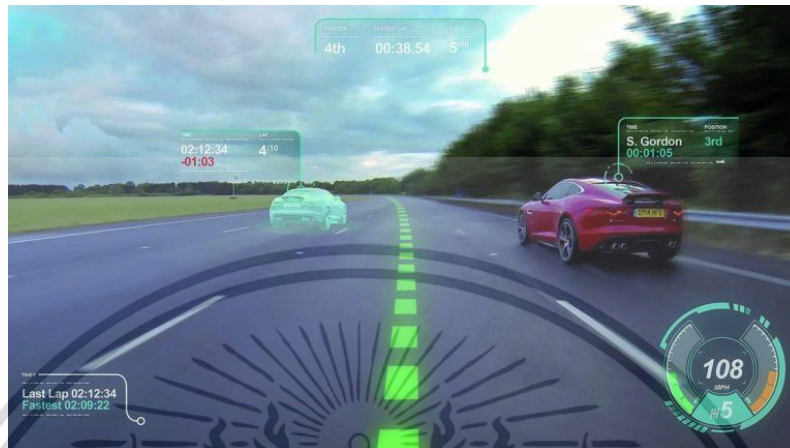


ภาพที่ 2.9 การแสดงผลแบบ Projection-based AR

ที่มา : <https://learn.g2.com/augmented-reality>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.6 Outlining AR จัดจำขอบเขตและเส้นเพื่อช่วยในสถานการณ์ที่สายตา มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ เป็นการจดจำวัตถุเพื่อทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมของผู้ใช้ในทันที อย่างเช่น การขับรถในสภาพแสงน้อยหรือมองเห็นโครงสร้างของอาคารจากภายนอก เป็นต้น



ภาพที่ 2.10 การแสดงผลแบบ Outlining AR

ที่มา : <https://learn.g2.com/augmented-reality>

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้เลือกพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ประเภท Marker-based AR ในการแสดงผล ซึ่งแสดงข้อมูลในรูปแบบภาพ 2 มิติ เมื่อนำอุปกรณ์ Scan Marker ผ่าน Zappar Application จะปรากฏข้อมูลที่สร้างไว้

### 2.3.3 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแสดงข้อมูล และเนื้อหาแบบดิจิทัลในรูปแบบของชั้น (Layer) ของข้อมูลและเนื้อหาที่ซ้อนอยู่ และจะแสดงผลซ้อนทับกับข้อมูลที่เป็นจริง โดยระบบจะดาวน์โหลดข้อมูลไว้ทั้งในแบบของภาพนิ่ง ภาพสามมิติ (3D) ภาพเคลื่อนไหว ที่อาจมีทั้งเสียงประกอบและไม่มีเสียงประกอบ จากนั้นจะแสดงผลสิ่งที่ดาวน์โหลดไว้ในรูปแบบของภาพ Digital ซึ่งเป็นความเป็นจริงเสริมจะมาซ้อนกับความเป็นจริง (Real) ในขณะนั้น ทั้งนี้ขึ้นกับการออกแบบว่าต้องการนำเสนอแบบใด โดยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะแสดงผลผ่านอุปกรณ์ที่ได้ติดตั้งโปรแกรมประยุกต์เฉพาะ ซึ่งมีหลักการทำงาน 2 ส่วนหลัก (ณัฐญา นาคะสันต์ และ ศุภรางค์ เรืองวานิช, 2559 : 37-38) สรุปดังนี้

2.3.3.1 หลักของ AR คือระบบการจัดส่งเนื้อหา (Content) ได้หลายช่องทาง (Channel) โดยแอปพลิเคชันจำเป็นต้องตรวจสอบสภาพของโลกทางกายภาพ (Physical World) และการตรวจสอบสภาพปัจจุบันของโลกเสมือนจริง (Virtual World) (Craig, 2013 : 39) เนื้อหาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ สามารถสร้างได้ทั้งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ Smart Phone และ Tablet โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ (Application Program) ได้หลายโปรแกรมในการสร้าง เช่น หากต้องการให้แสดงข้อมูลและเนื้อหาแบบ 3 มิติ ก็ใช้โปรแกรมออกแบบ 3 มิติ แต่หากต้องการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของวีดิทัศน์ ก็สามารถใช้ Smart Phone และ Tablet บันทึกไว้ จากนั้นนำไปตัดต่อด้วยโปรแกรมสำหรับตัดต่องานวีดิทัศน์ โปรแกรมในการตัดต่อเสียง เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการและความถนัดของผู้พัฒนาว่าต้องการพัฒนาสื่อในรูปแบบใด

2.3.3.2 ความต้องการของแอปพลิเคชันในนำเสนอ (Display) ของโลกเสมือน ผ่านโลกของความจริงในลักษณะร่วมกัน ที่ทำให้เกิดความรู้สึกว่าองค์ประกอบของโลกเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของโลกแห่งความจริง (Real World) (Craig, 2013 : 39) ซึ่งเป็นการนำเสนอชั้น (Layer) ของเนื้อหาด้วยความสามารถของ Application ผ่าน Smart Phone และ Tablet โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ที่สามารถแสดงผลแบบความเป็นจริงเสริมซึ่งโปรแกรมประยุกต์ที่ได้รับความนิยมได้แก่ Aurasma, Layar, Junaio, Blippar, Sayduck, Wikitude และ Augmented-3D Augmented Reality เป็นต้น ซึ่ง คิปเปอร์ และ แรมโพลลา (Kipper & Rampolla, 2013 : 3) ได้สรุปคุณลักษณะของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไว้ 3 ประการดังนี้

- (1) AR เป็นการผสมผสานระหว่างข้อมูลความเป็นจริงและความเสมือน
- (2) AR มีปฏิสัมพันธ์แบบทันที (Real Time)
- (3) AR ดำเนินการและถูกใช้ในสภาพแวดล้อมแบบ 3 มิติ

ความน่าสนใจประการหนึ่งของการเลือกใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การพัฒนาของโปรแกรมในปัจจุบัน ซึ่งหากได้มีการเรียกดูภาพ คลิป วีดิทัศน์ ฯลฯ ผ่านอุปกรณ์แล้ว อุปกรณ์จะทำการเก็บภาพหรือคลิปวีดิทัศน์นั้นไว้ในหน่วยความจำสำรองภายในอุปกรณ์ เรียกว่า กระบวนการ Caching ทำให้สามารถดูซ้ำได้โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตหรือสามารถใช้แบบ Offline ทั้งนี้ ขึ้นกับขนาดความจุของหน่วยความจำในอุปกรณ์ที่ใช้ด้วย ซึ่งการเก็บข้อมูลไว้ใน Cache Memory เป็นระบบซึ่งเรียกว่า เข้าก่อนออกก่อน (First in first out method) ดังนั้น หากระบบ Caching มีข้อมูลเต็มเข้าตลอดเวลาจนเต็ม ข้อมูลชุดแรกก็จะถูกเลื่อนหายไป ข้อมูลชุดใหม่ก็จะเข้าแทนที่

### 2.3.4 กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) มีกระบวนการทำงานภายในประกอบด้วย 3 กระบวนการ (พจน์ศิริรินทร์ ลิ้มปิ่นนันทน์, 2560 : 10) คือ

2.3.4.1 การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker โดย Marker แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- (1) Marker-based AR การใช้ Marker กำหนดบริเวณที่จะแสดงโมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) Location-based คือ Marker ระบบพิกัดดาวเทียมกำหนดบริเวณที่จะแสดงโมเดล

(3) Marker less คือการใช้วัตถุกำหนดบริเวณที่จะแสดงโมเดล

2.3.4.2 การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker เทียบกับกล้อง

2.3.4.3 กระบวนการสร้างภาพ 2 มิติ จากโมเดล 3 มิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

หลักการสร้างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการออกแบบและสร้าง Marker ขั้นตอนการสร้างการแสดงผล และขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

### 2.3.5 กระบวนการแสดงผลของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ก่อนจะมองเห็นข้อมูลหรือเนื้อหาความเป็นจริงเสริมที่สร้างขึ้นนั้น จะต้องผ่านกระบวนการตั้งแต่การเริ่มสร้างตัวแบบที่ใช้เป็นฐานสำหรับใช้ในการแสดงผล อุปกรณ์และระบบการประมวลผลของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ดังนี้ (Craig. 2013 : 40) อธิบายระบบการแสดงผลของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีองค์ประกอบและกระบวนการดังนี้

2.3.5.1 Sensor ระบุสถานะของโลกภายนอกที่มีการติดตั้งแอปพลิเคชัน

2.3.5.2 การประมวลผล (Processor) พิจารณาข้อมูลจาก Sensor เพื่อบังคับใช้กฎต่างๆ ของโลกเสมือน และสร้างข้อมูลสัญญาณสำหรับการแสดงผล

2.3.5.3 การแสดงผล (Display) สร้างภาพที่ทำให้เห็นว่าโลกภายนอกและโลกเสมือนปรากฏอยู่ร่วมกัน และใช้ประสาทสัมผัสของผู้ใช้ให้รู้สึกถึงการผสมผสานของโลกทั้งสอง

คิปเปอร์และแรมโพลลา (Kipper & Rampolla. 2013 : 5) แบ่งองค์ประกอบของกระบวนการแสดงผลเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

(1) Hardware ได้แก่

(1.1) คอมพิวเตอร์ทั้งแบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่

(1.2) Monitor หรือจอแสดงผล

(1.3) กล้อง

(1.4) ระบบการติดตาม (Tracking) และ ระบบตรวจจับ (GPS แผนที่ Sensor ที่ใช้วัดความลาดเอียง (Accelerometer))

(1.5) โครงสร้างระบบเครือข่าย

(1.6) Marker คือ วัตถุหรือสถานที่ที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมเสมือนจริงมารวมกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่คอมพิวเตอร์ใช้ระบุสถานที่นำเสนอข้อมูล

(2) Software ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (2.1) Application หรือ Program ที่ใช้บนเครื่องนั้นๆ
- (2.2) บริการของเว็บ
- (2.3) เครื่องให้บริการเนื้อหา (Content Server)

### 2.3.6 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

องค์ประกอบของระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ดังนี้

2.3.6.1 ตัว Marker หรือ Sensor ซึ่งเป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ หรือรูปภาพที่กำหนดไว้เป็นตัวเปรียบเทียบกับสิ่งที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล (Marker Database)

2.3.6.2 กล้อง มือถือ แว่น อุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับ Sensor ต่างๆ เพื่อทำการวิเคราะห์ภาพ

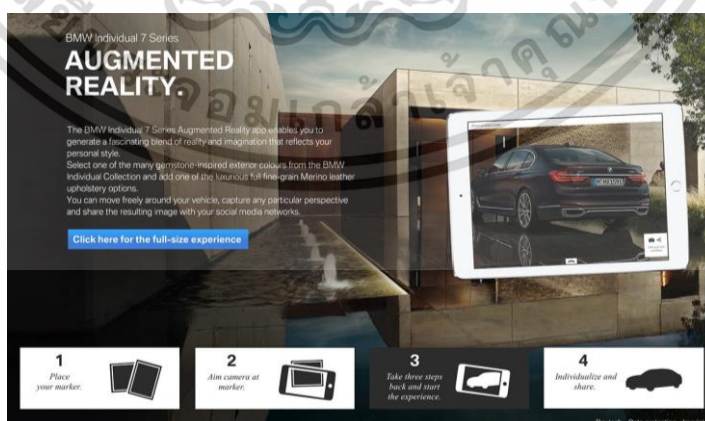
2.3.6.3 จอแสดงผล จอมือถือ หรือ จอภาพต่างๆ เพื่อทำการแสดงผลภาพ

2.3.6.4 ระบบประมวลผล

### 2.3.7 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเข้ากับชีวิตประจำวัน อาทิ

2.3.7.1 การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม โดยบริษัท BMW ได้ใช้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาช่วยในการผลิต ให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้การทำงานด้วยการใส่แว่นตาที่จะมีคำแนะนำและจำลองการทำงาน แสดงให้เห็นแต่ละขั้นตอนก่อนปฏิบัติจริงแบบ 3 มิติ การอธิบายถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีเสมือนจะจำลองข้อมูลให้ผู้ใช้ได้เห็นเหมือนใช้งานจริงๆ เห็นภาพลักษณะของการใช้งาน คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์หรือรถยนต์ที่จะได้จากการซื้อสินค้า เพื่อให้ผู้ใช้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องก่อนตัดสินใจซื้อ จำลองการขับทำให้ผู้ใช้เสมือนได้ขับรถคันนั้นจริงๆ ทำให้ลูกค้ามีแนวโน้มตัดสินใจซื้อสินค้านั้นๆ



ภาพที่ 2.11 การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

ที่มา : <https://play.google.com>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7.2 การประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ เพิ่มความสมจริงในการรักษา และให้นักศึกษาแพทย์ได้ใช้เครื่องมือแพทย์ในการรักษาหรือผ่าตัดผู้ป่วยแบบไม่ต้องสัมผัสกับผู้ป่วยจริง ทำให้การผ่าตัดของนักศึกษาแพทย์มีความกล้า และได้ศึกษาขั้นตอนการผ่าเหมือนได้ทำการผ่าตัดจริง โดยทางมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์ Ganz ได้แปลงให้เป็นระบบจำลองการผ่าตัดแบบเสมือนจริง



ภาพที่ 2.12 การประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์

ที่มา : <http://uploadvr.com>

2.3.7.3 การประยุกต์ใช้ทางด้านธุรกิจ เริ่มหันมาใช้ AR เพื่อนำเสนอสินค้าและการขายที่สร้างความน่าสนใจให้กับลูกค้า เพื่อให้ลูกค้าสามารถ Scan รูปถ่ายของสินค้าและแสดงข้อมูลของสินค้าเพิ่มเติมในรูปแบบวิดีโอและสื่อ 3 มิติ หรือการนำมาใช้เพื่อจำลองการใช้งานสินค้านั้นๆ เช่น จำลองการสวมใส่เสื้อผ้า หรือเครื่องประดับบนร่างกายของลูกค้า เป็นต้น



ภาพที่ 2.13 การประยุกต์ใช้ทางด้านธุรกิจ

ที่มา : <https://www.pinterest.com>

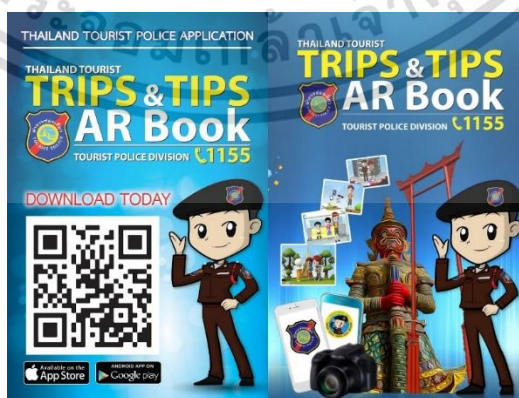
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7.4 การประยุกต์ใช้ทางการโฆษณา โดยผู้ดีเป็นผู้นำเสนอวิธีการใช้งานผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในรูปแบบสามมิติ โดยลูกค้าสามารถใช้เว็บแคมและเครื่องพิมพ์ประกอบกับซอฟต์แวร์ต่างๆ ที่มีภายใต้ระบบปฏิบัติการ BADA ของ Samsung เรียกใช้โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เพื่อใช้งานตามต้องการเทคโนโลยีของ Ford All New Focus นำเสนอข้อมูลผ่านสื่อใหม่อย่างโทรศัพท์มือถือ สัมผัสประสบการณ์โฆษณา All New Focus แบบ Augmented Reality



ภาพที่ 2.14 การประยุกต์ใช้ทางการโฆษณา  
ที่มา : <http://www.trendy2.mobi>

2.3.7.5 การประยุกต์ใช้กับการท่องเที่ยว ตำรวจท่องเที่ยวพัฒนาการให้บริการอำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยว Thailand Tourist Trips and Tips AR Book ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการและประชาสัมพันธ์ข้อมูลต่างๆ ที่ควรทราบให้กับนักท่องเที่ยว เร่งสร้างความเชื่อมั่นด้านความปลอดภัยกับการท่องเที่ยวไทยและภาพลักษณ์ที่ดีด้านการท่องเที่ยวของประเทศเพื่อการก้าวสู่การเป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวแห่งเอเชีย (Tourism Capital of Asia)



ภาพที่ 2.15 การประยุกต์ใช้กับการท่องเที่ยว  
ที่มา : <https://www.appdisqus.com/2015>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7.6 การประยุกต์ใช้ทางด้านพิพิธภัณฑ์ ระบบพิพิธภัณฑ์เสมือนสามมิติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถูกพัฒนาขึ้นด้วยเครื่องมือ Open Source ที่เรียกว่า ซอฟต์แวร์ Open Simulator โดยพื้นที่ทั้งหมดจะเป็น 3 มิติ เปิดให้ผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานสามารถสร้างหรือนำเข้าวัตถุจำลองเสมือนตั้งแต่สิ่งของ อาคารขนาด สถานที่จำลองรวมไปถึงวัตถุขนาดเล็ก และสามารถนำสื่อมัลติมีเดียเข้าใช้งานในระบบได้ ในการเข้าใช้งานระบบ ผู้ใช้งานต้องสมัครเป็นสมาชิก จากนั้นดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม Viewer เพื่อเข้าใช้งานระบบพิพิธภัณฑ์เสมือนสามมิติ เมื่อเข้าสู่ระบบผู้ใช้งานจะมีหุ่นสัญลักษณ์แทนตนเอง ผู้ใช้สามารถควบคุมหุ่นสัญลักษณ์ให้ดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้ เพื่อศึกษาข้อมูลในพิพิธภัณฑ์เสมือนสามมิติและสามารถสื่อสารกับบุคคลอื่นได้ผ่านหุ่นสัญลักษณ์ ทำให้การเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์โบราณกลายเป็นเรื่องน่าสนุกน่าในใจ



ภาพที่ 2.16 การประยุกต์ใช้ทางด้านพิพิธภัณฑ์

ที่มา : <http://www.manager.co.th>

2.3.7.7 การประยุกต์ใช้ทางการรักษาความปลอดภัยและการป้องกันประเทศ Office of Naval Research and Defense Advanced Research Projects Agency หรือ DARPA ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นกลุ่มผู้บุกเบิกระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นำมาใช้ในการฝึกให้กับทหาร ให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ข้อมูลต่างๆ ในพื้นที่รบ สามารถนำมาใช้ฝึกการเคลื่อนไหวของกองกำลังและวางแผนการ เคลื่อนกำลังของทหารในฝ่ายเดียวกันและศัตรูในพื้นที่สงครามเสมือนจริง และยังมีบทบาทสำคัญในการบังคับใช้กฎหมายและหน่วยงานข่าวกรองระบบจะช่วยให้เจ้าหน้าที่ ตำรวจ สามารถสร้างมุมมองที่สมบูรณ์ในรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นที่ลาดตระเวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 การประยุกต์ใช้ทางด้านการรักษาความปลอดภัย  
ที่มา : <http://www.darpa.mil/>

