

บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่
วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

THE ONLINE COURSE ON AMPLIFIERS AND FILTER CIRCUIT
OP-AMP AND LINEAR IC COURSE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-ED-M-231-034

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE ONLINE COURSE ON AMPLIFIERS AND FILTER CIRCUIT
OP-AMP AND LINEAR IC COURSE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2023

KMITL-2023-ED-M-231-034

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---------------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและ วงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี |
| ชื่อนักศึกษา | นางสาวสุภาวดี ภัคดีจันทร์ |
| รหัสประจำตัว | 59603129 |
| ปริญญา | ครุศาสตรบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษา |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร |
| พ.ศ. | 2566 |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม | รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ |

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา หาคคุณภาพ ประสิทธิภาพ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน และหาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 จำนวน 25 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 30105-2004 วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี มีคุณภาพด้านเนื้อหาจัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.51) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.41) ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 คะแนนระหว่างเรียนและการสอบหลังเรียน จำนวน 23 คน จาก 25 คน โดยคิดเป็น 90.90/89.60 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลังเรียน ($\bar{x} = 35.84$, S.D. = 2.78) สูงกว่าก่อน ($\bar{x} = 12.76$, S.D. = 3.83) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่ใช้บทเรียนออนไลน์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.75$, S.D. = 0.42)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|-------------------|--|
| Thesis Title | The Online Course on Amplifiers and Filter Circuit Op-amp and Linear IC Course |
| Student name | Miss Supawadee Pakdeejun |
| Student ID | 59603129 |
| Degree | Master of Science in Industrial Education |
| Program | Electrical Communications Engineering |
| Year | 2023 |
| Thesis Advisor | Assistant Professor.Dr.Somchai Maunsaiyat |
| Thesis Co-Advisor | Associate Professor.Dr.Wisuit Sunthonkanokpong |

ABSTRACT

The objectives of this research were to develop, to determine the quality and efficiency, to compare students' learning achievement before and after learning, and to survey the students' satisfaction with the online course on Operating Amplifiers and Filter Circuit, Op-Amp and Linear IC. The sample group used in this research were 25 first-year students from the Electronics Department at Nakhonsawan Technical College enrolled in the course 30105-2004 in Op-Amp and Linear IC, semester 1, academic year 2022, were selected by purposive random sampling. The instrument used in the research was the online course on Operating Amplifiers and Filter Circuit, Op-Amp and Linear IC, and a pre- and post-learning achievement test. The statistics used to analyze the data were efficiency (E_1/E_2), mean (\bar{x}), standard deviation (S.D.), and t-test. The results showed that that the content quality of the online course on Operating Amplifiers and Filter Circuit, Op-Amp and Linear IC was at the highest level ($\bar{x} = 4.56$, S.D. =0.51) and the quality of media production technique was at the highest level ($\bar{x} = 4.67$, S.D. =0.41). The effectiveness of the online course on Operating Amplifiers and Filter Circuit, Op-Amp and Linear IC met the specified criteria. The sample group met the E1/E2 criteria with a score at least 80/80. The scores during learning and the assessment after learning from 23 of 25 students were 90.90/89.60. The learning achievement of the students who studied with the online course on Operating Amplifiers and Filter Circuit, Op-Amp and Linear IC, after learning ($\bar{x} = 35.84$, S.D. =2.78) was higher than before ($\bar{x} = 12.76$, S.D.=3.83) with statistical significance 0.05. The students' satisfaction with the online course was at the highest level ($\bar{x} = 4.75$, S.D. =0.42).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สมชาย หมีนสายญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบ แก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ใน ขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์และผู้วิจัย ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ รศ.ดร.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์ อาจารย์ฉัตรชัย งามหอม อาจารย์กิตติพงษ์ ไชยเสนา อาจารย์ปัญญา แป้นแก้ว อาจารย์ละอองทิพย์ สร้อยสาย อาจารย์กมลนิตย์ ทองสมเพียร ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความ เหมาะสมต่อการวิจัย และขอขอบใจนักศึกษาแผนกวิชาช่าง อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ให้ความร่วมมือในการเป็นกลุ่มตัวอย่าง ให้ผู้วิจัยได้เก็บ ข้อมูลในการวิจัยนี้ได้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

สุภาวดี ภักดีจันทร์

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | IV |
| สารบัญตาราง..... | VII |
| สารบัญภาพ..... | VIII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 3 |
| 1.3 สมมติฐานของการวิจัย..... | 3 |
| 1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย..... | 4 |
| 1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... | 5 |
| 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย..... | 6 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 7 |
| 2.1 รายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี รหัสวิชา 30105-2004..... | 7 |
| 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของออปแอมป์..... | 8 |
| 2.3 การเรียนการสอนแบบออนไลน์..... | 16 |
| 2.4 ทฤษฎีและโปรแกรมที่ใช้ในการเรียนการสอนออนไลน์..... | 24 |
| 2.5 การออกแบบและการสร้างสื่อการเรียนการสอน..... | 28 |
| 2.6 การประเมินคุณภาพ..... | 31 |
| 2.7 ทฤษฎีการตรวจสอบคุณภาพและการหาประสิทธิภาพ..... | 33 |
| 2.8 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ..... | 48 |
| 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 50 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 55 |
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... | 55 |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 55 |
| 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 56 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ IV อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง..... | 64 |
| 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 65 |
| 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 66 |
| 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 67 |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 70 |
| 4.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า และวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 70 |
| 4.2 ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า และวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 72 |
| 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วย บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 74 |
| 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วย บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 74 |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 76 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย..... | 76 |
| 5.2 อภิปรายผล..... | 79 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ..... | 81 |
| บรรณานุกรม..... | 82 |
| ภาคผนวก..... | 86 |
| ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย..... | 87 |
| ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ..... | 95 |
| ภาคผนวก ค แบบตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับตัวชี้วัด..... | 102 |
| ภาคผนวก ง แบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 124 |
| ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... | 143 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า | |
| และวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 157 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 162 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VI ึ่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ตารางการจัดการเรียนการสอน ตามแผนการสอน วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 8 |
| 4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพด้านเนื้อหา..... | 70 |
| 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ..... | 71 |
| 4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า และวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 73 |
| 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังอบรมด้วย บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 74 |
| 4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 75 |
| จ.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพ ด้านเนื้อหา..... | 144 |
| จ.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ..... | 145 |
| จ.3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์..... | 145 |
| จ.4 ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 146 |
| จ.5 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบหาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 148 |
| จ.6 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบหาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม..... | 150 |
| จ.7 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน..... | 152 |
| จ.8 ค่าคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด..... | 154 |
| จ.9 ค่าคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียนและคะแนนระหว่างภาคเพื่อหาประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด..... | 155 |

สารบัญญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 แผนผังออปแอมป์..... | 9 |
| 2.2 สัญลักษณ์ออปแอมป์..... | 10 |
| 2.3 รูปร่างโดยทั่วไปของวงจรรวม..... | 11 |
| 2.4 ผลการตอบสนองของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านการประมาณ..... | 12 |
| 2.5 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำอันดับต่าง ๆ..... | 13 |
| 2.6 กราฟแสดงอัตราขยายแรงดันเชิงความถี่ (dB)..... | 13 |
| 2.7 ผลการตอบสนองของวงจรกรองความถี่สูงผ่านการประมาณ..... | 14 |
| 2.8 วงจรขยายออปแอมป์แบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)..... | 14 |
| 2.9 วงจรขยายออปแอมป์แบบไม่กลับเฟส (Non Inverting Amplifier)..... | 15 |
| 2.10 วงจรบัฟเฟอร์หรือวงจรกันชน..... | 16 |
| 2.11 องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนออนไลน์..... | 20 |
| 2.12 โปรแกรม Google Classroom..... | 24 |
| 2.13 โปรแกรม Google Meet..... | 25 |
| 2.14 ตัวอย่างการทำแบบฟอร์มของ Google Form..... | 27 |
| 2.15 รูปแบบของ Google Form..... | 27 |
| 2.16 การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา..... | 38 |
| 2.17 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงสภาพ..... | 38 |
| 2.18 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์..... | 39 |
| 2.20 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง..... | 39 |
| 3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า และวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี..... | 58 |
| 3.2 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ..... | 60 |
| 3.3 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... | 62 |
| 3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ..... | 64 |
| ฉ.1 นำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า..... | 158 |
| ฉ.2 การวิเคราะห์สมการ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า..... | 158 |
| ฉ.3 ตัวอย่างกาคำนวณ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า..... | 159 |
| ฉ.4 การจำลองการต่อวงจร เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า..... | 159 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| ฉ.5 นำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง วงจรกรองความถี่..... | 160 |
| ฉ.6 ทฤษฎีวงจกรองความถี่..... | 160 |
| ฉ.7 การจำลองการต่อวงจร เรื่อง วงจกรองความถี่..... | 161 |
| ฉ.7 ผลแสดงการต่อวงจร เรื่อง วงจกรองความถี่..... | 161 |



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะการศึกษาส่งผลให้เกิดความรู้ ความรู้ที่นั่นสามารถนำมาใช้พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ พัฒนาประเทศให้เจริญรุ่งเรืองและก้าวหน้าทัดเทียมอารยประเทศได้ ดังนั้นการจัดการศึกษาจะต้องดำเนินไปและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดียิ่งขึ้น (ธาดา ราชกฤต, 2562 : online)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้การศึกษาเป็นที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก เพราะเทคโนโลยีทำให้มีความสะดวก สบาย รวดเร็วในการหาข้อมูล ไม่ว่าจะ เป็นเทคโนโลยีที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ในยุคของการปฏิรูปการศึกษา ควรเร่งพัฒนาการศึกษาให้การศึกษาไปพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนไปช่วยพัฒนาประเทศ เทคโนโลยีจึงเป็นเครื่องมือที่มีพลังคุณภาพสูงในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา

การเรียนการสอนแบบออนไลน์ จัดเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาในรูปแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนในรูปแบบเดิม ๆ ให้เป็นการเรียนรูปแบบใหม่ ที่ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำการสอน การเรียนการสอนแบบออนไลน์ จะเป็นการเรียนผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยอยู่ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน เป็นการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่บวกเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สร้างการศึกษาที่มีปฏิสัมพันธ์คุณภาพสูง โดยไม่จำเป็นต้องเดินทาง เกิดความสะดวกและเข้าถึงได้อย่างรวดเร็ว ทุกสถานที่ ทุกเวลา เป็นการสร้างการศึกษาตลอดชีวิตให้กับประชากร (educatorround table การเรียนการสอนแบบออนไลน์, 2561 : online)

เนื่องจากในปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เป็นการแพร่ระบาดที่กระจายไปในหลายประเทศทั่วโลกแล้วนั้น ทั้งนี้กระทรวงสาธารณสุขได้ออกมาตรการการรับมือและการป้องกันเพื่อเฝ้าระวังการแพร่เชื้อ หนึ่งในวิธีการรับมือกับการระบาดของโรคโควิด-19 คือ การทำ Social Distancing หรือการเพิ่มระยะห่างระหว่างกันในสังคม เพื่อป้องกันการระบาดจากคนสู่คน ซึ่งมาตรการ Social Distancing นี้ได้ส่งผลอย่างมหาศาลกับทุกวงการทุกภาคส่วน รวมทั้งในส่วนของการศึกษาทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ (กรมควบคุมโรค, 2562 : online) เนื่องจากเกิดการระบาดของโรคนี้กระทรวงศึกษาธิการและสถานศึกษาหลายแห่งได้นำการเรียนในรูปแบบการศึกษาออนไลน์มาเป็นอีกช่องทางสำคัญในการบริหารจัดการเรียนรู้ และเสริมทักษะความรู้ให้กับผู้เรียนถึงบ้าน การเรียนผ่านระบบออนไลน์ ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยการศึกษาไม่หยุดชะงัก ทดแทนการเรียนในห้องเรียนได้ นับเป็นทางออกที่สอดคล้องกับสถานการณ์ ช่วยให้เด็กและเยาวชนสามารถเข้าเรียนได้ตามปกติและไม่เสียโอกาสในการเตรียมพร้อมสำหรับการศึกษาในชั้นเรียนใหม่ รวมทั้งการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษะความรู้ได้อย่างต่อเนื่องในขณะที่ลดความเสี่ยงจากการติดเชื้อไวรัสดังกล่าว โดยไม่จำเป็นต้องออกจากบ้าน (กนกวรรณ วิลาวัลย์, 2563) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ตระหนักถึงความสำคัญ ในการดูแลนักเรียน นักศึกษา ครูและบุคลากรในสถานศึกษา จึงได้จัดเตรียมการเรียนการสอนสำหรับนักเรียน นักศึกษา มีมาตรการรับมือกับโรคระบาดโควิด-19 และยังได้จัดทำคู่มือการจัดการเรียนรู้ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษาเป็นสถานที่ที่ปลอดภัยจากโรคโควิด-19 ส่งผลให้ นักเรียน นักศึกษา สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพและปลอดภัยจากโรค (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2563 : 2)

โดยสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้จัดเตรียมการศึกษาเพื่อรองรับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยกำหนดการเรียนการสอน สำหรับผู้เรียนทุกระดับ ทั้งระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ 4 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 คือ การจัดการเรียนผ่านเอกสารตำราเรียน โดยให้ครูทำการสอนผ่านเอกสาร ตำราเรียน หนังสือเรียน และเอกสารต่าง ๆ ซึ่งเป็นรูปแบบพื้นฐานที่ไม่ต้องเตรียมอะไรเพิ่มเติมมาก เนื่องจากมีเอกสารและหนังสือตำราเรียนแจกฟรีอยู่แล้ว ทั้งนี้การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนจะใช้เครื่องมือสื่อสาร ในการติดต่อสื่อสารกัน รูปแบบที่ 2 คือ การจัดการเรียนด้วยระบบการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม เนื่องจากปัจจุบันผู้เรียนสามารถเข้าถึงช่องทางโทรทัศน์ได้มากกว่า 90% แล้ว โดยสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจะจัดเนื้อหาให้ครอบคลุมทุกวิชา ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ขณะเดียวกันจะมีการเชื่อมโยงเนื้อหาไปยังช่องทางออนไลน์อื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น Facebook, YouTube เป็นต้น ให้สามารถรับชมไปพร้อมกันได้ เพื่อให้เข้าถึงผู้เรียนให้มากที่สุด รูปแบบที่ 3 การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ผ่านโปรแกรมฟรีที่ให้บริการต่าง ๆ ซึ่งสถานศึกษาอาชีวะหลายแห่งมีความพร้อมในการเรียนการสอนแบบออนไลน์อยู่แล้ว รูปแบบที่ 4 จัดการเรียนผ่านการสอนสด โดยถ่ายทอดการสอนของครูและวิทยากรชั้นนำในสาขาที่ขาดแคลน เพื่อให้ผู้เรียนจากวิทยาลัยอื่นได้เรียนไปพร้อม ๆ กันได้อีกด้วย (ณรงค์ แผ้วพลสง, 2563) ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้การศึกษานี้จะมีอุปสรรค แต่วิกฤตในครั้งนี้ทำให้สถาบันการศึกษา ทั้งผู้เรียนผู้สอนได้ปรับตัวให้เข้ากับกับการเรียนออนไลน์ หลายวิชาเริ่มเห็นทิศทางความเป็นไปได้ในการเรียนออนไลน์ ซึ่งเป็นเรื่องที่รัฐบาลให้การสนับสนุนมาโดยตลอด และนี่อาจเป็นโอกาสในการต่อยอดในอนาคต

จากการกำหนดรูปแบบการเรียนการสอนของสำนักงานคณะกรรมการการ ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ในวิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างปกติ และนักเรียน นักศึกษาได้ความรู้ได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งเพื่อตอบสนองมาตรการ Social Distancing หรือการเพิ่มระยะห่างระหว่างกันในสังคม เพื่อป้องกันการระบาดจากคนสู่คน โดยการนำระบบการเรียนการสอนออนไลน์เข้ามาปรับใช้ เพื่อดำเนินการเรียนการสอนต่อไปภายใต้วิกฤติโรคระบาดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาในชั้นเรียน ในวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ผู้สอนสังเกตเห็นว่าในหัวข้อการเรียนการสอนโดยเฉพาะหัวข้อ วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ นักศึกษาจะต้องคำนวณ ออกแบบ ทำให้นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่สามารถจดจำวิธีการ ขั้นตอนการคำนวณการออกแบบ ทฤษฎีและตัวอย่างได้และนักศึกษาไม่มีสื่อการเรียนที่สามารถทบทวนความรู้ได้และตัวผู้เรียนไม่มีการทบทวนความรู้อยู่เสมอ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เมื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำทำให้ไม่สามารถที่จะเรียนได้ในบทเรียนต่อ ๆ ไปได้ โดยเฉพาะเนื้อหาที่มีการคำนวณในบทเรียนมาก ๆ

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้น การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ในวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีจะสามารถแก้ไขปัญหาในหลาย ๆ ด้าน ทั้งทางตรงและทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นการแก้ปัญหาของโรคระบาด การเพิ่มระยะห่างระหว่างกันในสังคม เพื่อป้องกันการระบาดจากคนสู่คนโดยที่นักศึกษาสามารถเรียนจากที่บ้านตามมาตรการของรัฐบาล “อยู่บ้าน หยุดเชื้อ เพื่อชาติ” และยังสามารถให้นักเรียนทบทวนความรู้ที่ยังไม่เข้าใจ สามารถทบทวนซ้ำ ทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมาย ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดียิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นแล้ว จะสามารถไปยังบทเรียนต่อ ๆ ไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา ที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. คุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่สร้างขึ้น อยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักศึกษา ที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี อยู่ในระดับมากขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$)

1.4 กรอบแนวคิดงานวิจัย

1.4.1 กรอบแนวคิดในการสร้างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

การสร้างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีในครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดของ กรอบแนวคิดการสร้างอย่างเป็นระบบแบบ ADDIE Model (จำนง สันตจิต. 2556) ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอน ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์
2. ขั้นการออกแบบ
3. ขั้นการพัฒนา
4. ขั้นการนำไปใช้
5. ขั้นการประเมินผล

1.4.2 กรอบแนวคิดที่ใช้ในแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา โดยผู้วิจัยได้ใช้หลักการของ สีวรุส สุทธิ. (2553). เพื่อนำมาประเมินดังต่อไปนี้

1. ด้านเนื้อหา
2. ด้านภาษา
3. ด้านวัตถุประสงค์
4. ด้านลักษณะสื่อ
5. ด้านกิจกรรมประกอบบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา ใช้หลักการหาประสิทธิภาพสี่ของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520 : 135 - 143) ดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)
2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

1.4.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ในการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้สื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์ในวิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา ใช้หลักการหาความพึงพอใจของ ชวลิต ชูกำแหง (2550) ดังต่อไปนี้

1. สร้างแบบประเมินโดยกำหนดแบบประเมินความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 จำนวน 25 คน ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชา 30105-2004 วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งใช้วิธีการ แบบเจาะจง

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้คือ

ตัวแปรต้น ได้แก่ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา คุณภาพและประสิทธิภาพของ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี และความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและ วงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

1.5.3 เนื้อหาของบทเรียน

เนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีดังนี้

เรื่องที่ 1 วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า

เรื่องที่ 2 วงจรกรองความถี่แบบแอกทีฟ (Active)

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. บทเรียนออนไลน์ หมายถึง บทเรียนที่ใช้วิธีการสอนออนไลน์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีหน่วยการสอน คือ วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่แบบแอกทีฟ (Active)