แล้ว ตัวอย่างที่เห็นเด่นชัดและเป็นที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่คือ Application Star Walk ที่ใช้ใน iPhone หรือ iPad ซึ่งเป็น Application ที่ได้ผนวก AR เข้ากับเทคโนโลยี Global Positioning System หรือ GPS ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้กล้องของ Smart Phone และ Tablet ส่องขึ้นไปบนท้องฟ้ายามค่ำคืนแล้วสามารถเห็นกลุ่มดาวและชื่อของกลุ่มดาวต่างๆ ซ้อนกับภาพจริง ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้ชื่อและตำแหน่งของกลุ่มดาวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.18 ภาพแสดงหน้าจอของแอปพลิเคชัน Star Walk บน iPad  
ที่มา : <https://physics.weber.edu>

สิ่งที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งคือด้วยความสามารถของเทคโนโลยีด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านข้อมูลในปัจจุบัน เช่น Smart Phone และ Tablet ที่สามารถเก็บภาพหรือคลิปวีดิทัศน์นั้นไว้ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำภายในอุปกรณ์ที่ได้กล่าวไปในข้างต้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียกดูข้อมูลหรือเนื้อหาชิ้น ๆ ได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งความสามารถนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนและ ทบทวนเนื้อหาความรู้ที่ได้ตลอดเวลา ทุกที่ ทุกเวลาที่ต้องการ

จากที่กล่าวมาข้างต้น การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ทางการศึกษานั้น สิ่งที่เราควรคำนึงถึง ในเบื้องต้น คือ การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเด่นชัดเพื่อออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีมาใช้ แก้ปัญหาทางการศึกษาได้อย่างแท้จริง เช่น ปัญหาเกิดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ปัญหาจาก สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ปัญหาจากผู้เรียน ปัญหาจากผู้สอน ปัญหาจากนโยบายของสถานศึกษา ฯลฯ ทั้งนี้ ในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหาทางการศึกษา ไม่ได้หมายความว่าเฉพาะเครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่ทันสมัย แต่ยังรวมถึงวัสดุหรือเทคนิค วิธีการต่างๆ ที่เหมาะสมกับปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้น การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ อาจไม่เหมาะสมกับทุกบริบททางการศึกษาด้วยเหตุ นี้ ทุกปัญหาทางการศึกษาอาจต้องตอบด้วยเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดในการ พัฒนาคุณภาพทางการศึกษาและประเทศชาติต่อไป

## 2.4 การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ADDIE คือ กระบวนการออกแบบระบบการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนการออกแบบตาม รูปแบบ ADDIE (ADDIE Model) โดยอาศัยหลักของวิธีการระบบ (System Approach) ซึ่งเป็นที่ ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสามารถนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็น CAI/CBT, WBI/WBT หรือ E-Learning เป็นกระบวนการพัฒนารูปแบบการสอนที่ นัก ออกแบบการเรียนการสอนและนักพัฒนาการฝึกอบรมนิยมใช้กันเพื่อการวิเคราะห์ การออกแบบ การ พัฒนา การดำเนินการให้เป็นผล การประเมินผลของสารปัจจัย และกิจกรรมการเรียน

การออกแบบการสอนมุ่งหมายเพื่อวิธีการสอนที่ยึดถือผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากกว่าวิธีการ ที่ยึดถือผู้สอนเป็นศูนย์กลาง จนกระทั่งการเรียนรู้ย่อมมีประสิทธิภาพเกิดขึ้นเป็นกระบวนการออกแบบ การสอนที่กระทำวนซ้ำใหม่ในที่ผลของการประเมินผลเพื่อพัฒนาของแต่ละขั้นตอนที่ชี้แนะให้นัก ออกแบบการสอนพิจารณากลับไปขั้นตอนก่อนหน้าผลิตผลขั้นสุดท้ายของขั้นตอนหนึ่งๆ เป็นผลิตผล เริ่มต้นของขั้นตอนต่อไปซึ่ง ADDIE Model (Richey, 1986 : 96 และ Seels and Glasgow, 1997 : 9) ได้มีลำดับการพัฒนาเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย

### ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

ในขั้นนี้เป็นการทำความเข้าใจปัญหาการเรียนการสอนเป้าหมายของรูปแบบการสอนและ วัตถุประสงค์ที่จะสร้างขึ้นตลอดจนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และความรู้พื้นฐานและทักษะของผู้เรียน ที่จำเป็นต้องมี โดยพิจารณาจากคำถามเพื่อการวิเคราะห์ดังนี้

(1) ใครคือกลุ่มเป้าหมายและเขาต้องมีคุณลักษณะอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (2) ระบุพฤติกรรมใหม่ที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นกับผู้เรียน
- (3) มีข้อจำกัดในการเรียนรู้ที่มีอยู่อะไรบ้าง
- (4) อะไรที่เป็นทางเลือกสำหรับการเรียนรู้ที่มีอยู่บ้าง
- (5) หลักการสอนที่พิจารณาเป็นแบบไหน อย่างไร
- (6) มีช่วงเวลาการพัฒนาเป็นอย่างไร

## ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design)

ขั้นตอนการออกแบบประกอบด้วย การสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดเครื่องมือวัด ประเมินผล แบบฝึกหัด เนื้อหา วางแผนการสอนและเลือกสื่อการสอนขั้นตอนการออกแบบควรจะทำ อย่างเป็นระบบและมีเฉพาะเจาะจง โดยความเป็นระบบนี้หมายถึงตรรกะมีระเบียบแบบแผนของการ จำแนก การพัฒนา และการประเมินแผนยุทธวิธีที่วางไว้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายสำหรับความ เฉพาะเจาะจงหมายถึงแต่ละองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการสอนจะต้องเอาใจใส่ทุก รายละเอียด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- (1) การออกแบบบทเรียน ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม เนื้อหา สื่อ กิจกรรม วิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังบทเรียน (Post-test)
- (2) การออกแบบผังงาน (Flowchart) และการออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)
- (3) การออกแบบหน้าจอภาพ หมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการ นำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่นๆ สิ่งที่ต้องพิจารณา มีดังนี้
  - (3.1) การกำหนดความละเอียดภาพ
  - (3.2) การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ
  - (3.3) การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
  - (3.4) การกำหนดสี ได้แก่ สีของตัวอักษร สีของฉากหลัง และสีของส่วนอื่นๆ
  - (3.5) การกำหนดส่วนอื่นๆ ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

## ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development)

ขั้นตอนการพัฒนาคือขั้นที่ผู้ออกแบบสร้างส่วนต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นของการ ออกแบบซึ่งครอบคลุมการสร้างเครื่องมือวัดประเมินผล สร้างแบบฝึกหัด สร้างเนื้อหา และการพัฒนา โปรแกรมสำหรับสื่อการสอน เมื่อเรียบร้อยแล้วทำการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดเพื่อนำผลไปปรับปรุง แก้ไข จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือ สร้างแผนการสอนและสื่อของบทเรียนในระหว่างขั้นตอนนี้คุณ จะต้องพัฒนาการสอน และสื่อทั้งหมดที่ใช้ในการสอน และเอกสารสนับสนุนต่างๆ สิ่งเหล่านี้จะ ประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ (เช่น เครื่องมือสถานการณ์จำลอง) และซอฟต์แวร์ (เช่น บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน) ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

- (1) การเตรียมการ เกี่ยวกับองค์ประกอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (1.1) การเตรียมข้อความ
- (1.2) การเตรียมภาพ
- (1.3) การเตรียมโปรแกรมจัดการบทเรียน

(2) การสร้างบทเรียน หลังจากได้เตรียมข้อความ ภาพ และส่วนอื่น เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการเพื่อเปลี่ยนบทดำเนินเรื่อง ให้กลายเป็นบทเรียนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

(3) การสร้างเอกสารประกอบการเรียนหลังจากสร้างบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้วใน ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ขั้นต้นของบทเรียน

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการพัฒนา มีดังนี้

- (1) วัสดุประกอบการเรียน (Adjunct Materials)
- (2) ตัวบทเรียน ประกอบด้วยข้อความ กราฟิก วิดีทัศน์ และเอกสารประกอบบทเรียน
- (3) โปรแกรมการจัดการบทเรียน

#### ขั้นที่ 4 การทดลองใช้ (Implementation)

ในขั้นตอนการดำเนินการนี้ หมายถึง ขั้นตอนการสอนโดยอาจจะเป็นรูปแบบชั้นเรียน การฝึกอบรม หรือห้องทดลอง หรือรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ โดยจุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จะต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่ตั้งไว้ มีรายละเอียดดังนี้

- (1) ติดตั้งบทเรียน (Installation)
- (2) จัดตารางเวลาพร้อมปรับหลักสูตร (Scheduling and Syllabus Adjustment)
- (3) ลงทะเบียนเรียนและบริหารบทเรียน (Enrollment and Administration)
- (4) ปฐมนิเทศผู้เรียน (Orientation)
- (5) วางแผนการสนับสนุนจากผู้สอน (Instructor Plans Facilitation)
- (6) จัดสิ่งสนับสนุนบทเรียน (Facilitation of Course)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการทดลองใช้ มีดังนี้

- (1) บัญชีรายชื่อชั้นเรียน (Class Roster)
- (2) การเรียนการสอน (Instructional)
- (3) แผนการสนับสนุนจากผู้สอน (Instructor's Facilitation Plan)

#### ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation Phase)

ขั้นการประเมินผลประกอบด้วย 2 ส่วนคือการประเมินผลรูปแบบ (Formative) และการประเมินผลในภาพรวม (Summative) การประเมินผลรูปแบบคือการนำเสนอในแต่ละขั้นของ ADDIE Process ซึ่งเป็นการประเมินผลเพื่อพัฒนา และการประเมินผลในภาพรวมจะทำเมื่อการสอนเสร็จสิ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อประเมินผลประสิทธิผลการสอนทั้งหมดข้อมูลจากการประเมินผลรวมโดยปกติมักจะถูกใช้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน มีรายละเอียดดังนี้

- (1) จัดทำเอกสารโครงการ (Documenting Project)
- (2) ทดสอบบทเรียน (Testing)
- (3) ปรับบทเรียนให้ใช้งานได้ (Validation)
- (4) ประเมินผลกระทบ (Conducting Impact Evaluation)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการประเมินผล มีดังนี้

- (1) เอกสารโครงการ (Documentation) ได้แก่บันทึกข้อมูลด้านเวลา (Record Time Data) รายงานผู้ใช้บทเรียนและผู้ควบคุม (Trainees and Supervisors Report) และผลสรุปของข้อคำถามบทเรียน (Course Review Question Results) เป็นต้น
- (2) คุณภาพของบทเรียน (Quality) ได้แก่ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Effectiveness) และความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นต้น
- (3) รายงานผลกระทบของบทเรียน (Impact Evaluation Report)

## 2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงรุก

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) คือการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking) ด้วยการวิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ ไม่เพียงแต่เป็นผู้ฟัง ผู้เรียนต้องอ่าน เขียน ตั้งคำถาม และถามอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงโดยต้องคำนึงถึงความรู้เดิมและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้ผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้

### 2.5.1 ความหมายของการเรียนรู้เชิงรุก

การเรียนรู้เชิงรุก คือ การเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีบทบาทในการศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่คงทน มีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (กรรณิการ์ ปัญญาดี, 2558 : 15) : ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2551 : 1) กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุกเป็นการเรียนที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติ และสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยเน้นพัฒนาทักษะความสามารถที่ตรงกับพื้นฐานความรู้เดิม ส่งผมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีจากการปฏิบัติและความต้องการของนักเรียนเป็นสำคัญ

วัชรวิเศษชัยณรงค์ และ น้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย (2553 : 3) กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุก คือ การเรียนที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอน โดยครูที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนักเรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาตลอดจน เขียน ตั้งคำถาม อภิปรายร่วมกันและลงมือปฏิบัติจริง ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงความรู้เดิมและความต้องการของนักเรียนเป็นสำคัญ

กรณีการ ปัญญาติ (2558 : 16) กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุก คือ การเรียนรู้ที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้ พัฒนาองค์ความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ ทั้งในการฟัง พูด อ่านละเอียดจนตลอดจนกระบวนการกลุ่มที่ทำให้เกิดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น สร้างการมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม การเรียนรู้ ส่งผลต่อองค์ความรู้ที่ยั่งยืนของนักเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2562 : 4) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) คือ การเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนการสอน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking) ด้วยการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ไม่เพียงแต่เป็นผู้ฟัง ผู้เรียนต้องอ่าน เขียน ตั้งคำถาม และถาม อภิปรายร่วมกันผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง โดยต้องคำนึงถึงความรู้เดิมและความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้ผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้

โดยสรุปแล้ว การเรียนรู้เชิงรุก หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ กระบวนการคิด และลงมือปฏิบัติจริง ตลอดจนกระบวนการกลุ่มที่ทำให้เกิดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

### 2.5.2 ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2553 : 1) ได้อธิบายถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก ดังนี้

- (1) เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้
- (2) เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด
- (3) ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- (4) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกันร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน
- (5) ผู้เรียนเรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
- (6) เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน พูด ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- (7) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง
- (8) เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูลข่าวสาร หรือสารสนเทศ และหลักการความคิดรวบยอด

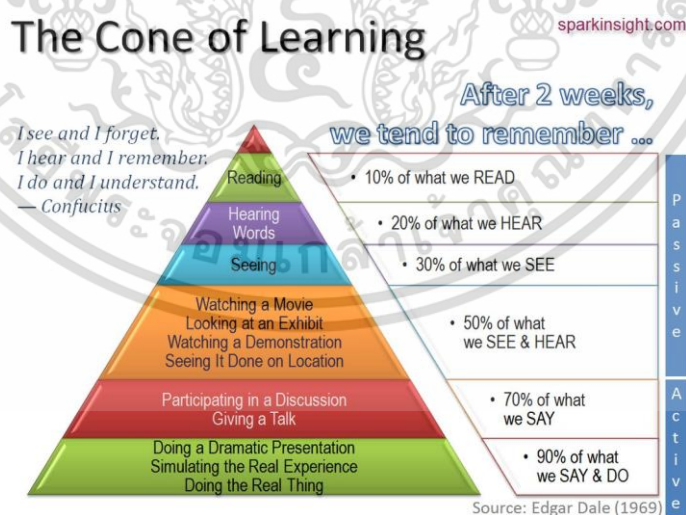
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (9) ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยการอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง
- (10) ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบทวนของผู้เรียน

### 2.5.3 รูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

การเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน หรือการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นกระบวนการเรียนการสอนอย่างหนึ่ง เป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ หรือ การลงมือทำซึ่ง “ความรู้” ที่เกิดขึ้นก็เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ จากกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนมีโอกาส ลงมือกระทำมากกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการอ่าน การเขียน การโต้ตอบ และการวิเคราะห์ปัญหา อีกทั้งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

การเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Active Learning) ทำให้ผู้เรียนสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้อยู่คงทนได้มากและนานกว่ากระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียน เป็นฝ่ายรับความรู้ (Passive Learning) เพราะกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning สอดคล้องกับการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความจำ โดยสามารถเก็บและจำสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ผู้สอน สิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ที่ได้ผ่านการปฏิบัติจริง จะสามารถเก็บความจำ ในระบบความจำระยะยาว (Long Term Memory) ทำให้ผลการเรียนรู้ ยังคงอยู่ได้ในปริมาณที่มากกว่าระยะยาวกว่า ซึ่งอธิบายได้ ดังรูป



ภาพที่ 2.19 ภาพกรวยแห่งการเรียนรู้

ที่มา : [www.sparkinsight.com](http://www.sparkinsight.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสรุปจะเห็นได้ว่ากรวยแห่งการเรียนรู้ได้แบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ

### 2.5.3.1 กระบวนการเรียนรู้ Passive Learning

(1) กระบวนการเรียนรู้โดยการอ่านท่องจำผู้เรียนจะจำได้ในสิ่งที่เรียนได้เพียง 10%

(2) การเรียนรู้โดยการฟังบรรยายเพียงอย่างเดียวโดยที่ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมอื่นในขณะที่อาจารย์สอนเมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะจำได้เพียง 20% หากในการเรียนการสอนผู้เรียนมีโอกาสได้เห็นภาพประกอบด้วยก็จะทำให้ผลการเรียนรู้คงอยู่ได้เพิ่มขึ้นเป็น 30%

(3) กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียนเพิ่มขึ้น เช่น การให้ดูภาพยนตร์ การสาธิต จัดนิทรรศการให้ผู้เรียนได้ดู รวมทั้งการนำผู้เรียนไปทัศนศึกษา หรือดูงาน ก็ทำให้ผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เป็น 50%

### 2.5.3.2 กระบวนการเรียนรู้ Active Learning

(1) การให้ผู้เรียนมีบทบาทในการแสวงหาความรู้และเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์จนเกิดความรู้ ความเข้าใจนำไปประยุกต์ใช้สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่าหรือสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และพัฒนาตนเองเต็มความสามารถ รวมถึงการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้เขาได้มีโอกาสร่วมอภิปรายให้มีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสาร ทำให้ผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้น 70%

(2) การนำเสนองานทางวิชาการ เรียนรู้ในสถานการณ์จำลอง ทั้งมีการฝึกปฏิบัติ ในสภาพจริง มีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งจะทำให้ผลการเรียนรู้เกิดขึ้นถึง 90%

## 2.5.4 บทบาทของครูผู้สอน

ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ (2550 : 8) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางของการเรียนรู้แบบเชิงรุก ดังนี้

(1) จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน

(2) สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน

(3) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมรวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

(4) จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน

(5) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอน

ที่หลากหลาย

(6) วางแผนเกี่ยวกับเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนของ

เนื้อหา และกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) ครูผู้สอนต้องใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออก และความคิด  
 ของที่ผู้เรียน

### 2.5.5 บทบาทของผู้เรียน

ศรัณยู ศรีสมพร (2560 : 5) ได้สรุปบทบาทของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้  
 ดังนี้

(1) กระฉับกระเฉง คือ มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ทำทหายอย่างกระฉับกระเฉง และมี  
 ความกระตือรือร้นต่อประสบการณ์ใหม่

(2) สะท้อนความคิด คือ ชอบสังเกตการณ์มากกว่าการลงมือปฏิบัติ ทบทวนสิ่งที่  
 เรียนรู้คิดและตัดสินใจ

(3) ทฤษฎี คือ สนใจในสถานการณ์ที่มีโครงสร้างเป็นระบบมีวัตถุประสงค์ชัดเจน  
 สังเกตระบบหรือรูปแบบ วิเคราะห์และลงข้อสรุป

(4) จริงจัง คือ สนใจในกิจกรรมที่เป็นรูปธรรม มีประโยชน์และเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

### 2.5.6 รูปแบบวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ครอบคลุมวิธีการจัดการ  
 เรียนรู้หลากหลายวิธี อย่างเช่น

- การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Based Learning)
- การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning)
- การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
- การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)
- การเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิด (Thinking Based Learning)
- การเรียนรู้การบริการ (Service Learning)
- การเรียนรู้จากการสืบค้น (Inquiry-Based Learning)
- การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery Learning)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Based  
 Learning) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เพื่อที่จะฝึกหรือ  
 พัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่กำหนด

### 2.5.7 รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activity-Based Learning)

การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากแนวคิดในการ  
 จัดการเรียนการสอนที่เผยแพร่ในปลายศตวรรษที่ 20 ที่เรียกว่า การเรียนรู้ที่เน้นบทบาท และการมี  
 ส่วนร่วมของผู้เรียน หรือ “การเรียนรู้เชิงรุก” (Active Learning) ซึ่งหมายถึง รูปแบบการเรียนการ  
 สอน ที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และบทบาทในการเรียนรู้ของผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.7.1 ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

- (1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวและกระตือรือร้นด้านการรู้จัก
- (2) กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้จากตัวผู้เรียนเอง มากกว่าการฟังผู้สอนในห้องเรียน และการท่องจำ
- (3) พัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องนอกห้องเรียนด้วย
- (4) ได้ผลลัพธ์ในการถ่ายทอดความรู้ใกล้เคียงกับการเรียนรู้รูปแบบอื่น แต่ได้ผลดีกว่าในการพัฒนาทักษะด้านการคิด และการเขียนของผู้เรียน
- (5) ผู้เรียนมีความพึงพอใจกับการเรียนรู้แบบนี้มากกว่ารูปแบบที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบตั้งรับ (Passive Learning)
- (6) มุ่งเน้นความรับผิดชอบของผู้เรียนในการเรียนรู้โดยผ่านการอ่าน เขียน คิด อภิปราย และเข้าร่วมในการแก้ปัญหา และยังสัมพันธ์กับการเรียนรู้ตามลำดับขั้นการเรียนรู้ของบลูม ทั้งในด้านพุทธิพิสัยทักษะพิสัย และจิตพิสัย

### 2.5.7.2 หลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

- (1) ให้ความสนใจที่ตัวผู้เรียน
- (2) เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการปฏิบัติที่น่าสนใจ
- (3) ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก
- (4) ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการเรียน
- (5) ไม่มีการสอบ แต่ประเมินผลจากพฤติกรรม ความเข้าใจ และผลงาน
- (6) เพื่อนในชั้นเรียนช่วยส่งเสริมการเรียน
- (7) มีการจัดสภาพแวดล้อม และบรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิด และเสริมสร้างความมั่นใจในตนเอง

### 2.5.7.3 ประเภทของกิจกรรมในการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน มีหลากหลายกิจกรรม การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมนั้นๆ ว่ามุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้หรือพัฒนาในเรื่องใด สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

- (1) กิจกรรมเชิงสำรวจ เสาะหา ค้นคว้า (Exploratory) ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การรวบรวม สังสมความรู้ ความคิดรวบยอด และทักษะ
- (2) กิจกรรมเชิงสร้างสรรค์ (Constructive) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรวบรวม สังสมประสบการณ์ โดยผ่านการปฏิบัติ หรือการทำงานที่ริเริ่มสร้างสรรค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) กิจกรรมเชิงการแสดงออก (Expressional) ได้แก่กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอ การเสนอผลงาน

#### 2.5.7.4 กิจกรรมการเรียนรู้ที่นิยมใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน

- การอภิปรายในชั้นเรียน (Class Discussion)
- การอภิปรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion)
- กิจกรรม “คิด-จับคู่-แลกเปลี่ยน” (Think-Pair-Share)
- เซลล์การเรียนรู้ (Learning Cell)
- การฝึกเขียนข้อความสั้นๆ (One-Minute Paper)
- การโต้วาที (Debate)
- การแสดงบทบาทสมมติ (Role Play)
- การเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ (Situational Learning)
- การเรียนแบบกลุ่มร่วมแรงร่วมใจ (Collaborative learning Group)
- ปฏิกริยาจากการชมวิดีโอ (Reaction to a video)
- เกมในชั้นเรียน (Game)
- แกลเลอรี วอล์ค (Gallery Walk)
- การเรียนรู้โดยการสอน (Learning by Teaching)

#### 2.5.7.5 กิจกรรม “คิด-จับคู่-แลกเปลี่ยน” (Think-Pair-Share)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกกิจกรรมการเรียนรู้แบบ คิด-จับคู่-แลกเปลี่ยน (Think-Pair-Share) โดยใช้กรอบแนวคิดของ มนต์ชัย เทียนทอง (2551 : 100) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นตอนการคิด (Think) เป็นขั้นตอนที่กระตุ้น ให้ผู้เรียนได้คิดในประเด็นปัญหาต่างๆ การกล่าวถึงสาระสำคัญของบทเรียน รวมถึงแนะนำให้ผู้เรียนได้คิดถึงเรื่องที่ต้องศึกษาในขั้นตอนต่อไป โดยในสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุกนั้น จะมีบทเรียน และวิดีโอการสอนในแต่ละหัวข้อที่ผู้เรียนจะต้องเข้าไปศึกษาเรียนรู้ เพื่อทำความเข้าใจเนื้อหา

(2) ขั้นตอนการจับคู่ (Pair) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนจับคู่กันเป็นคู่ๆ เพื่อให้แต่ละกลุ่มรวมกันศึกษาบทเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างสรรค์กิจกรรมการ

(3) ขั้นตอนแลกเปลี่ยนความรู้ (Share) เป็นขั้นตอนสุดท้ายหลังการศึกษาสื่อการเรียนรู้แล้ว สรุปผลการค้นหาคำตอบร่วมกัน แลกเปลี่ยนความรู้ อภิปรายผลจากการค้นพบ

## 2.6 การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของ ญัฐกร สงคราม (2557 : 78-125) มีรายละเอียดดังนี้

### 2.6.1 ด้านเนื้อหา

การออกแบบเนื้อหาประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การเตรียมเนื้อหา การออกแบบเนื้อหาประเภทต่างๆ และการออกแบบข้อความคำถามสำหรับการประเมิน

#### 2.6.1.1 การเตรียมเนื้อหา

(1) วางโครงสร้างของเนื้อหา เป็นสิ่งสำคัญประการแรกในการเตรียมเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ในการสร้างสื่อ คือการจัดโครงสร้างของเนื้อหาให้เป็นระบบ แบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่อย่างชัดเจน และในภาพรวมต้องมีความเป็นเอกภาพ หมายถึงเนื้อหาทั้งหมดต้องมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มีความต่อเนื่องที่จะไปสู่เป้าหมายเดียวกัน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาแบ่งน้ำหนักเนื้อหาแต่ละหัวข้อให้มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

การวางโครงสร้างของเนื้อหาให้ชัดเจนตั้งแต่แรกนี้ นอกจากจะง่ายต่อการสร้างสื่อและนำเสนอเนื้อหาได้อย่างครอบคลุมแล้วนั้น ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพรวมของเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหัวข้อต่างๆ ในบทเรียนได้เสริมสร้างความมั่นใจในการเรียนและคงความสนใจของผู้เรียนได้ดี

(2) คัดเลือกเนื้อหาที่จะนำเสนอ เป็นการนำเสนอที่กระชับได้ใจความ เน้นเฉพาะประเด็น ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่แสดงผล ทำให้ไม่สามารถแสดงรายละเอียดได้มากเหมือนในหนังสือหรือสิ่งพิมพ์อื่นๆ ผู้ออกแบบจึงควรพิจารณาจากเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเรื่องใด ก็เลือกเนื้อหาส่วนนั้นมาใช้ในการนำเสนอส่วน ส่วนเนื้อหาที่ไม่จำเป็นก็ควรตัดทิ้ง หรืออาจจัดทำเป็นส่วนข้อมูลหรือเอกสารเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้หากต้องการ

(3) เรียงลำดับหัวข้อเนื้อหา ทำให้สามารถคงความสนใจของผู้เรียนได้อีกทางหนึ่ง โดยทั่วไปการลำดับหัวข้อเนื้อหาอาจเรียงตามลำดับในการสอนหรือเรียงตามความยากง่ายของเนื้อหา

(4) ใช้ภาษาให้เหมาะสม เป็นส่วนสำคัญซึ่งควรคำนึงโดยพิจารณาจากลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย โดยเฉพาะระดับการศึกษา

#### 2.6.1.2 การออกแบบเนื้อหาประเภทต่างๆ

(1) เนื้อหาความรู้ ความจำ ความเข้าใจ เป็นเนื้อหาที่พบได้ในบทเรียนทั่วไป หลักการสำคัญในการออกแบบ คือการกำหนดโครงสร้างของเนื้อหาให้ชัดเจน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย พยายามให้มีปริมาณเนื้อหาในแต่ละหัวข้อพอๆ กัน แต่อาจจะมีมากบ้าง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยบ้าง ในบางส่วนขึ้นอยู่กับความยากง่ายของเนื้อหา ถ้าเนื้อหาไม่ยาก ไม่ซับซ้อน และผู้เรียนเป็นเด็กกลุ่มปกติ อาจนำเสนอไปทีเดียว แล้วค่อยมีการตรวจสอบความรู้ด้วยแบบฝึกหัด แต่หากเนื้อหาที่มีความยากและผู้เรียนมีความจำเป็นต้องเรียนรู้เป็นขั้นเป็นตอนอาจแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนสั้นๆ และมีแบบฝึกหัดแทรกอยู่เป็นช่วงๆ

(2) เนื้อหาด้านทักษะและการปฏิบัติ มักเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสอนกฎเกณฑ์ ทฤษฎีและทักษะต่างๆ เช่น เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และคอมพิวเตอร์ ซึ่งนิยมนำไปใช้กับสื่อที่เน้นการฝึกทักษะ การออกแบบเนื้อหาส่วนใหญ่จะเน้นไปที่การสร้างโจทย์คำถาม อาจมีรูปแบบคำถามได้หลายลักษณะ ตั้งแต่รูปแบบทั่วไป เช่น แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ หรืออื่นๆ รวมถึงการออกแบบสถานการณ์ เพื่อการแก้ไขปัญหาและการแข่งขันในรูปแบบของเกมคอมพิวเตอร์หรือการฝึก นอกจากนี้ผู้ออกแบบควรมีการสรุปเกณฑ์และแนวคิดหลักของเนื้อหาเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนหากผู้เรียนต้องการ การทบทวนนี้อาจกระทำก่อนการฝึกหรือระหว่างฝึกก็ได้

(3) เนื้อหาด้านทัศนคติ การเปลี่ยนทัศนคติจะต้องทำให้ผู้เรียนเห็นว่าทัศนคติใหม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนมากกว่าทัศนคติเดิม ผู้เรียนอาจสนับสนุนแนวคิดใหม่หรือปฏิเสธแนวคิดใหม่ก็ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงว่าจะนำเสนอในรูปแบบใดจึงจะทำให้ผู้เรียนสนใจและคล้อยตาม ปัจจัยที่จะทำให้บทเรียนหรือเนื้อหาที่มีความน่าสนใจ ได้แก่ ความคล้ายคลึงหรือความใกล้เคียงกับเหตุการณ์ที่คุ้นเคยของผู้เรียน เช่น คำนิยม ความเชื่อ ภาษา จะทำให้ผู้เรียนมีความน่าสนใจในบทเรียนนั้นๆ และอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านความคิด นำไปสู่การเรียนรู้ที่ดีได้ นอกจากนี้การเพิ่มความสนใจโดยการใช้เรื่องราวหรือวรรณกรรมสั้นหรือความโดดเด่นของบุคคลต่างๆ มาใช้ในการเรียนการสอนมาใช้ประกอบการออกแบบเนื้อหาในการจัดทำสื่อ ก็เป็นสิ่งดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ และอาจสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนปรับเปลี่ยนความคิด และพฤติกรรมตามบทบาทหรือแบบอย่างที่ได้เห็นหรือได้ฟังมา

### 2.6.1.3 การออกแบบข้อคำถามสำหรับการประเมิน

(1) สร้างแบบทดสอบ ต้องออกแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหา ระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้และควรมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน ซึ่งหมายถึงข้อสอบที่ใช้วัดวัตถุประสงค์เดียวกัน แต่มีรูปแบบของข้อสอบ ข้อคำถาม หรือตัวเลือกตอบแตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้มีความหลากหลายของคำถามและไม่ต้องให้ผู้เรียนจำคำถามหรือคำตอบได้ในกาปฏิบัติจริง ผู้ออกข้อสอบอาจเขียนข้อสอบมากกว่า 2 ข้อ ในแต่ละวัตถุประสงค์ก็ได้ และให้โปรแกรมทำการสุ่มคำถามลงไปแบบทดสอบ แต่ต้องหาวิธีการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าข้อสอบคู่ขนานแต่ละคู่ที่สร้างขึ้นนั้น วัดวัตถุประสงค์เดียวกันและมีความยากง่ายใกล้เคียงกัน

(2) การสร้างแบบฝึกหัด ควรแบ่งข้อคำถามเป็นเรื่องๆ เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องแรกจบ จึงจะสามารถทำแบบฝึกหัดชุดต่อไปได้ โดยในแต่ละข้อเมื่อผู้เรียนตอบคำถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบทเรียนแต่ละข้อบทเรียนจะมีผลป้อนกลับทันทีว่าผู้เรียนตอบคำถามถูกหรือผิด ถ้าผู้เรียนตอบผิด จะมีคำอธิบายและบอกข้อที่ถูกต้องทันที หรือแนะนำให้ผู้เรียนกลับไปอ่านเนื้อหาเพิ่มเติมอีกครั้ง ก่อนที่จะเรียนบทเรียนอื่นๆ ต่อไป และเมื่อผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องตามระดับที่แบบฝึกหัดในบทเรียนกำหนดไว้ ข้อคำถามจะมีความยากขึ้นตามความสามารถของผู้เรียนเช่นกัน หรือมีการแบ่งระดับความยากไว้ให้ผู้เรียนเลือกว่าตนเองต้องการจะทำแบบฝึกหัดในระดับใด ซึ่งเป็น การท้าทายความสามารถของผู้เรียนอย่างหนึ่ง

(3) คำถามที่ใช้ในแบบทดสอบ จะมี 2 รูปแบบด้วยกัน คือ คำถามที่ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง โดยโปรแกรมจะกำหนดตัวเลือกให้คำถามกลุ่มนี้ ได้แก่ คำถามแบบ ถูกผิด คำถามแบบจับคู่ คำถามแบบหลายตัวเลือก และคำถามแบบกาเครื่องหมาย คำถามรูปแบบที่ 2 คือ คำถามที่ออกแบบให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบหรือประโยคสั้นๆ ในบริเวณหน้าจอ แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถประเมินคำตอบยาวๆ ได้

## 2.6.2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้อะไรก็ตามโดยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เป็นการตรวจสอบคุณภาพสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อและนักเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือเทียบเท่า ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความชำนาญในการพัฒนาสื่อทางการศึกษา มีหน้าที่ในการให้คำปรึกษาด้านการผลิตกับเจ้าหน้าที่เทคนิค รวมทั้งมีหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพของสื่อ และเทคนิคในการนำเสนอสื่อที่สร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์ตรวจสอบคุณภาพ 2 ส่วน ดังนี้

### 2.6.2.1 หลักการออกแบบพื้นฐาน

(1) ความเรียบง่าย ออกแบบให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของเนื้อหาซึ่งผสมผสาน ข้อความ ภาพ และเสียงอย่างลงตัว สามารถเข้าใจง่าย ไม่ใส่สิ่งต่างๆ มากเกินไป เช่น รูปภาพที่มากเกินไป สีที่ฉูดฉาดเกินไป หรือใช้รูปประโยคที่ยาวเกินไป ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหา หรืออาจทำให้การสื่อสารกับผู้เรียนไม่ตรงกับความต้องการ ความเรียบง่ายเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ คือปริมาณของข้อมูลจำนวนของชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน รูปแบบการปรากฏและจำนวนสี

(2) ความสม่ำเสมอ เป็นหลักการสำคัญของการออกแบบสื่อเกือบทุกประเภท สื่อที่ใช้รูปแบบปล่องค์ประกอบต่างๆ ไปในทิศทางเดียวกันตลอดทั้งบทเรียนจะทำให้เกิดความคุ้นเคยหรือสนองต่อความคาดหวังของผู้เรียน ความสม่ำเสมอในการออกแบบบทเรียนนี้ แบ่งออกได้หลายประเภท เช่น ความสม่ำเสมอด้านสีสัน ความสม่ำเสมอของขนาดและรูปทรง ความสม่ำเสมอของรูปแบบการนำเสนอ ความสม่ำเสมอของเสียง ความสม่ำเสมอของการชี้แนะ ความสม่ำเสมอของรูปแบบการใช้คำหรือประโยค และความสม่ำเสมอของตำแหน่งที่ปรากฏ

(3) ความชัดเจนในประเด็นนำเสนอ เกี่ยวข้องกับการใช้คำ การเรียงร้อยเป็นคำและประโยคไม่ว่าจะเป็นข้อความหรือเป็นเสียงบรรยายก็ตาม การใช้ถ้อยคำต่างๆ ต้องใช้ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน คำพูดหรือคำสอนต่างๆ ควรต้องออกแบบให้ใกล้เคียงกับคำสอนจริงในชั้นเรียน หากเป็นเสียงบรรยายประกอบการสอน ก็จะต้องเป็นการบรรยายที่เน้นการใช้เสียงที่น่าสนใจ น่าฟัง และควรต้องเตรียมบทบรรยายไว้เป็นอย่างดี คำศัพท์ต่างๆ ที่ใช้ควรต้องเป็นคำที่ผู้เรียนเข้าใจ ใช้ประโยคที่สั้น กะทัดรัด และตรงประเด็น

#### 2.6.2.2 หลักการออกแบบส่วนประกอบของสื่อ

(1) การใช้ข้อความ ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงองค์ประกอบย่อยหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบตัวอักษร ขนาดตัวอักษร ความหนาแน่นของตัวอักษร สีของข้อความ รวมทั้งการจัดข้อความร่วมกับภาพในหน้าจอ

(2) การใช้ภาพนิ่งหรือกราฟิก เพื่อสื่อความเข้าใจในเนื้อหา ช่วยเพิ่มความสวยงามและสีสันให้สื่อดูน่าสนใจยิ่งขึ้น การเลือกใช้กราฟิกในสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ นั้นต้องแน่ใจว่านำมาใช้เพื่ออะไร เพื่อความสวยงามหรือเพื่อใช้สอน เพื่อไม่ให้เกินความจำเป็น

(3) การใช้ภาพเคลื่อนไหว เป็นการนำภาพนิ่งหรือภาพกราฟิกมาแสดงต่อเนื่องกันให้เกิดลักษณะการเคลื่อนไหว มีทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ส่วนใหญ่การนำภาพเคลื่อนไหวมาใช้ในสื่อนั้นก็เพื่อนำเสนอเนื้อหาที่มีความซับซ้อน อีกทั้งยังทำให้เกิดความน่าสนใจขึ้น

(4) การใช้วีดิทัศน์ วีดิทัศน์ถูกนำมาใช้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับภาพเคลื่อนไหว แม้เนื้อหาบางอย่าง ภาพเคลื่อนไหวที่เป็นกราฟิกจะเหมาะสมกว่า แต่การนำเสนอด้วยวีดิทัศน์ก็ได้เปรียบในแง่ของการถ่ายทอดภาพแห่งความเป็นจริงได้อย่างชัดเจน การนำเสนอด้วยวีดิทัศน์หากมีความจำเป็นต้องนำเสนอเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง ควรแบ่งการนำเสนอวีดิทัศน์เป็นตอนๆ เพื่อไม่ให้หน้าเบื่อเกินไป และควรให้ผู้เรียนควบคุมการทำงานของวีดิทัศน์ได้ โดยการใช้แผงควบคุมการทำงานเพื่อ เล่น หยุด เดินหน้า ถอยหลัง เพิ่มและลดเสียงของวีดิทัศน์ได้