โดยผู้เรียนจะต้องเข้าเรียนแบบออนไลน์ ทำแบบฝึกหัดและส่งตามที่ผู้สอนกำหนดในรูปแบบออนไลน์

2. วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หมายถึง วิชาที่อยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอนของระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีพุทธศักราช 2563 รหัสวิชา 30105-2004 โดยกำหนดให้มีการเรียนการสอน 3 หน่วยกิต โดยแบ่งเป็นภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

3. คุณภาพ หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

4. ประสิทธิภาพ E_1 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด แบบฝึกระหว่างปฏิบัติของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ประสิทธิภาพ E_2 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

5. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของกลุ่มตัวอย่างหลังการใช้สื่อการเรียนการสอน แบบออนไลน์ในวิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา
ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ได้มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังนี้

- 2.1 รายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี รหัสวิชา 30105-2004
- 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของออปแอมป์
- 2.3 การเรียนการสอนแบบออนไลน์
- 2.4 ทฤษฎีและโปรแกรมที่ใช้ในการเรียนการสอนออนไลน์
- 2.5 การออกแบบและการสร้างสื่อการเรียนการสอน
- 2.6 การประเมินคุณภาพ
- 2.7 ทฤษฎีการตรวจสอบคุณภาพและการหาประสิทธิภาพ
- 2.8 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี รหัสวิชา 30105-2004

2.1.1 จุดประสงค์รายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

- 2.1.1.1 เข้าใจหลักการวิเคราะห์คุณสมบัติวงจรออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
- 2.1.1.2 สามารถออกแบบและทดสอบวงจรออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีในงาน
อิเล็กทรอนิกส์
- 2.1.1.3 มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนัก
ถึงคุณภาพของงานและมีจริยธรรมในงานอาชีพ

2.1.2 สมรรถนะรายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

- 2.1.2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการออกแบบวงจรใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
- 2.1.2.2 สร้างวงจรใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
- 2.1.2.3 วัด ทดสอบวงจรใช้งานออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
- 2.1.2.4 ประยุกต์ใช้วงจรออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีในงานอุตสาหกรรม

2.1.3 คำอธิบายรายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับวงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมพลิไฟเออร์ การออกแบบวงจรรอง
ความถี่ วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า วงจรสวิตช์ วงจรขมิตต์ทริกเกอร์ วงจรเกต วงจรขยายสัญญาณ
หลายช่อง วงจรกำเนิดสัญญาณซายน์ รูปสแควร์ รูปแรมพ์ วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้าคงที่และ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสไฟฟ้าคงที่ วงจรแปลงรูปคลื่นสัญญาณ วงจรแปลงแรงดันเป็นความถี่ วงจรแปลงความถี่เป็นแรงดัน วงจรตั้งเวลา วงจรเฟสล็อกกลุ่ม วงจรซินธิไซเซอร์และประยุกต์ใช้งานด้านอุตสาหกรรม

ตารางที่ 2.1 ตารางการจัดการเรียนการสอน ตามแผนการสอน วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

| สอนครั้งที่ | หัวข้อการสอน | จำนวนชั่วโมง (ทฤษฎี) | จำนวนชั่วโมง (ปฏิบัติ) |
|-------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 | หลักการเบื้องต้นของออปแอมป์ | 5 | 0 |
| 2 | วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ | 2 | 3 |
| 3 | วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า | 2 | 3 |
| 4-5 | วงจรกรองความถี่แบบแอกทีฟ | 4 | 6 |
| 6-7 | วงจรแปลงสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์ | 4 | 6 |
| 8-9 | วงจรกำเนิดสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์ | 4 | 6 |
| 10 | สอบกลางภาค | 2 | 3 |
| 11-12 | การใช้งานออปแอมป์ในเครื่องมือวัด | 4 | 6 |
| 13-14 | การใช้งานออปแอมป์ในงานดิจิทัล | 4 | 6 |
| 15-16 | วงจรเร็กกูเลเตอร์แรงดัน | 4 | 6 |
| 17-18 | วงจรเฟสล็อกกลุ่ม | 4 | 6 |
| 19 | สอบปลายภาค | 2 | 3 |
| | รวม | 41 | 54 |

ในการเรียนการสอนโดยใช้สื่อทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีนี จะทำการเรียนการสอนเฉพาะในภาคของทฤษฎีเท่านั้น

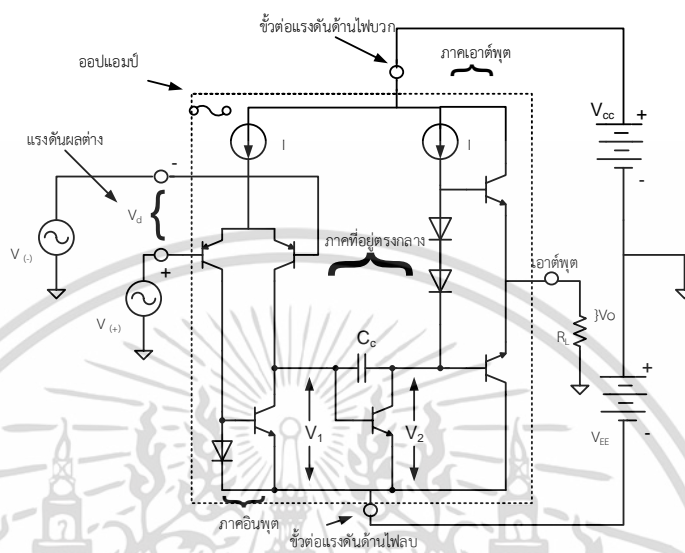
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของออปแอมป์

2.2.1 ทฤษฎีออปแอมป์

ออปแอมป์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง โดยจะถูกผลิตอยู่ในรูปของวงจรรวม (Integrated Circuit) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า ไอซี ในปัจจุบันออปแอมป์ได้รับความนิยมในการใช้งานมากเนื่องจากวงจรหนึ่ง ๆ นั้นจะใช้อุปกรณ์ภายนอกต่อร่วมน้อยมาก จุดประสงค์ในการสร้างออปแอมป์ คือ ต้องการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มี อัตราการขยายสูงและสามารถขยายแรงดันได้ทั้งไฟตรงและไฟสลับโดยที่ออปแอมป์มาจากคำ “Operational Amplifier” หมายถึง อุปกรณ์ที่ง่ายต่อการ ทำงานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Operation) เช่น การบวก การลบ การคูณ หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาร เป็นต้น ในปัจจุบันเราสามารถขยายขอบเขต การใช้งานออปแอมป์ไปใช้งานด้านอื่น เช่น วงจรเปรียบเทียบแรงดัน วงจรรักษาแรงดัน วงจรกรองความถี่ วงจรกำเนิดสัญญาณ วงจรตั้งเวลาและอื่น ๆ อีกมากมาย