(5) การใช้เสียง ไม่ว่าจะเป็นเสียงพูดบรรยาย เสียงดนตรี และเสียงประกอบ ช่วยในการนำเสนอสื่อที่น่าสนใจ จะต้องมีการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเวลาและโอกาส นั้นหมายความว่า บางทีการไม่ใช้เสียงอาจมีความเหมาะสมกว่า

## 2.7 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

การผลิตสื่อการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำสื่อการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (ซีซิงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 7-19) มีรายละเอียดดังนี้

### 2.7.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output)

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอน หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อการสอนแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Developmental Testing

Developmental Testing คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นการช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

1. การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2. การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อยเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development – R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นและอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ

### 2.7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่าเป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ย่อมมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2 =$  ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

### 2.7.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อไปหาประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตก เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมากก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2.7.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (คณะผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพหากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

2.7.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียนนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่าสื่อการสอนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือจะลดเกณฑ์ลงเพราะถอดใจหรือยอมแพ้ไม่ได้ หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า สื่อมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้

สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ 80/80 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

#### 2.7.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้  
สูตรที่ 1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ

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

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\frac{\sum x}{N}$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบ
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์

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

เมื่อ	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\frac{\sum F}{N}$	แทน	คะแนนรวมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

#### 2.7.5 การตีความหมายผลการคำนวณ

หลังจากคำนวณหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์ โดยยึดหลักการและแนวทางดังนี้

ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง =  $\pm 2.5$  ให้ผลลัพธ์ของค่า  $E_1$  หรือ  $E_2$  ที่ถือว่า เป็นไปตามเกณฑ์

มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% และ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากคะแนน  $E_1$  หรือ  $E_2$  ห่างกันเกิน 5% แสดงว่ากิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียนไม่สมดุลกัน เช่น ค่า  $E_1$  มากกว่า  $E_2$  แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่า การสอบ หรือหากค่า  $E_2$  มากกว่าค่า  $E_1$  แสดงว่าการสอบง่ายกว่าหรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่จะต้องปรับแก้

หากสื่อการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ค่า  $E_1$  หรือ  $E_2$  ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริงไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำสอบได้เพราะการเดา

การประเมินในอนาคตจะเสนอผลการประเมินเป็นเลขสองตัว คือ  $E_1$  คู่  $E_2$  เพราะจะทำให้ผู้อ่านผลการประเมินทราบลักษณะนิสัยของผู้เรียนระหว่างนิสัยในการทำงานอย่างต่อเนื่อง คงเส้นคงวาหรือไม่ (ดูจากค่า  $E_1$  คือกระบวนการ) กับการทำงานสุดท้ายว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด (ดูจากค่า  $E_2$  คือกระบวนการ) เพื่อประโยชน์ของการกลั่นกรองบุคลากรเข้าทำงาน

### 2.7.6 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพ

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนภาคสนามแล้ว เทียบค่า  $E_1/E_2$  ที่ได้จากสื่อการสอนกับ  $E_1/E_2$  ที่ตั้งเกณฑ์ไว้เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าความแปรปรวน 25-5% อาทิ นั่นคือประสิทธิภาพของสื่อการสอนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 5% แต่โดยปกติเราจะกำหนดไว้ 2.5% อาทิ เราตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบ 1:100 แล้วสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิผล 87.5/87.5 เราก็สามารถยอมรับได้ว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ

การยอมรับประสิทธิภาพของสื่อการสอนมี 3 ระดับ คือ

- (1) สูงกว่าเกณฑ์
- (2) เท่าเกณฑ์
- (3) ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า กรอบแนวคิดการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ก่อนที่จะนำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพไปใช้ในการสอน ควรนำสื่อการเรียนรู้ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วปรับปรุงแก้ไขการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมให้ได้มาตรฐานก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าสื่อการเรียนรู้นั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่บกพร่องอยู่ โดยนำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ใช้จริง

## 2.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.8.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good and other (1973 : 7) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หมายถึง ความสำเร็จ ความคล่องตัว ความชำนาญในทักษะหรือประยุกต์ใช้ความรู้ต่างๆ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้จากผลการทดสอบของครูผู้สอนหรือผู้รับผิดชอบในการสอนหรือทั้งสองอย่างรวมกัน

กระทรวงศึกษาธิการ (2542 : 4) ได้ระบุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ในหนังสือประมวลศัพท์ทางการศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใดๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548 : 125) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549 : 42) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

นริศรา คณานันท์ (2555 : 38) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า คุณลักษณะความสามารถและประสบการณ์ของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนและเป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนการสอน ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

### 2.8.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Gronlund (1993 : 1) ให้แนวคิดว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นกระบวนการเชิงระบบเพื่อการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น จากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยหน้าที่หลักสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 28) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีต หรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 96) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 53) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลในการเรียนรู้สาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียนวิทยาลัยมหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษาต่างๆ

ปนัดดา โภคพิพัฒน์ (2553 : 37) ได้ให้ความหมายแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถมากน้อยเพียงใด

Webster's New International Dictionary of the English Language (อ้างถึงใน เยาวดี ราชย์กุล วิบูลย์ศรี. 2556 : 16) ได้ให้ความหมายว่า เป็นแบบสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดทักษะหรือความรู้ที่เรียนมา

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาของวิชานั้นๆ และทักษะต่างๆ ของแต่ละวิชา เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถที่เกิดจากการเรียนเป็นไปตามเป้าหมายหรือมาตรฐานที่ผู้สอนตั้งไว้หรือไม่

### 2.8.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ Bloom's Revised Taxonomy ของ Anderson & Krathwohl (2001 : 89) เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ นั่นคือ การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (cognitive domain) เป็นพฤติกรรมด้านสมองเกี่ยวกับสติปัญญา ความคิด ความสามารถในการคิดเรื่องราวต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพฤติกรรมทางพุทธิพิสัย 6 ระดับ (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2552 : 11-12) ได้แก่

2.8.3.1 จำ (Remember) เป็นระดับพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการนำเอาหรือดึงเอาความรู้ การสืบค้น การเตือนความจำ ได้จากความจำระยะยาวของคนออกมาเพื่อกำหนดการเรียนรู้ให้พัฒนาต่อไปในระดับที่สูงขึ้น ที่ได้จากความรู้เดิมของคน

2.8.3.2 เข้าใจ (Understanding) เป็นกระบวนการสร้างความรู้ที่มีความหมายจากสื่อ จากการอธิบาย การพูด การเขียน การแยกแยะ การเปรียบเทียบ การจัดหมวดหมู่ หรือการอธิบาย ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียนรู้

2.8.3.3 ประยุกต์ใช้ (Applying) เป็นการนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ หรือนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ด้วยกระบวนการหรือวิธีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอน

2.8.3.4 วิเคราะห์ (Analyzing) เป็นกระบวนการนำส่วนต่างๆ ของการเรียนรู้ มาประกอบเป็นโครงสร้างใหม่ ด้วยการพิจารณาว่ามีส่วนใด สัมพันธ์กับส่วนอื่นอย่างไร พิจารณาโครงสร้างโดยรวมของสิ่งที่เรียนรู้ แยกแยะวัตถุประสงค์ที่แตกต่างผ่านการกระบวนการอย่างเป็นระบบ

2.8.3.5 ประเมินผล (Evaluating) ตัดสิน เลือก การตรวจสอบ สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ สู่บริบทของตนเอง ที่สามารถวัดได้ และตัดสินได้ว่าอะไรถูกหรือผิดบนเงื่อนไขและมาตรฐานที่สามารถตรวจสอบได้ บนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด

2.8.3.6 สร้างสรรค์ (Creating) ในระดับสูงสุดของการเรียนรู้ เพื่อให้ได้องค์ประกอบของสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกัน ด้วยการสังเคราะห์ เพื่อเชื่อมโยงให้รูปแบบใหม่ของสิ่งที่เรียนรู้หรือโครงสร้างของความรู้ที่ผ่านการวางแผน และการสร้างหรือการผลิตอย่างเหมาะสม

ในที่นี้ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ระดับ คือ จำ (Remembering) เข้าใจ (Understanding) และประยุกต์ใช้ (Applying) กกกก

#### 2.8.4 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

สุทธวีรณ พิศักดิโสภณ (2555 : 1) แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องมือ ย่อมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการดังนี้

2.7.8.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง

2.7.8.2 ความเชื่อถือได้ (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือเชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีกผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

2.7.8.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความแจ่มชัดของคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

- (1) ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร
- (2) การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม
- (3) คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน

2.7.8.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกหรือจำแนกบุคคลที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้

2.7.8.5 ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.8.6 วัตถุประสงค์ (Searching) หมายความว่า ลักษณะของคำถามวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่เป็นคำถามที่วัดแต่เพียงความรู้ความจำอย่างเดียว

2.7.8.7 ยุติธรรม (Fair) เป็นลักษณะของคำถามที่ไม่ถามเพื่อเปิดโอกาสให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้เปรียบในการตอบมากกว่าคนในกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลหนึ่ง

2.7.8.8 มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามหลายแง่หลายมุมในข้อเดียวกัน ควรถามคำถามเดียวในแต่ละข้อ

2.7.8.9 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) ในแง่ของการนำไปใช้ ประหยัดเวลาและงบประมาณ

2.7.8.10 มีการจูงใจให้ตอบ (Exemplary) อาจทำได้โดยเรียงข้อสอบข้อง่าย ๆ ไว้ตอนแรกๆ แล้วค่อยๆ ยากขึ้นตามลำดับ หรืออาจใช้รูปภาพประกอบคำถามเพื่อดึงดูดความสนใจให้ผู้ตอบอยากตอบ นอกจากนี้รูปแบบการจัดพิมพ์ข้อสอบควรให้ดูสวยงาม น่าตอบ

## 2.8.5 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุทธิวรรณ พิศัคคีโสภณ (2555 : 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายแบบแตกต่างกันไป จะใช้ รูปแบบใดก็ควรพิจารณาถึงจุดประสงค์ในการวัดเป็นสำคัญ สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พอจำแนกได้ 2 แบบ ดังนี้

2.8.5.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเอง

2.8.5.2 แบบทดสอบมาตรฐาน

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียน พอจำแนกออกได้ ดังนี้

(1) ชนิดที่ผู้สอบเป็นผู้ให้คำตอบ ได้แก่

(1.1) แบบทดสอบแบบอัตนัย (Subjective Test or Essay Test) จำแนกออกเป็น

(1.1.1) แบบจำกัดคำตอบ (Restricted – response type)

(1.1.2) แบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted – response type)

(1.2) แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น (Completion or Short-Answer Test)

(2) แบบทดสอบชนิดที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบ ได้แก่

(2.1) แบบทดสอบแบบถูกผิด (True – False Test)

(2.2) แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)

(2.3) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

ในการวิจัยครั้งนี้พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ หมายถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรมตามทฤษฎีการเรียนรู้ Bloom's Revised Taxonomy ของ Anderson & Krathwohl (2001 : 89) ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมทางพุทธิสัย 3 ระดับ ได้แก่ จำ เข้า และประยุกต์ใช้ เนื่องจากเป็นการจำแนกพฤติกรรม การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของรายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสาวภา กลิ่นสูงเนิน (2558 : 288-295) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพของกระบวนการต่อ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ และสถิติทดสอบ t-test แบบ Independent sample ผลการวิจัยพบว่า สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.90$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.92$ ) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.88$ ) ประสิทธิภาพของบทเรียนมี ประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 89.67/87.31 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ต่ำกว่า 80/80 และนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนทรี่ มนตรีศรี (2562 : 41) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สร้างงานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อ เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สร้างงานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัด หนองจอก ที่มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียน ผ่านสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงกับกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยวิธีปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples) ชนิด สองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงมีคุณภาพด้านเนื้อหาและ คุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่อโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.65, S = 0.29$ ) โดยคุณภาพด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.85, S = 0.17$ ) และคุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.44, S = 0.29$ ) มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 90.67/89.83 ซึ่งเป็นตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีแบบ ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกียรติกุมิ อุเหล่า (2559 : 73) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ paired t-test ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง แบบจำลองอะตอม มีค่า 87.55/80.19 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

จักรพัฒน์ นิลพัฒน์ (2561 : 207) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ กับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test แบบ independent samples ผลการวิจัย พบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.33$ ,  $S = 0.36$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.23$ ,  $S = 0.58$ ) 2) ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เท่ากับ 83.37/86.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Kucuk S. (2016 : 411) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์ผ่าน mAR ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาแพทย์และความรู้ความเข้าใจ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาแพทย์ระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 จำนวน 70 คน พบว่า กลุ่มทดลองซึ่งใช้แอปพลิเคชัน mAR มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น การใช้แอปพลิเคชัน mAR ในการศึกษากายวิภาคศาสตร์มีส่วนทำให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล การเรียนรู้ออนไลน์ของนักเรียนลดลงเนื่องจากข้อมูลนามธรรมเป็นรูปธรรมผ่านสื่อมัลติมีเดียในแอปพลิเคชัน mAR นอกจากนี้ นักเรียนสามารถเข้าถึงสื่อการเรียนการสอนได้ทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการ วิธีการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นโดยใช้ความพยายามทางปัญญาน้อยลง ประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสและปฏิสัมพันธ์แบบเรียลไทม์กับสิ่งแวดล้อมอาจสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้และทำให้นักเรียนสามารถจัดโครงสร้างความรู้เพื่อทำงานการเรียนรู้ให้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

YILMAZ R. M. (2017 : 75) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในกิจกรรม การเล่าเรื่อง : สอบทักษะการเล่าเรื่องและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา กลุ่ม ตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน เป็นเด็กชาย 46 คนและ เด็กหญิง 54 คน สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจะรวบรวมอายุของกลุ่ม ระดับการศึกษา และประสบการณ์ ในกิจกรรมการเล่าเรื่อง และพิจารณาถึงความสะดวกในการเข้าถึงโรงเรียน จากผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของตัวแปรทั้งหมดในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ ยังพบค่าเฉลี่ยความ แตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยคำนึงถึงทักษะการเล่าเรื่อง ความยาวของเรื่องราว และความคิดสร้างสรรค์ในเรื่อง พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างตัวแปร ทั้งหมด สิ่งสำคัญคือต้องตระหนักเมื่อพบว่าเทคโนโลยีมีส่วนสนับสนุนทักษะการเล่าเรื่องและความคิด สร้างสรรค์ในการเล่าเรื่องในทางบวก และเพื่อให้แน่ใจว่าเทคโนโลยีนี้จะถูกนำมาใช้ การกำหนด ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้อาจมีส่วนช่วยในการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบของ เทคโนโลยีใหม่

Hamiyet Bursalı (2019 : 126) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของแอปพลิเคชันความเป็นจริง เสริมต่อความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่ม ตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 89 คน (เด็กหญิง 43 คน เด็กชาย 46 คน) พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีระดับความเข้าใจในการอ่านและความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่ม ควบคุมทุกสัปดาห์ นักเรียนได้รับความพึงพอใจจากการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการอ่านโดยใช้ AR และ แสดงความปรารถนาที่จะเห็นแอปพลิเคชันที่คล้ายคลึงกันที่นำเสนอในหลักสูตรอื่นๆ พวกเขา ยัง รายงานระดับความวิตกกังวลต่ำ ผลลัพธ์เชิงคุณภาพเหล่านี้บ่งชี้ว่าแอปพลิเคชัน AR สามารถใช้เป็น เครื่องช่วยการศึกษาสำหรับหลักสูตรที่เกี่ยวกับการอ่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่าการเรียนการสอนที่นำสื่อการ เรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ สามารถทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเนื้อหาได้อย่าง เป็นรูปธรรม สามารถเข้าใจเนื้อหา จำลองสถานการณ์ที่เป็นนามธรรมหรือมีความซับซ้อนได้ สื่อการ เรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้มีความสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียนหรือ กิจกรรมในชั้นเรียนนั้นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการ เรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เพื่อเป็นประสบการณ์ที่แตกต่างออกไป เพื่อ ประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

## บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สูตรและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

#### 3.1.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 รหัสวิชา 03376518 จำนวน 95 คน

#### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 รหัสวิชา 03376518 จำนวน 95 คน ด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.1.2.1 กลุ่ม 1 : ใช้หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ จำนวน 33 คน

3.1.2.2 กลุ่ม 2 : เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ จำนวน 32 คน

3.1.2.3 กลุ่ม 3 : เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.2.1 สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

## 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ผู้วิจัยได้พิจารณาบทความ งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบการออกแบบ สร้าง ทาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัยต่างๆ ดังนี้

3.3.1 สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยใช้รูปแบบ ADDIE Model ของ Roderic Sims (Seels and Glasgow, 1998 : 176) ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

### 3.3.1.1 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)

(1) ศึกษาทฤษฎี และหลักการของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยศึกษารายละเอียด ตลอดจนวิธีพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ จากตำรา เอกสาร วิทยานิพนธ์ ที่เกี่ยวข้อง

(2) ศึกษาและวิเคราะห์สังเขปรายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงขอบเขตและรายละเอียดของเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษา

(3) วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา โดยเรียงลำดับขั้นตอนการเรียนรู้จากง่ายไปหายาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1.2 ขั้นตอนออกแบบ (Design)

(1) ออกแบบต้นร่างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยวางโครงร่างของสื่อตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

(2) สร้างแบบต้นร่างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ตั้งแต่การออกแบบหนังสือที่ใช้เป็นบทเรียน การกำหนดสีที่ใช้งานจริง รูปแบบ ขนาด สี และตัวอักษร

(3) นำต้นร่างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอ

### 3.3.1.3 ขั้นตอนพัฒนา (Development)

(1) ดำเนินการสร้างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ตามต้นร่างและคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(2) นำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่สร้างขึ้น ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมิน เพื่อพิจารณาหาข้อบกพร่องและข้อควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้สมบูรณ์ที่สุด โดยมีรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

**ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีจำนวน 3 ท่าน ดังมีรายนามต่อไปนี้**

1. ผศ.ดร.อมรชัย ชัยชนะ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ผศ.สุระชัย พิมพ์สาดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ดร.ภมร ศิลาพันธ์

อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยศิลปากร (วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีจำนวน 3 ท่าน ดังมีรายนามต่อไปนี้

1. รศ.ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์  
รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์วัชรินทร์ คงพิบูลย์  
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์ดวงกมล อังอำนาจศิริ  
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

(3) ปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

(4) นำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อทำการตรวจสอบอีกครั้ง

### 3.3.1.4 ขั้นตอนการใช้ (Implementation)

(1) นำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและได้แก้ไขเรียบร้อยแล้วมาใช้ทดลองกับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเคยเรียนรายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียน

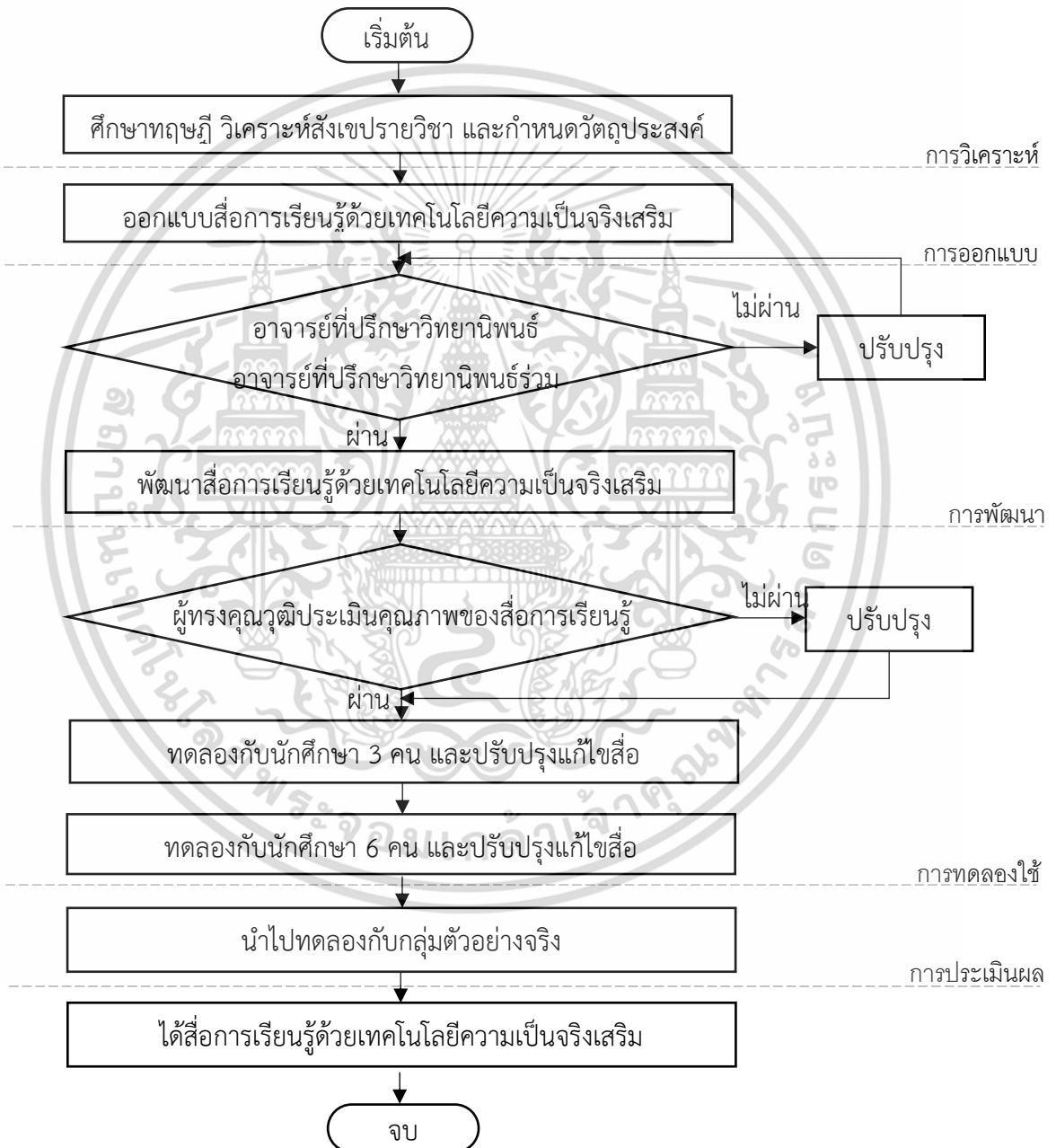
(2) ทำการทดลองครั้งที่ 2 นำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่ปรับปรุงในขั้นต้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเคยเรียนรายวิชา การปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 ซึ่งใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 6 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้

(3) นำข้อบกพร่องที่บันทึกไว้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1.5 ชั้นประเมินผล (Evaluation)

(1) นำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  เท่ากับ 80/80 หากผลการคำนวณพบว่ามีค่าไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าสื่อการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ ตามสูตรของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 10)



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนในการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3.2.2 กำหนดวัตถุประสงค์และหัวข้อแบบประเมินคุณภาพทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.3.2.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งผู้วิจัยได้ประยุกต์การวัดคะแนนตามแบบมาตราวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	มีคุณภาพดีมาก
ระดับคะแนน	4	หมายถึง	มีคุณภาพดี
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	มีคุณภาพพอใช้
ระดับคะแนน	1	หมายถึง	มีคุณภาพควรปรับปรุง

เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบประเมินคุณภาพมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อประเมินคุณภาพของสื่อ โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

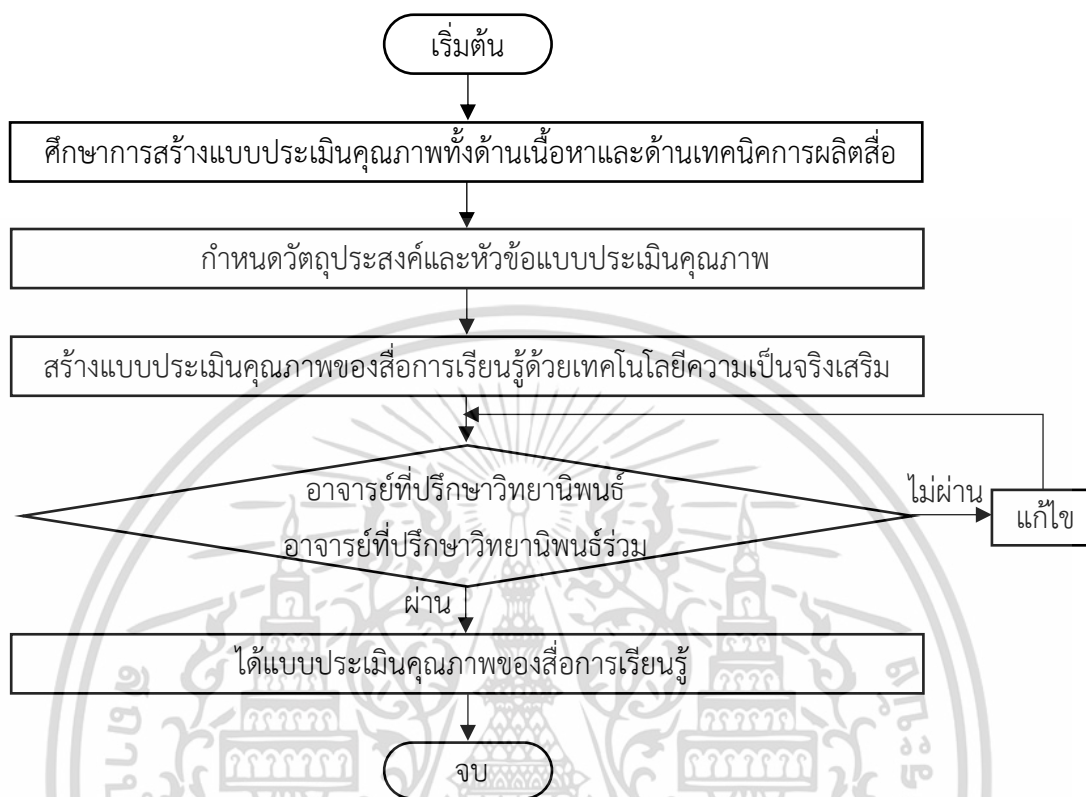
ค่าเฉลี่ย	4.50-5.00	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย	3.50-4.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
ค่าเฉลี่ย	2.50-3.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50-2.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

3.3.2.4 นำแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.2.5 ได้แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สำหรับให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ เพื่อให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ แสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้

### 3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก เกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 ตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 โดยการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากคู่มือและเอกสารต่างๆ

3.3.3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เพื่อใช้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.3 สร้างแผนผังข้อสอบ (Test blueprint) (ภาคผนวก ง หน้า 114) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยจำแนกตามเนื้อหา

และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ตามที่วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความเหมาะสมของข้อคำถาม หากมีข้อผิดพลาดผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

3.3.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาโดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละค่ามีเงื่อนไข ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

จากนั้นนำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญไปคำนวณค่า IOC เป็นรายข้อ (พรรณี ลีกิจวัฒน์.

2559 : 195) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	R	แทน	คะแนนรายข้อตามดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ
	$\Sigma$	แทน	ผลรวม
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถาม ดังนี้

- (1) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5-1.0 คัดเลือกไว้ใช้ได้
- (2) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

3.3.3.7 คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 มาใช้เป็นข้อคำถามในแบบทดสอบ และปรับปรุงคำถามตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่า มีแบบทดสอบทั้งหมด 59 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ คือ มีค่า 0.67-1.00 และมี 1 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่าเกณฑ์ (ภาคผนวก จ หน้า 120 )

3.3.3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวน 30 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อสามารถคำนวณได้จากสูตร (พรรณี ลีกิจ  
วิฒนะ. 2559 : 207) ดังนี้

$$p = \frac{R_H + R_L}{2n} \quad (3.2)$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	$R_H$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
	$R_L$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม (ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน)

ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อสามารถคำนวณได้จากสูตร (พรรณี ลีกิจ  
วิฒนะ. 2559 : 210) ดังนี้

$$r = \frac{R_H + R_L}{n} \quad (3.3)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$R_H$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
	$R_L$	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม (ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน)

3.3.3.9 คัดเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่  
0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

สำหรับแบบทดสอบฉบับนี้ มีผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง  
0.67-1.00 ผ่านเกณฑ์ 59 ข้อ ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบทั้ง 59 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย  
และค่าอำนาจจำแนก ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.20-0.75 และค่าอำนาจ  
จำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20-0.90 ให้เป็นไปตามแผนผังข้อสอบ (ภาคผนวก ฉ หน้า 124)

3.3.3.10 นำข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ในการทดลองใช้กับนักศึกษาที่เรียนมาแล้ว เพื่อ  
หาความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคุณ  
Kuder-Richardson (พรรณี ลีกิจวิฒนะ. 2559 : 202)

สูตร KR-20 (พรรณี ลีกิจวิฒนะ. 2559 : 210) ดังนี้

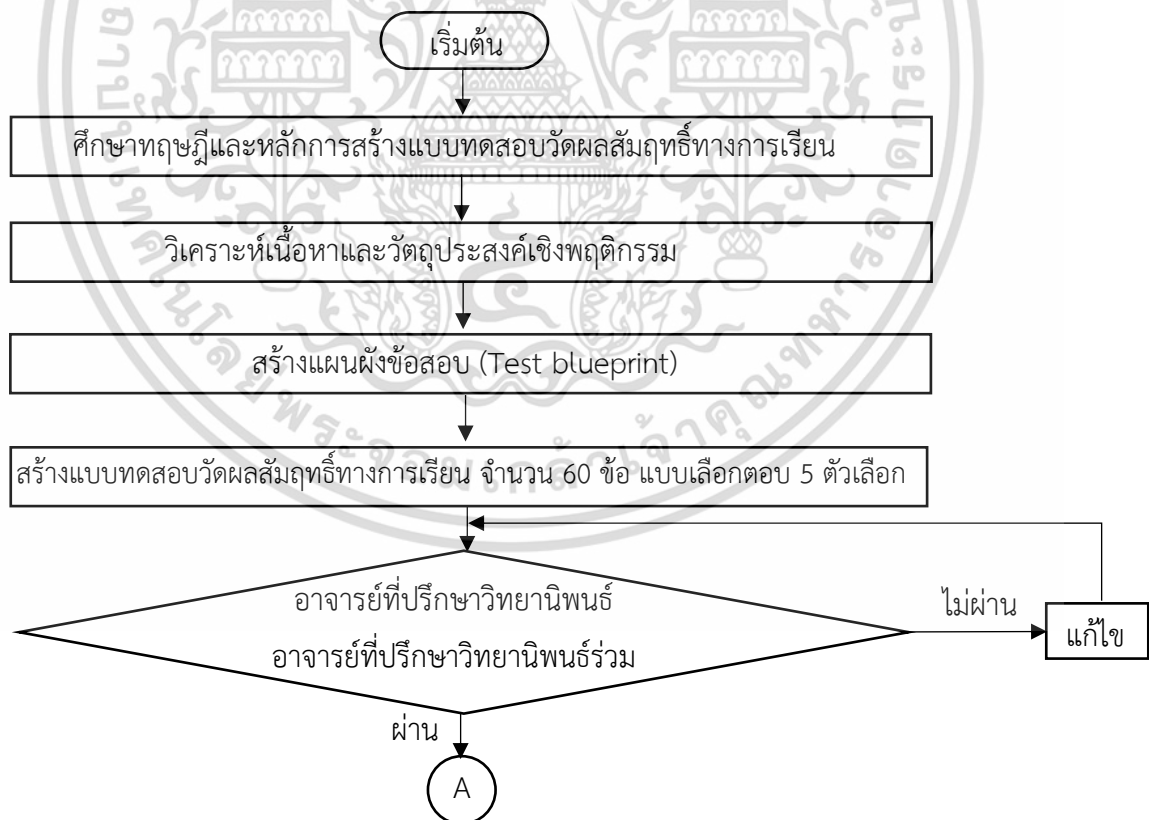
$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right\} \quad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัด
	$k$	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\Sigma$	แทน	ผลรวม
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

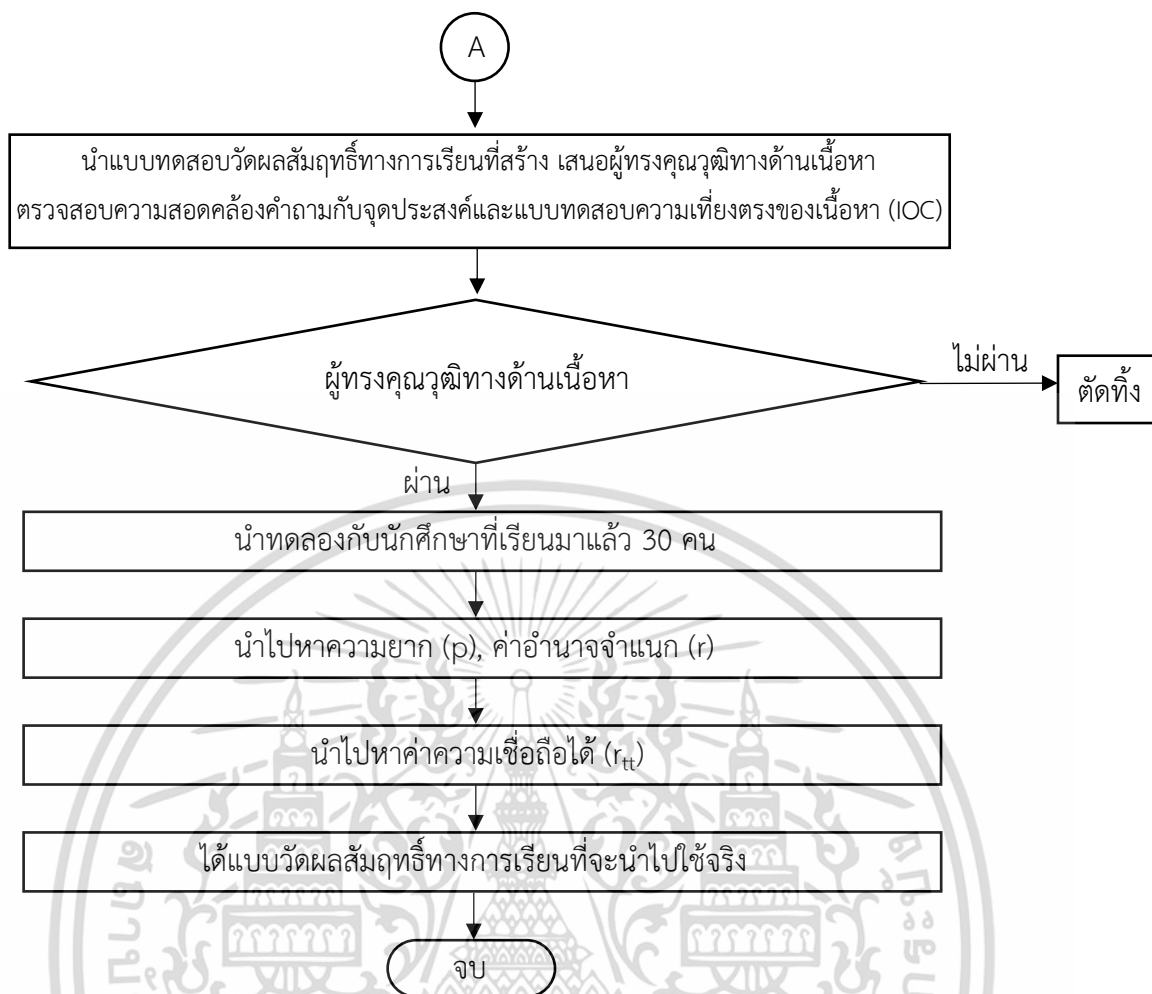
สำหรับแบบทดสอบฉบับนี้ ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อถือได้ คือ 0.97 (ภาคผนวก ฉ หน้า 129)

3.3.3.11 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ สำหรับใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ซึ่งลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ แสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 (ต่อ) ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้

#### 3.4.1 แบบแผนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม โดยดำเนินการทดลองแบบ 2 กลุ่ม (Nonrandomized control group posttest-only design) (พรรณี ลิกิจวัฒน์. 2559 : 290) ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การทดลองที่มีการวัดเฉพาะหลังให้สิ่งทดลอง (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2559 : 290)

กลุ่ม	วัดก่อน	สิ่งทดลอง	วัดหลัง
E	-	X	T <sub>E</sub>
C	-	-	T <sub>C</sub>

### 3.4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยถึงผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน ในการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทำการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม

2. ขออนุญาตและประสานงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

3. ผู้วิจัยแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้ พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการใช้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ แนะนำขั้นตอนการใช้งานแอปพลิเคชันตามคู่มือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และให้นักศึกษาติดตั้งแอปพลิเคชัน Zappar ในสมาร์ตโฟนของตนเอง

4. นำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยเลือกนักเรียนรู้ที่มีระดับผลการเรียนแก่ ปานกลาง และอ่อน ซึ่งเคยเรียนรายวิชา การปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 มาแล้ว โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ทดลองกับนักศึกษาจำนวน 3 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนแก่ ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน

4.2 ทดลองกับนักศึกษาจำนวน 6 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนแก่ ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน

5. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่สร้างขึ้นและผ่านการประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวน 30 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ พบว่า ค่าความยากง่าย อยู่ในช่วง 0.20-0.75 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ในช่วง 0.20-0.90 และค่าความเชื่อถือได้ คือ 0.97 แล้วจึงนำมาใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผู้วิจัยนำสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

6.1 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลองเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เมื่อเรียนเสร็จ ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

6.2 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลองเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เรียนครบทุกเนื้อหา ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม โดยมีขั้นตอนดังนี้

7.1 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เมื่อเรียนเสร็จ ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

7.2 เมื่อนักศึกษาที่เป็นกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เรียนครบทุกเนื้อหา เสร็จ ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. ผู้วิจัยนำผลการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ และกลุ่มควบคุม คือ นักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติกับอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