ภาพที่ 2.1 แผนผังออปแอมป์

พื้นฐานของออปแอมป์ประกอบไปด้วยภาคอินพุต (Input Stage) ซึ่งมีอยู่ 2 อินพุต ภาคเอาต์พุต (Output Stage) และภาคที่อยู่ตรงกลาง (Intermediate Stage) ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างภาคอินพุตและภาคเอาต์พุต ออปแอมป์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หนึ่งที่ต้องได้รับไฟเลี้ยงโดยส่วนใหญ่จะใช้แหล่งจ่ายไฟตรงคู่ (Dual DC Power Supply) เพื่อให้เอาต์พุตสามารถจ่าย แรงดันออกมาได้ทั้งบวกและลบซึ่งสามารถต่อเข้ากับออปแอมป์ได้โดยผ่านขาของ ออปแอมป์เอง โดยไฟเลี้ยงที่ต่อเข้าไบนั้นจะเข้าถึงทุกภาคภายในออปแอมป์

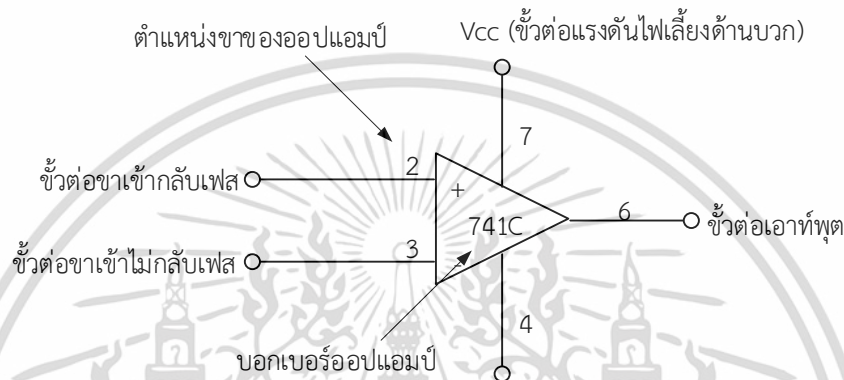
สำหรับภาคอินพุตซึ่งมี 2 อินพุต คือ (V_{-}) และ (V_{+}) หากต้องการใช้งาน อาจจะมีการต่ออินพุตใดอินพุตหนึ่งหรือทั้งสองอินพุตก็ได้ ผลที่ได้จะปรากฏที่ แรงดันเอาต์พุต (V_o) ของออปแอมป์ โดยขนาดของแรงดันอินพุตจะขึ้นอยู่กับ สัญญาณอินพุตและลักษณะสมบัติ (Characteristics) ของออปแอมป์ การต่อภาคอินพุต ดังแสดงในรูปที่ 2.6 เรียกว่า วงจรขยายผลต่าง (Differential Amplifier) วงจรนั้นมีคุณสมบัติคือ เป็นวงจรที่มีอินพุตอิมพีแดนซ์ (Input Impedance) สูง รวมถึงมีอัตราขยายแรงดันมาก เมื่อมีสัญญาณ (V_{-}) และ (V_{+}) จ่ายเข้ามา แรงดันผลต่าง (Differential Voltage, V_d) จะถูกขยายด้วยอัตราขยายที่สูง ไปปรากฏ เป็นแรงดัน V หลังจากนั้นแรงดัน V_1 ที่เป็นเอาต์พุตของวงจรขยายสัญญาณผลต่างจะถูก ส่งไปที่ภาคเลื่อนระดับ (Level-Shifting Stage) สำหรับภาคนี้มีหน้าที่สำคัญ 2 ข้อ ข้อแรกคือ เลื่อนระดับแรงดันไฟตรงที่เอาต์พุตของวงจรขยาย

สัญญาณผลต่าง ไปเป็นค่าที่ต้องการในการไบอัสภาคเอาต์พุต ส่วนข้อสองคือ มีหน้าที่ส่งผ่าน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดัน (V_1) ไปเป็นแรงดัน (V_2) โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน สัญญาณ (V_2) ซึ่งเป็นเอาต์พุตของวงจรเลื่อนระดับจะถูกเชื่อมต่อโดยตรงไปยังภาคเอาต์พุต โดยส่วนใหญ่แล้วภาคเอาต์พุตจะเป็นวงจรพุ่ม-พุ่ม ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ แบบ NPN และ PNP ทั้งนี้เพื่อจุดประสงค์ คือ ให้ออปแอมป์มีความต้านทาน เอาต์พุตต่ำและให้กำลังสูง สำหรับโครงสร้างของออปแอมป์ในทางปฏิบัติจะมีความซับซ้อนกว่านี้ เช่น มีวงจรป้องกันการลัดวงจร วงจรกันชน

2.2.2 สัญลักษณ์ของออปแอมป์



ภาพที่ 2.2 สัญลักษณ์ออปแอมป์

สัญลักษณ์ของออปแอมป์ สังเกตเห็นได้ว่าเป็นรูปร่างสามเหลี่ยมซึ่งแสดงถึงทิศทางการไหลของกระแสภายในสัญลักษณ์ออปแอมป์นี้ บอกระเบอร์ตออปแอมป์ซึ่งแสดงถึงลักษณะสมบัติเฉพาะ (Part Identification Number, PIN) ของออปแอมป์เบอร์นั้น ๆ อยู่ในสามเหลี่ยมออปแอมป์เป็นเบอร์ 741 ซึ่งเป็นออปแอมป์ที่ใช้เพื่อจุดประสงค์ทั่วไป (General Purpose) ออปแอมป์ทั้งหมดจะมีขั้วต่อที่จำเป็นอย่างน้อย 5 ขาตามที่แสดงในรูปที่ 2.7 ซึ่ง ประกอบด้วย

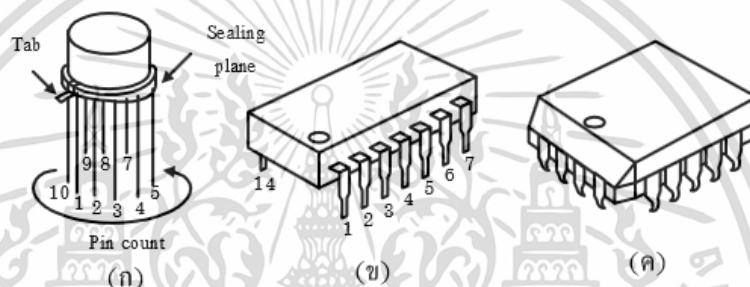
1. ขั้วต่อแรงดันไฟเลี้ยงยังด้านบวก (Positive Power Supply Terminal)
2. ขั้วต่อแรงดันไฟเลี้ยงยังด้านลบ (Negative Power Supply Terminal)
3. ขั้วต่อเอาต์พุต (Output Terminal)
4. ขั้วต่อขาเข้าไม่กลับเฟส (Non-inverting Input Terminal)
5. ขั้วต่อขาเข้ากลับเฟส (Inverting Input Terminal)