### 3.5 สูตรและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติดังต่อไปนี้

3.5.1 การหาค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สำหรับการหาค่าเฉลี่ย (พรุณี ลีกิจวัฒน์. 2559 : 245) ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ  
 $n$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.5.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สำหรับวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2559 : 248) ดังนี้

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

เมื่อ  $S$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum x$  แทน ผลรวม  
 $X$  แทน คะแนนแต่ละตัวในชุดข้อมูล  
 $n$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน  $E_1 : E_2$  (ชัยรงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 7-18) ดังนี้

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

เมื่อ  $E_1$  แทน ร้อยละของคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน  
 $\sum X$  แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน  
 $N$  แทน จำนวนนักศึกษาทั้งหมด  
 $A$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน

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

เมื่อ  $E_2$  แทน ร้อยละของคะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน  
 $\sum F$  แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N	แทน	จำนวนนักศึกษาทั้งหมด
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

3.5.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ กับ นักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้ t-test Independent

3.5.4.1 กรณีความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน ใช้การทดสอบทีชนิดความแปรปรวนรวม (Pooled Variance t-test) (พรรณณี ลีกิจวัฒน์. 2559 : 270) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}} \quad (3.9)$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติ t
$\bar{X}_1$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุม
$S_1^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลอง
$S_2^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มควบคุม
$n_1$	แทน	จำนวนนักศึกษาของกลุ่มทดลอง
$n_2$	แทน	จำนวนนักศึกษาของกลุ่มควบคุม
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
$\alpha$	เท่ากับ	0.05

โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบทางสถิติ ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต้องมาจากการสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normality)
2. กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน
3. ความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มจะต้องเท่ากันหรือไม่แตกต่างกัน  
การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นในการทดสอบทางสถิติที่แบบสองกลุ่มเป็นอิสระจากกัน (t-test for Independent sample) เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมากกว่า 30 จึงไม่ต้องทดสอบการแจกแจงความเป็นปกติของข้อมูล (Normality)
2. กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่มจึงเป็นอิสระจากกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติและได้นำเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

### 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ทั้ง 2 ด้าน คือด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านละ 3 ท่าน เพื่อให้สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีคุณภาพก่อนนำไปทดลองใช้ ซึ่งผลของการประเมินจะแสดงดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และระดับคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ จำแนกเป็นด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.52	0.41	ดีมาก
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.62	0.26	ดีมาก
<b>รวมด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ</b>	<b>4.57</b>	<b>0.11</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 4.1 สรุปผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้านนั้น แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.57$ ,  $S=0.11$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านของรายการประเมินพบว่า ในด้านเนื้อหาคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.52$ ,  $S=0.41$ ) และในด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.62$ ,  $S=0.26$ )

คุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีผลการประเมินเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

**ตารางที่ 4.2** ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และระดับคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
<b>1. การเตรียมเนื้อหา</b>			
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.00	1.00	ดี
1.2 เนื้อหาที่มีความกระชับ และมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 แบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่ มีความต่อเนื่อง ชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับการศึกษาของผู้เรียน	4.33	1.15	ดี
1.5 ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
<b>รวม</b>	<b>4.53</b>	<b>0.54</b>	<b>ดีมาก</b>
<b>2. การออกแบบเนื้อหา</b>			
2.1 มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 มีภาพกราฟิกและตัวอักษรสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
2.3 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน	4.00	1.00	ดี
2.4 สามารถทบทวนเนื้อหาได้ตลอดเวลา	5.00	0.00	ดีมาก
2.5 ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.67</b>	<b>0.43</b>	<b>ดีมาก</b>
<b>3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>			
3.1 ข้อคำถามในแบบทดสอบมีความชัดเจน	4.33	0.58	ดี
3.2 แบบทดสอบมีความครอบคลุมเนื้อหาทั้งบทเรียน	4.00	0.00	ดี
3.3 ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์	4.33	0.58	ดี
3.4 ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.33</b>	<b>0.29</b>	<b>ดี</b>
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>4.52</b>	<b>0.41</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าเฉลี่ยของคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริง เสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ทางด้านเนื้อหาในภาพรวมมี คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.52$ ,  $S=0.41$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการประเมินพบว่า รายการ ประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเป็นอันดับ 1 คือการออกแบบเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}= 4.67$ ,  $S=0.43$ ) อันดับที่ 2 คือการเตรียมเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.53$ ,  $S=0.54$ ) และอันดับ สุดท้ายคือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X}=4.33$ ,  $S=0.29$ )

คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับ วิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีผลการประเมินเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และระดับคุณภาพสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี  
ความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ  
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับ คุณภาพ
<b>1. หลักการออกแบบเนื้อหา</b>			
1.1 สื่อมีความเรียบง่าย ทั้งข้อความ และภาพ	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 ปริมาณของเนื้อหามีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
1.3 สื่อมีองค์ประกอบที่สม่ำเสมอ	4.33	0.58	ดี
1.4 สื่อมีองค์ประกอบไปในทิศทางเดียวกัน	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 สื่อมีความชัดเจนในประเด็นที่นำเสนอ	4.67	0.58	ดีมาก
1.6 การเรียงร้อยคำและการใช้ประโยคที่เหมาะสม	4.33	0.58	ดี
1.7 สื่อมีความสวยงามดึงดูดผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
1.8 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับสื่อ	5.00	0.00	ดีมาก
1.9 การจัดตำแหน่งมีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.59</b>	<b>0.19</b>	<b>ดีมาก</b>
<b>2. หลักการออกแบบส่วนประกอบของมัลติมีเดีย</b>			
2.1 รูปแบบ ขนาด ความหนา และสีของตัวอักษร มีความชัดเจน	4.00	1.00	ดี
2.2 ภาพหรือกราฟิกมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ภาพหรือกราฟิกในสื่อมีความเหมาะสมและชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 ภาพหรือกราฟิกมีความชัดเจน สันเกตุง่าย และสื่อความหมายได้ดี	4.67	0.58	ดีมาก
2.5 ภาพหรือกราฟิกมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดีมาก
2.8 การใช้ข้อความในสื่อมีความเหมาะสมและชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
2.9 ข้อความในสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดีมาก
2.10 เนื้อหามีความต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน	4.33	0.58	ดี
2.11 ตำแหน่งของข้อความ และภาพกราฟิก มีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
<b>รวม</b>	<b>4.56</b>	<b>0.25</b>	<b>ดีมาก</b>
<b>3. หลักการออกแบบบทเรียน</b>			
3.1 การติดตั้งแอปพลิเคชันสะดวกและรวดเร็ว	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 แอปพลิเคชันใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 การเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาอื่นๆ	4.00	0.00	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
3.4 การตอบสนองของแอปพลิเคชัน	4.33	0.58	ดี
3.5 ภาพสัญลักษณ์มีขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3.6 ตำแหน่งของการแสดงผลมีความเหมาะสม ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
3.7 รูปลักษณ์ของแอปพลิเคชันดึงดูดความสนใจ	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.62	0.31	ดีมาก
รวมทั้งหมด	4.62	0.11	ดีมาก

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าเฉลี่ยของคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.62$ ,  $S=0.26$ ) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการประเมินพบว่ารายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเป็นอันดับ 1 คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.62$ ,  $S=0.31$ ) อันดับที่ 2 คือหลักการออกแบบเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}=4.59$ ,  $S=0.19$ ) และอันดับสุดท้ายคือการออกแบบเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X}=4.56$ ,  $S=0.25$ )

#### 4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ (n=30)

คะแนน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน	30	25.05	83.50
แบบทดสอบหลังเรียน	30	24.33	81.11

\*เกณฑ์กำหนด  $E_1/E_2$  (80/80)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 พบว่าประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ  $E_1 = 83.50$  และ  $E_2 = 81.11$  ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

### 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ โดยการทดสอบค่าทางสถิติ t-test for Independent Sample มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	n	$\bar{X}$	S	df	t-test for Equality of Means	
						t	Sig.
นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อ	30	33	24.74	2.41	32	4.98*	.000
นักศึกษาที่เรียนแบบปกติ	30	32	21.19	3.30	31		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่านักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเพื่อหาคุณภาพ หาประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 คุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ผลสรุปรวมการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.11 โดยด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26

5.1.2 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ  $E_1$  เท่ากับ 83.50 และ  $E_2$  เท่ากับ 81.11 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  คือไม่ต่ำกว่า 80/80

5.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

#### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 คุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ผลการหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.57, S = 0.11$ ) เนื่องมาจากการดำเนินงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน

กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และวิเคราะห์เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการเรียน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ให้ผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย ไม่สามารถแก้ไข หรือทำซ้ำได้โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสอนและผู้เรียน เพื่อให้ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนมากที่สุด เมื่อจำแนกเป็นรายด้านพบว่า ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.52, S=0.41$ ) เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบเนื้อหาและตัวสื่อให้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เข้าใจได้ง่าย ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวภา กลิ่นสูงเนิน (2558 : 288) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่อง หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าสื่อความเป็นจริงเสริม เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.92, S=0.18$ ) เพราะได้ออกแบบการนำเสนอเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สื่อมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหา

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผลการวิจัยพบว่า สื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.62, S=0.26$ ) เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ได้นำสนใจไปจากเดิม โดยสามารถมองเห็นลักษณะรูปร่าง และองค์ประกอบของเครื่องกำเนิดสัญญาณ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและจดจำเนื้อหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทรี มนตรีศรี (2562 : 40) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สร้างงานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการประเมินด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.44, S=0.29$ ) เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนและมัลติมีเดียให้ใช้ง่ายและสะดวก โดยมีข้อความ รูปภาพ เสียง และวิดีโอ ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ

### 5.2.2 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ พบว่า จากคะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 83.50/81.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ แล้วทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทันที ทำให้ผู้เรียนตอบข้อคำถามได้ดี ทั้งนี้เพราะสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการออกแบบอย่างเป็นระบบ ตรวจสอบและทำการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำผู้ทรงคุณวุฒิด้านต่างๆ จึงได้สื่อที่เหมาะสมกับผู้เรียน กระตุ้นในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำเสนอในรูปแบบ ข้อความ รูปภาพ และวิดีโอ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดอิสระในการเรียนรู้ ส่งผลให้มีค่าประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกียรติภูมิ อุเหล่า (2559 : 73) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าสื่อการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.55/80.19 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ต้องการรู้และให้ความสำคัญต่อการเรียนมากยิ่งขึ้น ความสนใจในเนื้อหาของบทเรียนเพิ่มขึ้น โดยสังเกตได้จากความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน และยังมีความสนใจในเรื่องการใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณมากยิ่งขึ้น เมื่อผู้เรียนได้เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยเพิ่มการเรียนรู้ในส่วนที่มองไม่เห็นหรือเป็นเรื่องที่อธิบายยาก ประกอบกับการนำเสนอเป็นรูปภาพ เมื่อไม่เข้าใจหรือจำไม่ได้ก็สามารถกลับไปทบทวนบทเรียนทำให้เกิดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรพันธ์ นิลพัฒน์ (2561 : 207) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ควรยืดหยุ่นเรื่องของเวลาในการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ เนื่องจากความพร้อมของผู้เรียนแต่ละบุคคลนั้นไม่เท่ากัน

5.3.1.2 ผู้สอนเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำเมื่อเกิดปัญหาในการใช้งานของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรพัฒนาสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ร่วมกับวิธีการเรียนรู้อื่นๆ เช่น การเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิด การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน เป็นต้น เพื่อให้เกิดความหลากหลาย

5.3.2.2 ควรศึกษาการใช้งานของแอปพลิเคชันเพิ่มเติม เพื่อนำไปพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก ในรูปแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. 2542. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542**. กรุงเทพฯ : บริษัทสยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด.
- เกียรติภูมิ อุเหล่า. 2559. การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารโครงการวิทยากรคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ**. 2(2) : 73-80.
- จักรพันธ์ นิลพัฒน์. 2561. “สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์.” **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**. 17(2) : 207-214.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. 2550. E- Instructional Design **วิธีการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.” **วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย**. 5(1) : 5-20.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2553. **Active Learning**. ข่าวสารวิชาการ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ณัฐกร สงคราม. 2557. **การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐญา นาคะสันต์ และ ศุภรางค์ เรืองวานิช. 2559. Augmented Reality : เติมชีวิตให้สื่อสิ่งพิมพ์ทางการศึกษา. **วารสารร่มพญักษ์ มหาวิทยาลัยเกริก**. 34(2) : 34-50.
- ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. 2551. **การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นริศรา คณานันท์. 2555. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องบทประยุกต์ความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. กศ.ม. หลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นิเวศน์ คำรัตน์, พรพรรณราย เทียมทัน, พรสิริ เอี่ยมแก้ว และสุธาทิพย์ งามนิล. 2560. “การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีออกเมนต์ดี เรียลลิตี้ สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา.” **วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย**. 10(2) : 112-114.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2545. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ปนัดดา โภคพิพัฒน์. 2553. **การจัดการเรียนรู้แบบเดินเรื่องที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม**.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ปราณี กองจินดา. 2549. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบซิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู. ค.ม. หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

พจน์ศิริจันทร์ ลิ้มปิ่นนันทน์. 2560. “เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งเสริมความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษ.” วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 4(2) : 9-10.

พิชิต ฤทธิจรรยา. 2548. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : เฮาส์ ออฟ เคอร์มีเอส.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2548. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แบนเนจเม้นท์.

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2556. เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง แนวคิดในการผลิตสื่อความจริงเสมือน (Augmented Reality). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนต์ชัย เทียนทอง. 2551. เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ Mentor Coached Think-Pair-Share เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนรู้ออนไลน์. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 18(1) : 99-105.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2540. การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัฐพล ประดับเวทย์. 2560. “แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีตามแนวคิดอนุกรมวิธานของบลูม.” วารสารวิชาการ Veridian E-Journal. 10(3) : 1051-1065.

วัชร เกษพิชัยณรงค์ และ น้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย. 2553. การเรียนเชิงรุกและเทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนเชิงรุก. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2556. การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี้. เพชรบูรณ์ : จุลติศการพิมพ์.

วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2558. การพัฒนาสื่อ Augmented reality ด้วยโปรแกรม Processing และ OpenSpace3D. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ. 2555. การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุนทรี มนต์ศรี. 2562. “การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สร้างงานแอนิเมชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 18(2) : 40-47.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เสาวภา กลิ่นสูงเนิน. 2558. “การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง หลักการทำงานคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1.” *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*. 14(3) : 288-295.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2553. *ชุดฝึกอบรมการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2562. *แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)*. [Online] เข้าถึงได้จาก : <http://www.secondary35.go.th/wp-content/uploads/2019/12/book12-62.pdf>.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2553. *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- Anderson, L., Krathwohl, R., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J., & Wittrock, M. (Eds.) (2001). *Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy*. New York, NY: Longman.
- Craig, A, B. 2013. *Understanding Augmented Reality : Concept and Applications*. Massachusetts : Elsevier.
- Good, C.V. 1973. *Dictionary of education*. New York : McGraw-Hill book Company.
- Gregory Kipper and Joseph Rampolla. 2013. *Augmented Reality : An merging Technologies Guide to AR*. Massachusetts : Elsevier.
- Hamiyet Bursali. 2019. “Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency.” *Computers in Human Behavior*. 95 : 126-135.
- Kucuk S., KAPAKIN S. and GÖKTAŞ Y. 2016. “Learning Anatomy via Mobile Augmented Reality : Effects on Achievement and Cognitive Load.” *ANATOMICAL SCIENCES EDUCATION*. 9(5) : 411-421.
- Seels and Glasgow. 1998. *Making Instructional Design Decisions (2nd. ed.)*. OH : Columbus. Prentice Hall.
- Tanner and Karas. 2013. *Integrating Education Technology into the Classroom : How Augment Reality Can Aid in Student Comprehension*. [Online]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.oswego.edu/Document/project\\_smart/Team%20Action%20Reports/2013/20122013%20Grant%20%20%20Graduate20Student%20Research.pdf](http://www.oswego.edu/Document/project_smart/Team%20Action%20Reports/2013/20122013%20Grant%20%20%20Graduate20Student%20Research.pdf).
- YILMAZ R. M. 2017. “Using augmented reality technology in storytelling activities: examining elementary students' narrative skill and creativity.” *VIRTUAL REALITY*. 21(2) : 75-89.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ

ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง

ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือและข้อมูล

ภาคผนวก ช ตัวอย่างหนังสือความเป็นจริงเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ อว 7004 / 0232 วันที่ 4 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและประเมิน IOC แบบทดสอบ

เรียน ผศ.ดร.อมรชัย ชัยชนะ

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เถรึกษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ” โดยมี รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อด้านเนื้อหาและประเมิน IOC แบบทดสอบนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพวรรณ เถรึกษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและแบบทดสอบมาด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ อว 7004 / 0232 วันที่ 4 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและประเมิน IOC แบบทดสอบ

เรียน ผศ.สุระชัย พิมพ์สาส์

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เถรรักษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ” โดยมี รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อด้านเนื้อหาและประเมิน IOC แบบทดสอบนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพวรรณ เถรรักษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและแบบทดสอบมาด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0232

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและประเมิน IOC แบบทดสอบ

เรียน ดร.ภมร ศิลาพันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและแบบทดสอบ

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เถรักษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า  
คุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วย  
วิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ” โดยมี รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ที่  
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ  
เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา  
และประเมิน IOC แบบทดสอบนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมิน  
ของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพวรรณ เถรักษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 090-880-4655

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ อว 7004 / 0232 วันที่ 4 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน รศ.ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เถรึกษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ” โดยมี รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพวรรณ เถรึกษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตมาด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ อว 7004 / 0232 วันที่ 4 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน อาจารย์วัชรินทร์ คงพิบูลย์

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เถรรักษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ” โดยมี รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพวรรณ เถรรักษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตมาด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว 7004 / 0232

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน อาจารย์ดวงกมล อังอำนาจศิริ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้วย นางสาวทิพวรรณ เถ์รักษา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรอุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ” โดยมี รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินสื่อเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวทิพวรรณ เถ์รักษา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร. 090-880-4655

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา**  
**การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก**  
**เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

2. แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สร้างขึ้นเพื่อการทำวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีทางการศึกษา) คณะครุศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. แบบประเมินฉบับนี้กำหนดการประเมินเป็น 5 ระดับ (Rating Scale) โดยแต่ละระดับคุณภาพเป็นดังนี้

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	มีคุณภาพดีมาก
ระดับคะแนน	4	หมายถึง	มีคุณภาพดี
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	มีคุณภาพพอใช้
ระดับคะแนน	1	หมายถึง	มีคุณภาพควรปรับปรุง

ขอกราบขอบพระคุณท่านที่ได้กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ทิพวรรณ เกร็กรา  
ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก**  
**เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**

**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

1. บอกคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
2. บอกชนิดของรูปคลื่นพื้นฐานได้
3. บอกคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
4. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
5. บอกชื่อและหน้าที่ของขั้วต่อ-ปุ่มปรับของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
6. ตั้งค่าความถี่จากเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
7. เลือกสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
8. บอกประโยชน์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
9. บอกข้อควรระวังและการบำรุงรักษาของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก**  
**เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**