2.2.3 รูปร่างออปแอมป์

ออปแอมป์ถูกผลิตอยู่ในรูปที่มักนิยมเรียกว่า ชิพ (Chip) ที่พร้อมจะต่อใช้งานได้อย่างเหมาะสม รูปร่างของออปแอมป์มีหลายลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.8 โดยรูปที่ 2.8 (ก) เป็นออปแอมป์แบบโลหะ (Metal can) ซึ่งออปแอมป์ประเภทนี้เหมาะสำหรับใช้ ในงานที่มีกำลังสูง เนื่องจากความ

ร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าสามารถแพร่กระจาย ไปได้อย่างรวดเร็วผ่านตัวถังที่เป็นโลหะเพื่อระบายความร้อน

ส่วนในรูปที่ 2.3 (ข) เป็นออปแอมป์ที่อยู่ในรูปแบบ Dual In Line (DIP) ซึ่งจะทำมาจากพลาสติกหรือเซรามิก โดยปัจจุบันมีการใช้มากเนื่องจากสามารถบรรจุลงในแผ่นวงจรพิมพ์ได้ง่าย รูปร่างแบบ DIP แบบนี้มีตั้งแต่ 8 ขา 14 ขา และ 16 ขา การต่อวงจรที่ใช้วงจรรวมแบบ DIP นั้น ต้องมีการต่อขาให้ถูกตำแหน่งโดยสังเกตวงกลมเล็กบนตัว DIP ที่ปลายด้านวงกลมนี้จะนับเป็นขา 1 ตามรูปที่ 2.3 (ข) รูปร่างแบบ Surface – Mounted Technology (SMT) แสดงในรูปที่ 2.3 (ค) ส่วนใหญ่รูปร่างแบบ SMT นี้จะถูกใช้ในงานที่มีขีดจำกัดด้านพื้นที่ นอกเหนือจากนี้ยังสามารถช่วยลดสัญญาณรบกวนและเป็นการปรับปรุงลักษณะสมบัติการตอบสนอง ความถี่ให้ดีขึ้นอีกด้วย



ภาพที่ 2.3 รูปร่างโดยทั่วไปของวงจรรวม

2.2.4 ทฤษฎีวงจรกรองความถี่

วงจรกรองความถี่ (Filters) สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ แบบพาสซีฟ (Passive Filters) และแบบแอคทีฟ (Active Filters) วงจรกรองความถี่เป็นวงจรที่สามารถทำหน้าที่เลือกความถี่ที่ต้องการหรือตัดความถี่ที่ไม่ต้องการออกก็ได้ การใช้งานวงจรกรองความถี่ สามารถใช้กรองสัญญาณรบกวน หรือกรองเอาสัญญาณข่าวสารออกมาจากคลื่นพาห้ในระบบวิทยุ ดังนั้นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในวงจรกรองความถี่ ถ้าเป็นแบบพาสซีฟจะใช้ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ ส่วนในวงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟ จะใช้ตัวต้านทานตัวเก็บประจรร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถทำการขยายสัญญาณ เช่น ออปแอมป์ ทำให้วงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟมีข้อดีกว่าแบบพาสซีฟ คือ

ไม่มีการสูญเสียของสัญญาณเนื่องจากออปแอมป์สามารถทำการขยายสัญญาณเพื่อชดเชยการลดทอนของสัญญาณได้

ราคาถูก โดยเฉลี่ยแล้ววงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟจะมีราคาสูงกว่าแบบพาสซีฟ เนื่องจากตัวเหนี่ยวนำที่ใช้ในแบบพาสซีฟมีราคาแพงและสร้างได้ยากกว่า

การแยกระหว่างอินพุตและเอาต์พุต เนื่องจากวงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟมีการใช้ออปแอมป์ประกอบในวงจรจึงทำให้วงจรกรองความถี่แบบนี้มีอินพุต อินพุตแดนซ์สูงและเอาต์พุตอินพุตแดนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ขึ้นต้นการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำทำให้ไม่มีผลการรบกวนกันระหว่างแหล่งจ่ายสัญญาณอินพุตและโหลด แต่อย่างไรก็ตาม การกรองความถี่แบบแอกทีฟก็มีข้อเสียอยู่บางประการเมื่อเทียบกับแบบพาสซีฟ คือ การตอบสนองความถี่วงจรรองความถี่แบบแอกทีฟ มีความสามารถในการตอบสนอง ความถี่ได้แคบกว่าแบบพาสซีฟ เนื่องจากขีดจำกัดของออปแอมป์ยกตัวอย่างเช่น ออปแอมป์เบอร์ 741 มีความสามารถในการตอบสนองความถี่ได้เพียง 1 เมกะเฮิรตซ์

แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง เนื่องจากการใช้ออปแอมป์ทำให้ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงในการทำงานในขณะที่แบบพาสซีฟไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง

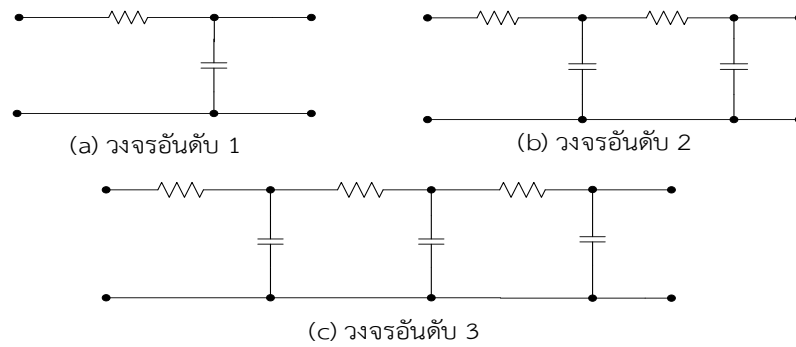
2.2.5 วงจรรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter)