คำชี้แจง : โปรดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรายการต่างๆ กรุณาทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องว่างที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ตารางที่ ข.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับ  
 วิธีการเรียนรู้เชิงรุกเรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมินด้านเนื้อหา	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
<b>1. การเตรียมเนื้อหา</b>					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
1.2 เนื้อหา มีความกระชับ และมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน					
1.3 แบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่ มีความต่อเนื่อง ชัดเจน					
1.4 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับการศึกษาของผู้เรียน					
1.5 ภาษาที่ใช้ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน					
<b>2. การออกแบบเนื้อหา</b>					
2.1 มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย					
2.2 มีภาพกราฟิกและตัวอักษรสอดคล้องกับเนื้อหา					
2.3 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน					
2.4 สามารถทบทวนเนื้อหาได้ตลอดเวลา					
2.5 ความถูกต้องของเนื้อหา					
<b>3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>					
3.1 ข้อคำถามในแบบทดสอบ มีความชัดเจน					
3.2 แบบทดสอบ มีความครอบคลุมเนื้อหาทั้งบทเรียน					
3.3 ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์					
3.4 ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับเนื้อหา					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ประเมิน  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ**  
**การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก**  
**เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

2. แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สร้างขึ้นเพื่อการทําวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีทางการศึกษา) คณะครุศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. แบบประเมินฉบับนี้กำหนดการประเมินเป็น 5 ระดับ (Rating Scale) โดยแต่ละระดับคุณภาพเป็นดังนี้

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	มีคุณภาพดีมาก
ระดับคะแนน	4	หมายถึง	มีคุณภาพดี
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	มีคุณภาพพอใช้
ระดับคะแนน	1	หมายถึง	มีคุณภาพควรปรับปรุง

ขอกราบขอบพระคุณท่านที่ได้กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ทิพวรรณ เกร็ดกษา  
ผู้วิจัย

**แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก  
เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**

**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

1. บอกคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
2. บอกชนิดของรูปคลื่นพื้นฐานได้
3. บอกคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
4. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
5. บอกชื่อและหน้าที่ของขั้วต่อ-ปุ่มปรับของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
6. ตั้งค่าความถี่จากเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
7. เลือกสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
8. บอกประโยชน์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้
9. บอกข้อควรระวังและการบำรุงรักษาของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก**  
**เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**

คำชี้แจง : โปรดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรายการต่างๆ กรุณาทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องว่างที่ตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ตารางที่ ข.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุกเรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
<b>1. หลักการออกแบบเนื้อหา</b>					
1.1 สื่อมีความเรียบง่าย ทั้งข้อความ และภาพ					
1.2 ปริมาณของเนื้อหาที่มีความเหมาะสม					
1.3 สื่อมีองค์ประกอบที่สม่ำเสมอ					
1.4 สื่อมีองค์ประกอบไปในทิศทางเดียวกัน					
1.5 สื่อมีความชัดเจนในประเด็นที่น่าเสนอ					
1.6 การเรียงร้อยคำและการใช้ประโยคที่เหมาะสม					
1.7 สื่อมีความสวยงามดึงดูดผู้เรียน					
1.8 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา กับสื่อ					
1.9 การจัดตำแหน่งมีความเหมาะสม					
<b>2. หลักการออกแบบส่วนประกอบของมัลติมีเดีย</b>					
2.1 รูปแบบ ขนาด ความหนา และสีของตัวอักษร มีความชัดเจน					
2.2 ภาพหรือกราฟิกมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์					
2.3 ภาพหรือกราฟิกในสื่อมีความเหมาะสมและชัดเจน					
2.4 ภาพหรือกราฟิกมีความชัดเจน สัมผัสง่าย และสื่อความหมายได้ดี					
2.5 ภาพหรือกราฟิกมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์					
2.8 การใช้ข้อความในสื่อมีความเหมาะสมและชัดเจน					
2.9 ข้อความในสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์					
2.10 เนื้อหา มีความต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน					
2.11 ตำแหน่งของข้อความ และภาพกราฟิก มีความเหมาะสม					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
<b>3. หลักการออกแบบบทเรียน</b>					
3.1 การติดตั้งแอปพลิเคชันสะดวกและรวดเร็ว					
3.2 แอปพลิเคชันใช้ง่าย ไม่ซับซ้อน					
3.3 การเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาอื่นๆ					
3.4 การตอบสนองของแอปพลิเคชัน					
3.5 ภาพสัญลักษณ์มีขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสม					
3.6 ตำแหน่งของการแสดงผลมีความเหมาะสม ชัดเจน					
3.7 รูปลักษณ์ของแอปพลิเคชันดึงดูดความสนใจ					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก**  
**เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**

**ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม**  
**สำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุกเรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**

รายการประเมินด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็น					
	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
<b>1. การเตรียมเนื้อหา</b>						
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	3	4	5	4.00	1.00	ดี
1.2 เนื้อหา มีความกระชับ และมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 แบ่งเนื้อหา ออกเป็นหมวดหมู่ มีความต่อเนื่อง ชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับการศึกษาของผู้เรียน	5	3	5	4.33	1.15	ดี
1.5 ภาษาที่ใช้ มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	4	4.33	0.58	ดี
<b>2. การออกแบบเนื้อหา</b>						
2.1 มีการแบ่งเนื้อหา ออกเป็นหัวข้อย่อย	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 มีภาพกราฟิกและตัวอักษร สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน	4	3	5	4.00	1.00	ดี
2.4 สามารถทบทวนเนื้อหา ได้ตลอดเวลา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.5 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
<b>3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>						
3.1 ข้อคำถามในแบบทดสอบ มีความชัดเจน	5	4	4	4.33	0.58	ดี
3.2 แบบทดสอบ มีความครอบคลุมเนื้อหาทั้งบทเรียน	4	4	4	4.00	0.00	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมินด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็น					
	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
3.3 ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์	4	4	5	4.33	0.58	ดี
3.4 ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับเนื้อหา	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
รวม				4.52	0.41	ดีมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก**  
**เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**

**ตารางที่ ค.2** ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุกเรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

รายการประเมินด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็น					
	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
<b>1. หลักการออกแบบเนื้อหา</b>						
1.1 สื่อมีความเรียบง่าย ทั้งข้อความ และภาพ	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 ปริมาณของเนื้อหามีความเหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.3 สื่อมีองค์ประกอบที่สม่ำเสมอ	5	4	4	4.33	0.58	ดี
1.4 สื่อมีองค์ประกอบไปในทิศทางเดียวกัน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 สื่อมีความชัดเจนในประเด็นที่น่าเสนอ	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
1.6 การเรียงร้อยคำและการใช้ประโยคที่เหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.7 สื่อมีความสวยงามดึงดูดผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
1.8 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับสื่อ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.9 การจัดตำแหน่งมีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
<b>2. การออกแบบเนื้อหา</b>						
2.1 รูปแบบ ขนาด ความหนา และสีของตัวอักษร มีความชัดเจน	4	5	3	4.00	1.00	ดี
2.2 ภาพหรือกราฟิกมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ภาพหรือกราฟิกในสื่อมีความเหมาะสมและชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 ภาพหรือกราฟิกมีความชัดเจน สังกัดง่าย และสื่อความหมายได้ดี	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

รายการประเมินด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็น					
	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\bar{x}$	S	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
2.6 การใช้ข้อความในสื่อมีความเหมาะสมและชัดเจน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.7 ข้อความในสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.8 เนื้อหามีความต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
2.9 ตำแหน่งของข้อความ และภาพกราฟิก มีความเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	ดี
<b>3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</b>						
3.1 การติดตั้งแอปพลิเคชันสะดวกและรวดเร็ว	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 แอปพลิเคชันใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 การเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาอื่นๆ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
3.4 การตอบสนองของแอปพลิเคชัน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
3.5 ภาพสัญลักษณ์มีขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.6 ตำแหน่งของการแสดงผลมีความเหมาะสม ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
3.7 รูปลักษณ์ของแอปพลิเคชันดึงดูดความสนใจ	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
รวม				4.62	0.26	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกับ  
แนวคิดของบลูม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรมพุทธิพิสัย			รวม	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้		
1. บอกคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้	8	1	-	9	3
2. บอกชนิดของรูปคลื่นพื้นฐานได้	-	10	-	10	2
3. บอกคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้	-	2	-	2	2
4. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้	1	1	1	3	1
5. บอกชื่อและหน้าที่ของขั้วต่อ-ปุ่มปรับของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้	1	7	11	19	11
6. ตั้งค่าความถี่จากเครื่องกำเนิดสัญญาณได้	-	-	9	9	5
7. เลือกสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณได้	-	-	4	4	2
8. บอกประโยชน์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้	-	2	-	2	2
9. บอกข้อควรระวังและการบำรุงรักษาของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้	-	2	-	2	2
รวม				60	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

**คำชี้แจง** ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. เครื่องกำเนิดสัญญาณ ยี่ห้อ GW Instek รุ่น SFG-1003 สามารถเลือกชนิดรูปคลื่นสัญญาณได้ที่  
ชนิด

- |           |           |
|-----------|-----------|
| ก. 3 ชนิด | ข. 4 ชนิด |
| ค. 5 ชนิด | ง. 6 ชนิด |
| จ. 7 ชนิด |           |

2. เครื่องกำเนิดสัญญาณ ยี่ห้อ GW Instek รุ่น SFG-1003 สามารถเลือกความถี่ในข้อใด

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ก. 0.0 Hz - 1MHz | ข. 0.02Hz - 1MHz |
| ค. 0.1Hz - 3MHz  | ง. 0.1Hz - 3MHz  |
| จ. 1Hz - 3MHz.   |                  |

3. ข้อใดคือความต้านทานขาออกที่ขั้วต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณ

- |         |        |
|---------|--------|
| ก. 10Ω  | ข. 20Ω |
| ค. 40Ω  | ง. 50Ω |
| จ. 100Ω |        |

4.  จากรูปคือรูปคลื่นในข้อใด

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| ก. Sine Wave      | ข. Pulse Wave      |
| ค. Square Wave    | ง. Triangular wave |
| จ. Saw Tooth Wave |                    |

5. ข้อใดคือรูปคลื่นสามเหลี่ยม

- |  |   |
|--|---|
| ก.  | ข.   |
| ค.  | ง.  |
| จ.  |   |

6. ข้อใดผู้ใช้งานไม่สามารถปรับแต่งคลื่นสัญญาณไฟฟ้าที่กำเนิดขึ้นมาได้

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| ก. รูปคลื่น          | ข. ความถี่     |
| ค. ความแรง           | ง. สัญญาณรบกวน |
| จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง |                |

7. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

- |  |
|--|
| ก. ความถี่มีค่าความถี่คงที่              |
| ข. ความถี่สามารถอ่านค่าออกมาได้          |
| ค. สัญญาณไม่ผิดเพี้ยนและไม่มีสัญญาณรบกวน |









ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

**ตารางที่ จ.1** แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	IOC	ผลการประเมิน
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
*1	0	0	1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
2	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
3	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
17	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
24	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังบุคคลอื่นที่นอกเหนือจาก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	IOC	ผลการประเมิน
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
28	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
31	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
32	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
33	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
34	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
35	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
36	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
37	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
38	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
39	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
40	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
41	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
42	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
43	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
44	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
45	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
46	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
47	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
48	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
49	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
50	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
51	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
52	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
53	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
54	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสวทสวไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\Sigma R$	IOC	ผลการประเมิน
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
55	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
56	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
57	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
58	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
59	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
60	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

จากตารางแสดงผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวน 60 ข้อ ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 59 ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ  
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือและข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	กลุ่ม เก่ง	กลุ่ม อ่อน	ค่าความ ยากง่าย	ผล วิเคราะห์	ค่าอำนาจ จำแนก	ผล วิเคราะห์	สรุป
1	10	2	0.60	ปานกลาง	0.80	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*2	10	8	0.90	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ไม่ยอมรับ
3	10	5	0.75	ง่าย	0.50	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
4	3	1	0.20	ยาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
5	8	1	0.45	ปานกลาง	0.70	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
6	9	3	0.60	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
7	8	1	0.45	ปานกลาง	0.70	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
8	6	2	0.40	ปานกลาง	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*9	2	6	0.10	ยากมาก	0.20	ใช้ได้	ไม่ยอมรับ
10	9	2	0.60	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*11	10	5	0.95	ง่ายมาก	0.10	ไม่ควรใช้	ไม่ยอมรับ
12	10	1	0.80	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
13	10	8	0.65	ง่าย	0.70	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
14	6	3	0.30	ยาก	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
15	6	0	0.45	ปานกลาง	0.30	ใช้ได้	ยอมรับได้
*16	10	3	0.90	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ไม่ยอมรับ
17	6	6	0.35	ยาก	0.50	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
18	10	9	0.75	ง่าย	0.50	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
19	6	3	0.40	ปานกลาง	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
20	10	0	0.80	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
21	8	2	0.50	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
22	7	1	0.40	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
23	3	1	0.20	ยาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
24	9	2	0.55	ปานกลาง	0.70	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
25	9	3	0.60	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
26	9	1	0.50	ปานกลาง	0.80	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
27	9	0	0.45	ปานกลาง	0.90	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
28	9	1	0.50	ปานกลาง	0.80	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
29	9	0	0.45	ปานกลาง	0.90	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.1 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่ม เก่ง	กลุ่ม อ่อน	ค่าความ ยากง่าย	ผล วิเคราะห์	ค่าอำนาจ จำแนก	ผล วิเคราะห์	สรุป
30	5	1	0.30	ยาก	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
31	10	4	0.70	ง่าย	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
32	7	4	0.55	ปานกลาง	0.30	ใช้ได้	ยอมรับได้
33	9	3	0.60	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
34	10	3	0.65	ง่าย	0.70	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
35	9	1	0.50	ปานกลาง	0.80	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
36	9	3	0.60	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
37	6	2	0.40	ปานกลาง	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*38	5	4	0.45	ปานกลาง	0.10	ไม่ควรใช้	ไม่ยอมรับ
39	10	4	0.70	ง่าย	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
40	9	1	0.50	ปานกลาง	0.80	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
41	6	1	0.35	ยาก	0.50	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
42	6	0	0.30	ยาก	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
43	9	5	0.70	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*44	3	2	0.25	ยาก	0.10	ไม่ควรใช้	ไม่ยอมรับ
45	7	0	0.35	ยาก	0.70	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
46	10	0	0.50	ปานกลาง	1.00	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
47	7	3	0.50	ปานกลาง	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
48	4	0	0.20	ยาก	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
49	9	2	0.55	ปานกลาง	0.70	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
50	7	3	0.50	ปานกลาง	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
51	8	3	0.55	ปานกลาง	0.50	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
52	8	1	0.45	ปานกลาง	0.70	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
53	8	1	0.50	ปานกลาง	0.80	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
54	9	2	0.50	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
55	7	1	0.40	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
56	8	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
57	8	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
58	9	3	0.60	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่ม เก่ง	กลุ่ม อ่อน	ค่าความ ยากง่าย	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจ จำแนก	ผลวิเคราะห์	สรุป
59	9	4	0.65	ง่าย	0.50	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
60	9	3	0.60	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้

\* ข้อที่ไม่ได้นำมาเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากตารางที่ ๑.1 แสดงผลวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่ผ่านการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้จากผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มาแล้ว ซึ่งมีจำนวน 60 ข้อ ได้แบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ที่ผ่านเกณฑ์จำนวนทั้งหมด 54 ข้อ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.20-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20-0.90 จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปหาค่าความเชื่อถือได้ ( $r_{tt}$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.2 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	กลุ่มเก่ง	กลุ่มอ่อน	ค่า p	ค่า q	ค่า pq	สรุป
1	10	5	0.75	0.25	0.19	ยอมรับได้
2	9	3	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
3	8	1	0.45	0.55	0.25	ยอมรับได้
4	6	2	0.40	0.60	0.24	ยอมรับได้
5	9	2	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
6	10	8	0.65	0.35	0.23	ยอมรับได้
7	6	3	0.30	0.70	0.21	ยอมรับได้
8	6	0	0.45	0.55	0.25	ยอมรับได้
9	6	3	0.40	0.60	0.24	ยอมรับได้
10	8	2	0.50	0.50	0.25	ยอมรับได้
11	7	1	0.40	0.60	0.24	ยอมรับได้
12	3	1	0.20	0.80	0.16	ยอมรับได้
13	9	2	0.55	0.45	0.25	ยอมรับได้
14	9	1	0.50	0.50	0.25	ยอมรับได้
15	9	0	0.45	0.55	0.25	ยอมรับได้
16	5	1	0.30	0.70	0.21	ยอมรับได้
17	7	4	0.55	0.45	0.25	ยอมรับได้
18	9	3	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
19	9	1	0.50	0.50	0.25	ยอมรับได้
20	6	1	0.35	0.65	0.23	ยอมรับได้
21	8	3	0.55	0.45	0.25	ยอมรับได้
22	8	1	0.45	0.55	0.25	ยอมรับได้
23	8	4	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
24	8	4	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
25	9	3	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
26	7	1	0.40	0.60	0.24	ยอมรับได้
27	8	4	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
28	9	3	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
29	9	4	0.65	0.35	0.23	ยอมรับได้
30	9	3	0.60	0.40	0.24	ยอมรับได้
<b>รวม</b>	<b>237</b>	<b>74</b>			<b>7.08</b>	<b>ยอมรับได้</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.3 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวน

ผู้ทดสอบ	X	x <sup>2</sup>
กลุ่มสูงคนที่ 1	29	841
กลุ่มสูงคนที่ 2	29	841
กลุ่มสูงคนที่ 3	28	784
กลุ่มสูงคนที่ 4	27	729
กลุ่มสูงคนที่ 5	26	676
กลุ่มสูงคนที่ 6	26	676
กลุ่มสูงคนที่ 7	24	576
กลุ่มสูงคนที่ 8	24	576
กลุ่มสูงคนที่ 9	21	441
กลุ่มสูงคนที่ 10	20	400
กลุ่มอ่อนคนที่ 1	18	324
กลุ่มอ่อนคนที่ 2	12	144
กลุ่มอ่อนคนที่ 3	10	100
กลุ่มอ่อนคนที่ 4	9	81
กลุ่มอ่อนคนที่ 5	8	64
กลุ่มอ่อนคนที่ 6	8	64
กลุ่มอ่อนคนที่ 7	7	49
กลุ่มอ่อนคนที่ 8	7	49
กลุ่มอ่อนคนที่ 9	5	25
กลุ่มอ่อนคนที่ 10	5	25
รวม	343	7,465

จากสูตรค่าความแปรปรวน

$$S_t^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{30(7,465) - (343)^2}{30(30-1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_t^2 = \frac{223950 - 117,649}{870}$$

$$S_t^2 = 122.18$$

การหาความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR = 20

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

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left[ 1 - \frac{7.08}{122.18} \right]$$

$$r_{tt} = 1.03(0.94)$$

$$r_{tt} = 0.97$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.4 คะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่ม  
ที่ 1

คนที่	คะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน			คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (30)
	ครั้งที่ 1 (15)	ครั้งที่ 2 (15)	คะแนนเต็ม (30)	
1	12	13.5	25.5	26
2	13.5	10.5	24.0	24
3	13.5	12.0	25.5	23
4	12	12.0	24.0	25
5	13.5	12.0	25.5	24
6	15	10.5	25.5	27
7	10.5	13.5	24.0	24
8	12	10.5	22.5	21
9	13.5	15.0	28.5	28
10	12	12.0	24.0	22
11	10.5	12.0	22.5	28
12	15	13.5	28.5	29
13	13.5	10.5	24.0	23
14	13.5	12.0	25.5	19
15	12	13.5	25.5	24
16	10.5	15.0	25.5	26
17	13.5	15.0	28.5	27
18	13.5	10.5	24.0	23
19	13.5	13.5	27.0	26
20	12	12.0	24.0	24
21	10.5	13.5	24.0	23
22	10.5	12.0	22.5	21
23	12	12.0	24.0	26
24	9	12.0	21.0	20
25	10.5	12.0	22.5	20
26	13.5	15.0	28.5	28
27	12	13.5	25.5	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.4 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน			คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (30)
	ครั้งที่ 1 (15)	ครั้งที่ 2 (15)	คะแนนเต็ม (30)	
28	10.5	15.0	25.5	25
29	13.5	15	28.5	27
30	12	13.5	25.5	24
รวม			751.5	730
คะแนนเฉลี่ย			25.05	24.33

คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ  $E_1/E_2$

จากสูตร

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{751.5}{30} \times 100 \quad E_2 = \frac{730}{30} \times 100$$

$$E_1 = 83.5 \quad E_2 = 81.11$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.5 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (กลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 3)

คนที่ 1	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (30)	
	คะแนนกลุ่มที่ 2	คะแนนกลุ่มที่ 3
1	27.00	22.50
2	24.00	30.00
3	24.00	19.50
4	22.50	22.50
5	24.00	24.00
6	24.00	27.00
7	21.00	22.50
8	22.50	22.50
9	19.50	25.50
10	25.50	22.50
11	27.00	24.00
12	22.50	22.50
13	25.50	22.50
14	25.50	21.00
15	28.50	21.00
16	30.00	16.50
17	21.00	15.00
18	24.00	16.50
19	30.00	21.00
20	27.00	21.00
21	22.00	18.00
22	25.50	18.00
23	27.00	15.00
24	24.00	21.00
25	24.00	22.50
26	24.00	19.50
27	27.00	18.00
28	27.00	22.50
29	24.00	24.00
30	24.00	18.00
31	24.00	22.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.5 (ต่อ)

คนที่ 1	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (30)	
	คะแนนกลุ่มที่ 2	คะแนนกลุ่มที่ 3
32	24.00	20.00
33	25.00	-
เฉลี่ย	24.73	21.19

ในที่นี้

$$\bar{X}_1 = 24.73$$

$$\bar{X}_2 = 21.19$$

$$n_1 = 33$$

$$n_2 = 32$$

$$S_1^2 = 6.03$$

$$S_2^2 = 10.91$$

แทนค่าสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$t = \frac{24.73 - 21.19}{\sqrt{\frac{(33-1)6.03 + (32-1)10.91}{33+32-2} \left[ \frac{1}{33} + \frac{1}{32} \right]}}$$

$$t = \frac{3.54}{\sqrt{\frac{192.96 + 338.21}{63} [0.06]}}$$

$$t = \frac{3.54}{\sqrt{8.43(0.06)}}$$

$$t = \frac{3.54}{\sqrt{0.51}}$$

$$t = \frac{3.54}{0.71}$$

$$t = 4.98$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



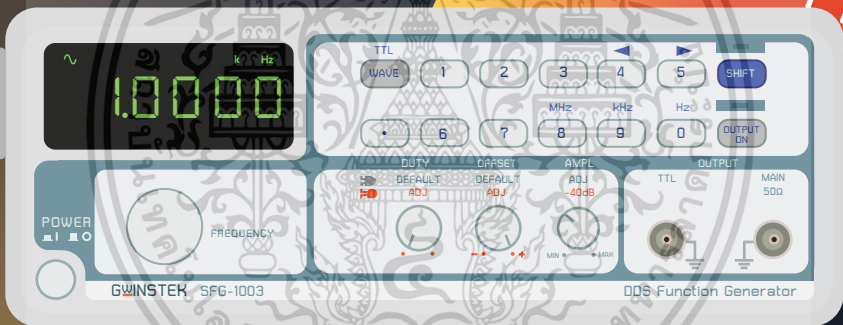
ภาคผนวก ข  
หนังสือความเป็นจริงเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# FUNCTION GENERATOR UTILIZATION

2021

การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ



โดย

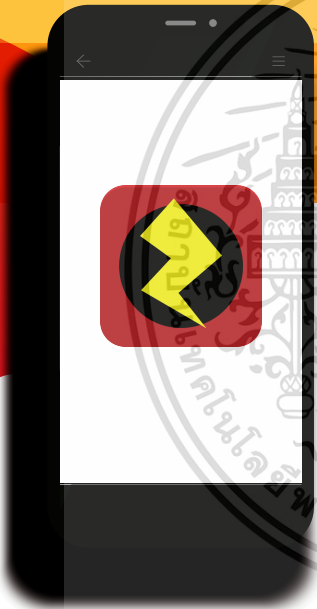
ทิพวรรณ เถรั๊กษา

สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม (เทคโนโลยีทางการศึกษา)  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คู่มือการใช้งาน  
และการติดตั้ง

# Zappar

ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Zappar  
จาก App Store หรือ Play Store



1

เปิดแอปพลิเคชัน Zappar  
จากสมาร์ตโฟน

2

Scan AR Code



3

เรียนรู้สื่อเทคโนโลยีความ  
เป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้  
งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ

# สารบัญ

## เรื่อง

## หน้า

เครื่องกำเนิดสัญญาณ	1
รูปคลื่นพื้นฐาน	2
หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณ	3
คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณ	4
ชื่อและหน้าที่ของขั้วต่อ - ปุ่มปรับ	5-8
ประโยชน์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณ	9
ข้อควรระวังและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดสัญญาณ	10
การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณเบื้องต้น	11
แบบทดสอบ	12



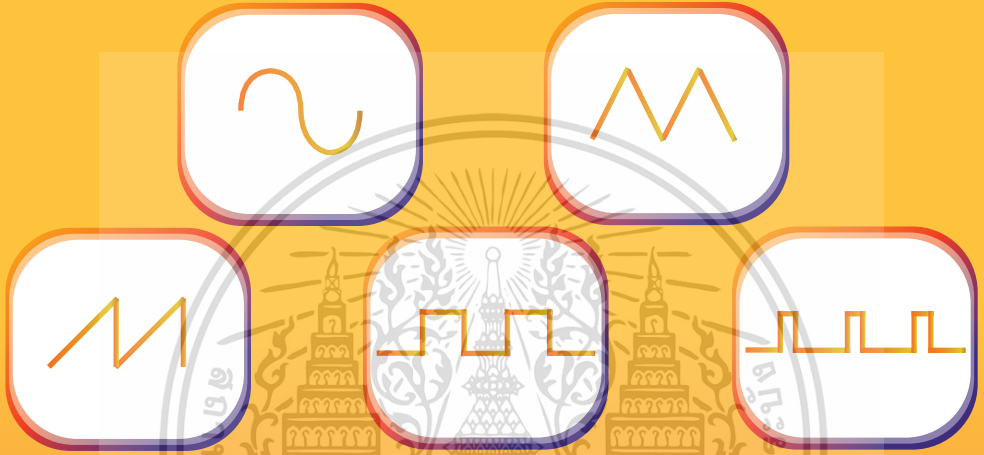
# เครื่องกำเนิดสัญญาณ



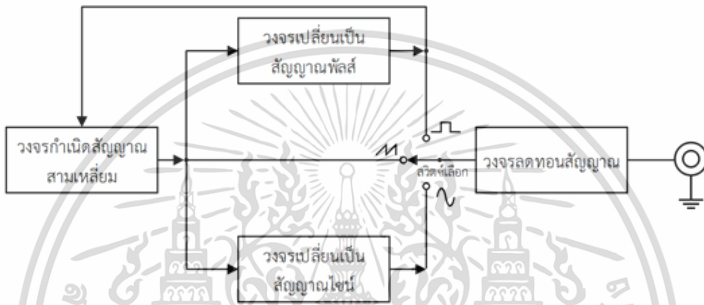
เครื่องกำเนิดสัญญาณ หรือ ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สร้างคลื่นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ เพื่อใช้ในการทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มักใช้งานร่วมกับออสซิลโลสโคปเพื่อดูรูปสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากวงจรต่างๆ ที่แรงดันไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ป้อนเข้าไปโดยเครื่องกำเนิดสัญญาณและออสซิลโลสโคปถูกใช้ในการทดลองวงจรที่เกี่ยวข้องกับความถี่ต่างๆ เช่น วงจรขยายเสียง วงจรกรองความถี่ วงจรวิทยุ วงจ่ายไฟแบบสวิทชิง เป็นต้น สามารถกำเนิดความถี่ได้กว้างประมาณ 0.02 Hz-50 MHz เครื่องกำเนิดสัญญาณที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานถูกเรียกชื่อต่างกันตามค่าความถี่และชนิดของสัญญาณที่กำเนิด

# 2

## รูปคลื่นพื้นฐาน



รูปคลื่นมีความสำคัญกับงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพราะงานด้านนี้ต้องทำงานที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณแทบทั้งสิ้น เครื่องกำเนิดสัญญาณจะเป็นตัวกำเนิดรูปคลื่นชนิดต่างๆ ขึ้นมา เช่น คลื่นไซน์ (Sine Wave) คลื่นสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square Wave) คลื่นสามเหลี่ยม (Triangular Wave) คลื่นพัลส์ (Pulse Wave) และคลื่นฟันเลื่อย (Sawtooth Wave)

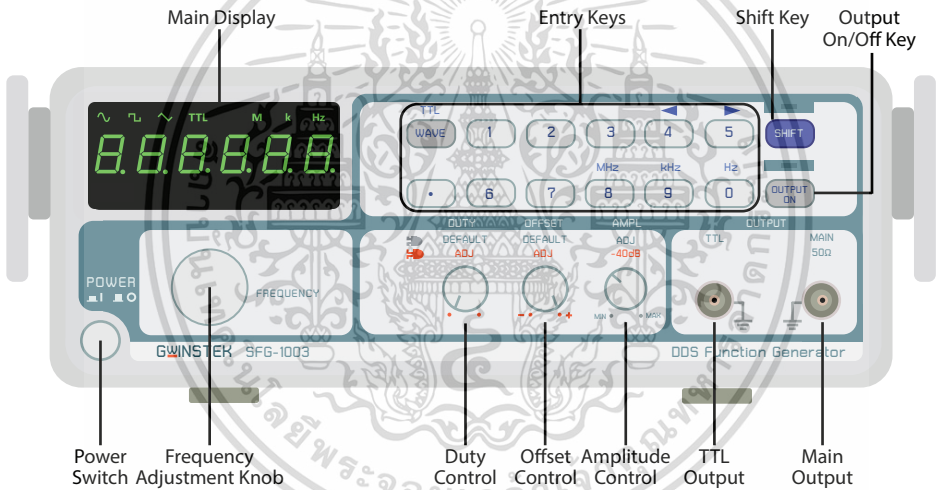


จากภาพเป็นบล็อกไดอะแกรมของเครื่องกําเนิดสัญญาณ โดยเริ่มจากวงจรถูกําเนิดสัญญาณสามเหลี่ยม โดยใช้วงจรอินทิเกรเตอร์หากผู้ใช้งานเลือกสัญญาณสามเหลี่ยมสัญญาณจะถูกส่งตรงไปยังสวิตช์เลือกสัญญาณ แต่ถ้าต้องการสัญญาณพัลส์ ก็จะถูกส่งไปยังวงจรเปลี่ยนเป็นสัญญาณพัลส์ โดยใช้วงจรจุดขนวนของชมิตต์ (Schmitt Trigger Circuit) หรือเมื่อต้องการสัญญาณไซน์ ก็จะถูกส่งไปยังวงจรเปลี่ยนเป็นสัญญาณไซน์เมื่อสวิตช์เลือกได้เลือกสัญญาณใดแล้วสัญญาณที่ถูกเลือกจะถูกส่งไปยังวงจรลดทอนสัญญาณและไปปรากฏที่เอาต์พุต

เครื่องกำเนิดสัญญาณใช้เป็นเครื่องกำเนิดความถี่ที่สามารถสร้างรูปคลื่นเอาต์พุตได้หลายรูปคลื่น สัญญาณที่กำเนิดขึ้นมานี้ต้องสามารถควบคุมได้ ทั้งการปรับแต่งรูปคลื่น ปรับแต่งความแรงและปรับแต่งความถี่ได้ เพื่อใช้เป็นสัญญาณส่งออกไปยังอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ เพื่อการตรวจสอบ ตรวจสอบ ปรับแต่ง หรือวัดเปรียบเทียบค่า โดยถือว่าสัญญาณที่กำเนิดจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเป็นสัญญาณมาตรฐานหรือสัญญาณอ้างอิงในการนำไปใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณไม่ว่า จะเป็นชนิดใดก็ตามควรต้องมีคุณสมบัติในการทำงานและการใช้งานที่เหมือนกัน ดังนี้

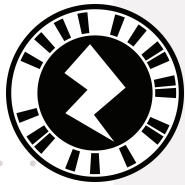
- 3.1 ความถี่ที่ถูกผลิตขึ้นมามีความคงที่ และสามารถอ่านค่าออกมาได้
- 3.2 สัญญาณที่กำเนิดขึ้นมามีความถี่คงที่และไม่ผิดเพี้ยน และไม่มีสัญญาณรบกวน
- 3.3 สามารถควบคุมความแรงของสัญญาณที่ผลิตขึ้นมาได้ ตั้งแต่ความแรงค่าต่ำๆ จนถึงความแรงค่าสูงๆ

การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ มีการใช้งานที่แตกต่างกันแล้วแต่ยี่ห้อรุ่นที่บริษัทต่างๆ ได้ผลิตออกมา แต่ในการใช้งานทั่วไปจะเหมือนกัน



จากภาพเป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณยี่ห้อ GW Instek รุ่น SFG-1003 ซึ่งมีรายละเอียดของข้อต่อ-ปุ่มปรับ และหน้าที่การทำงาน ดังตารางต่อไปนี้





# Main Display



7 Segment LED

แสดงค่าความถี่และแรงดันไฟฟ้า

TTL Indicator

ระบุว่าเอาต์พุต TTL เปิดใช้งาน

Waveform Indicator

แสดงรูปคลื่น : ไชน่ สี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม

Frequency Indicator

ระบุค่าความถี่เอาต์พุต : MHz, kHz และ Hz

# Entry Keys



Waveform Key      เลือกรูปคลื่น : ไชน่ สี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม

TTL Activation      เปิดใช้งานเอาต์พุต TTL

Numerical Keys      ตัวเลขสำหรับระบุความถี่

Frequency Unit Selection      ระบุหน่วยความถี่ : MHz, kHz หรือ Hz

Cursor Selection      เลื่อนเคอร์เซอร์ (ตำแหน่งความถี่) ซ้ายหรือขวา

Shift Key      เปิดใช้งานตัวอักษรแถวบน (ตัวอักษรสีฟ้า)

Output On/Off Key      ปุ่มส่งสัญญาณออกไปยังขั้วต่อ

# Others



- Frequency Editing Knob** ปรับความถี่ (หมุนขวาเพิ่มขึ้นหรือหมุนซ้ายลดลง)
- Main Output** เอาต์พุตหลักของเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่ขั้วต่อมีความต้านทานขาออก 50Ω เหมาะที่จะส่งไปในระบบที่มีความต้านทาน 50Ω
- TTL Output** จะได้แรงดันเอาต์พุตที่คงที่ และมีลักษณะเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมเท่านั้น จะรับเฉพาะคลื่นสี่เหลี่ยมที่เป็นพัลส์ ซึ่งแรงดันจะต้องอยู่ในพิสัยที่เหมาะสมกับ TTL
- Amplitude Control** ปรับความกว้างของสัญญาณเอาต์พุต ตั้งแต่ 2mVp-p ถึง 10Vp-p สำหรับความต้านทานขาออก 50Ω การตั้งค่าความกว้างนี้ใช้ไม่ได้กับ TTL Output
- DC Offset Control** ปรับค่าแรงดัน Offset ของสัญญาณในกรณีที่มีสัญญาณทางออก (Output) บิดเบี้ยวไป การตั้งค่า Offset ใช้ไม่ได้กับ TTL Output
- Duty Cycle Control** ปุ่มที่ทำหน้าที่ปรับค่าของสัญญาณสี่เหลี่ยมให้มีค่าอัตราส่วนความกว้างภายในลูกคลื่น 1 รอบ มีค่าต่างๆ กัน เรียกว่า ดิวตี้ ไซเคิล (Duty cycle)
- Power Switch** ปุ่มเปิด / ปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณ



## ประโยชน์ ของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

- 5.1 ใช้เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณมาตรฐาน
- 5.2 ใช้เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณอ้างอิง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ
- 5.3 ใช้เพื่อการทดสอบและปรับแต่งเครื่องมือและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด เช่น เครื่องรับวิทยุ เครื่องขยายเสียง เครื่องรับส่งวิทยุคอมพิวเตอร์ เป็นต้น
- 5.4 ใช้ในการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- 5.5 ใช้เป็นอุปกรณ์ร่วมในการทำงานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- 5.6 ใช้ในการตรวจสอบอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์



## ข้อควรระวังและการบำรุงรักษา

ข้อควรระวังและการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดสัญญาณมีดังนี้

6.1 ข้อควรระวังของการใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณ คือ ไม่ควรนำปลาสายโพรบมาสัมผัสกันและไม่ควรนำไปต่อกับวงจรที่มีค่าความต้านทานรวมต่ำ เพราะอาจทำให้เครื่องกำเนิดสัญญาณที่มีคุณภาพต่ำได้รับความเสียหายได้และระวังอย่านำสัญญาณใดๆ เข้าที่เอาต์พุตของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

6.2 การบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดสัญญาณ คือ ศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่องให้เข้าใจก่อนนำไปใช้งาน ควรจัดเก็บรักษาไว้ในตู้จัดเก็บไม่ควรอยู่ในที่ร้อนที่ชื้นและมีฝุ่นมาก



## การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณเบื้องต้น

1. เสียบปลั๊กไฟ กดปุ่ม Power Switch เพื่อทำการเปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณ
2. เสียบขั้วต่อ Main Output
3. เลือกรูปคลื่นที่ต้องการ โดยกดปุ่ม Wave
4. ระบุความถี่ที่ต้องการ พร้อมระบุหน่วยของความถี่
5. กดปุ่ม Output เพื่อทำการส่งสัญญาณออกไปยังขั้วต่อ



# แบบทดสอบ



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวทิพวรรณ เถรรักษา
วัน-เดือน-ปีเกิด	6 สิงหาคม 2538
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 157 หมู่ 1 ซอย ลาดกระบัง 54 แขวง ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
ประวัติการศึกษา	<p><b>ปีการศึกษา 2556</b> สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนมาเรียลัย</p> <p><b>ปีการศึกษา 2561</b> สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง</p> <p><b>ปีการศึกษา 2563</b> สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม แขนงวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้