ในทางทฤษฎีวงจรรองความถี่ต่ำจะยอมให้สัญญาณใด ๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดซึ่งเรียกว่า ความถี่คัทออฟ หรือ ความถี่ขอบเขต (Cutoff Frequency) แทนด้วยเครื่องหมาย f_c คือ ความถี่ ณ ขณะที่อัตราขยายของวงจรมีค่าลดลงเป็น 0.707 เท่าของอัตราขยายปกติ (-3 dB) ผ่านไปได้โดยไม่มีการลดทอนของสัญญาณ และถ้าความถี่ของสัญญาณเข้ามีค่าเกินที่กำหนดไว้สัญญาณออกควรจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะทำเช่นนั้นได้ เนื่องจากการตอบสนองสัญญาณที่ความถี่ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ประเภทพาสซีฟ จะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใด ดังรูปที่ 2.4



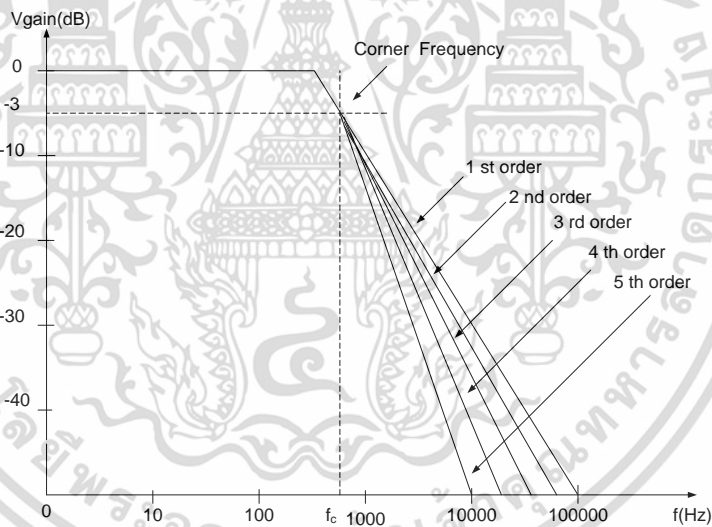
ภาพที่ 2.4 ผลการตอบสนองของวงจรรองความถี่ต่ำผ่านจากการประมาณ

และลักษณะของวงจรมีตั้งแต่อันดับหนึ่งขึ้นไปจนถึงลำดับที่ n ดังรูปที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำอันดับต่าง ๆ

วงจรกรองความถี่ที่มีตั้งแต่ลำดับที่ 1, 2, 3, 4 ไปเรื่อย ๆ จนถึงลำดับที่ n สำหรับตัวอย่าง ลำดับของวงจรกรองความถี่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำ แสดงไว้ในรูปที่ 2.6 จะเห็นว่า ถ้าลำดับยิ่งสูงขึ้น การตอบสนองความถี่ก็จะยิ่งใกล้เคียงกับอุดมคติมากขึ้นไปอีก แต่ก็ทำให้วงจรกรองความถี่ที่มีลำดับสูงขึ้นมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

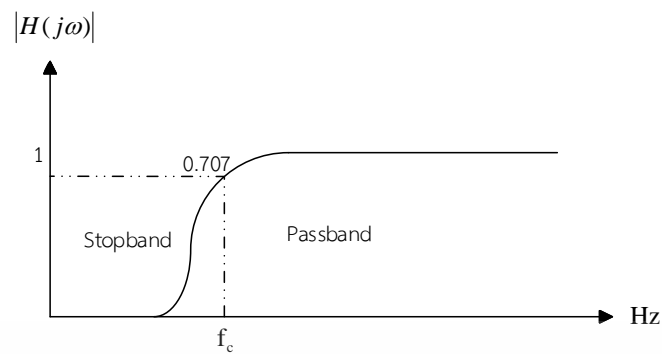


ภาพที่ 2.6 กราฟแสดงอัตราขยายแรงดันเชิงความถี่ (dB)

2.2.6 วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter)

มีคุณสมบัติตรงกันข้ามกับวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ คือการตอบสนองต่อสัญญาณของ วงจรจะยอมให้สัญญาณความถี่สูงผ่านและลดทอนสัญญาณความถี่ต่ำสัญญาณที่ออกไปยัง เออต์พุต จะมีมากขึ้นจนถึงระดับความแรงของสัญญาณประมาณที่ 0.707 ของความแรงสูงสุด ระดับ นี้เองที่เราเรียกว่า ช่วงความถี่คัทออฟ f_c เมื่อความถี่สูงกว่าความถี่นี้จะยอมให้สัญญาณผ่านไปได้ ดัง รูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



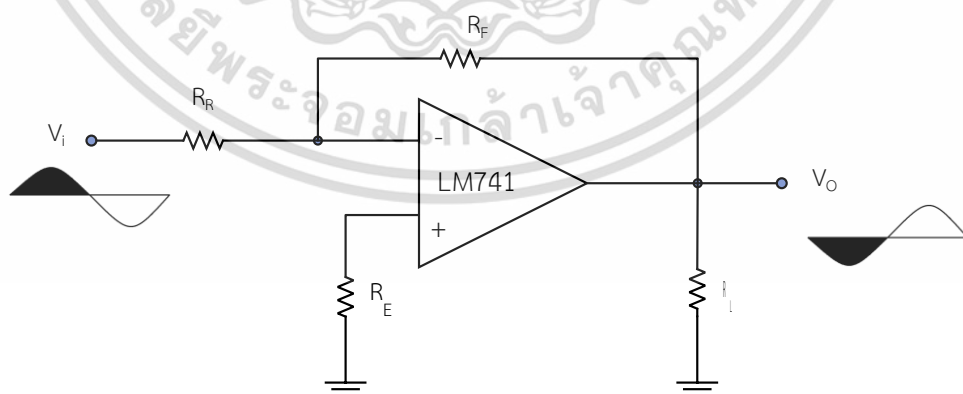
ภาพที่ 2.7 ผลการตอบสนองของวงจรกรองความถี่สูงผ่านการประมาณ

2.2.7 วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า

เมื่อออกแบบทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้า เราจะใช้ตัวต้านทานทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ป้อนกลับ และที่สำคัญออกแบบยังทำหน้าที่ควบคุมการขยายของตัวเองได้อย่างอัตโนมัติ วงจรขยายชนิดที่มีการกลับเฟส

วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า คือ วงจรที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่มีแอมพลิจูด (Amplitude) ต่ำ ๆ ให้ขนาดของสัญญาณนั้นมีแอมพลิจูดที่สูง ๆ ทำให้สัญญาณใหญ่ขึ้น โดยสัญญาณที่ได้จากการขยายจะต้องไม่เกิดความเพี้ยน (Distortion) และในเรื่องของความถี่จะต้องตอบสนองต่อความถี่สูง ๆ ได้เป็นอย่างดี

2.2.8 วงจรขยายแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)



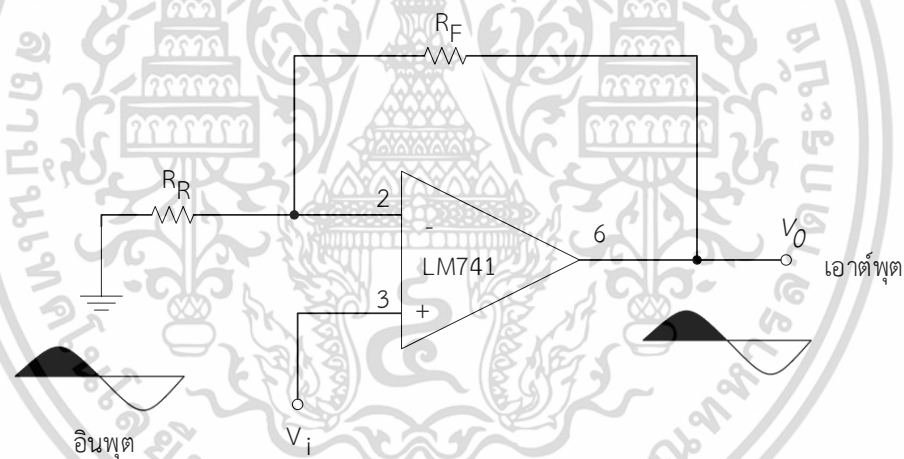
ภาพที่ 2.8 วงจรขยายออปแอมป์แบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจรขยายออปแอมป์นั้นสามารถที่จะกำหนดอัตราการขยายของวงจรได้โดยการใช้ วงจรเนกาทีฟฟีดแบ็ค (Negative Feedback) เมื่อเราป้อนสัญญาณเข้าทางขากลับเฟส (ขา -) แรงดันด้านทางออกจะมีมูเฟสต่างไปจากแรงดันทางเข้า 180 องศา ซึ่งมีลักษณะตรงข้าม สัญญาณ ตรงกันข้ามนี้จะถูกป้อนกลับผ่าน R_R เข้ามายังขาอินเวอร์ติ้ง (Inverting) อีกครั้งหนึ่ง ตรงจุดนี้จะทำให้ สัญญาณเกิดการหักล้างกันอัตราการขยายจะลดลง ถ้าตัวต้านทานที่เป็นตัวป้อนกลับมีค่ามาก จะทำ ให้สัญญาณป้อนกลับมีขนาดเล็ก อัตราการขยายออกสูง ถ้าตัวต้านทานที่ป้อนกลับมีค่าน้อยสัญญาณ ป้อนกลับไปได้มากอัตราการขยายจะลดลง ดังนั้นอัตราส่วนของความต้านทาน R_R และ R_F จะเป็น ตัวกำหนดอัตราการขยายของวงจรโดยไม่ขึ้นกับอัตราการขยายของออปแอมป์ ซึ่งสามารถหาอัตรา การขยายแรงดันได้จากสูตร

$$A_V = -\frac{R_F}{R_R} \quad (2.1)$$

2.2.9 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Non Inverting Amplifier)

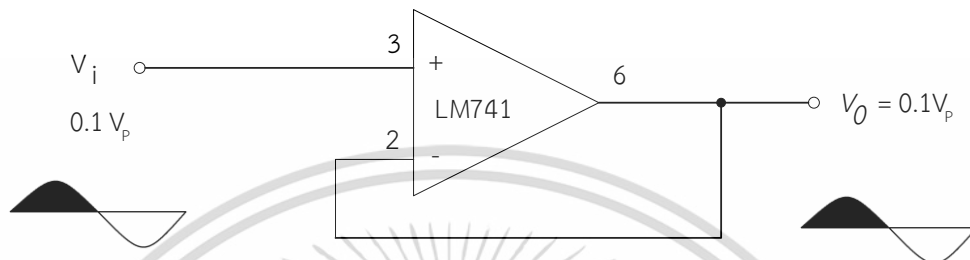


ภาพที่ 2.9 วงจรขยายออปแอมป์แบบไม่กลับเฟส (Non Inverting Amplifier)

วงจรขยายนี้เป็นวงจรขยายอีกแบบหนึ่งที่ต้องการเฟสในการขยายเป็นเฟสเดียวกัน ดังนั้น การป้อนสัญญาณอินพุตจึงต้องป้อนเข้าที่ขาอินพุตไม่กลับเฟส (+) ซึ่งเมื่อขยายออกที่เอาต์พุตแล้วจะ ได้สัญญาณเอาต์พุตที่มีเฟสเหมือนเดิม ดังนั้นในวงจรขยายแบบไม่กลับเฟสนี้การป้อนกลับเพื่อลด อัตราการขยายจึงยังคงต้องป้อนไปยังขาอินเวอร์ติ้ง (-) ซึ่งสามารถหาอัตราการขยายแรงดันได้จาก สูตร

$$A_V = \left(\frac{R_F}{R_R} + 1 \right) \quad (2.2)$$

2.2.10 วงจรบัฟเฟอร์ (Buffer)



ภาพที่ 2.10 วงจรบัฟเฟอร์หรือวงจรกันชน

วงจรบัฟเฟอร์หรือวงจรกันชน เป็นวงจรที่ใช้เชื่อมวงจรสองวงจรเข้าด้วยกัน เช่น ระบบไอซีที่ต่างตระกูลกันหรือทรานซิสเตอร์ที่ไม่แมทซ์อินพุตแอนด์เอาท์พุตกัน คือ วงจรที่จำเป็นต้องใช้บัฟเฟอร์ เพราะคุณสมบัติของออปแอมป์ทางเอาต์พุตอินพุตมีแดนซ์ต่ำ เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรอื่นแล้วจะไม่ทำให้วงจรอื่นมีผลแตกต่างไปจากเดิม วงจรบัฟเฟอร์นั้นจะมีอัตราขยายเท่ากับ 1 และไอซีเบอร์ 4558 เป็นไอซีที่ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร ใช้มากในโรงงานอุตสาหกรรม ในเครื่องบันทึกเสียงและเครื่องเล่นดีวีดี

2.3 การเรียนการสอนแบบออนไลน์

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2545) ได้กล่าวว่า เวิลด์ ไวด์ เว็บ (World Wide Web: WWW) เป็นบริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เริ่มเข้ามาเป็นที่รู้จักในวงการศึกษานในประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2538 ที่ผ่านมามีเว็บได้เข้ามามีบทบาทสำคัญทางการศึกษา และกลายเป็นเครื่องแห่งความรู้ที่ไร้พรมแดน ซึ่งผู้สอนได้ใช้เป็นทางเลือกใหม่ในการส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อเปิดประตูการศึกษาจากห้องเรียนไปสู่โลกแห่งการเรียนรู้อันกว้างใหญ่ รวมทั้งการนำการศึกษาไปสู่ผู้ที่ขาดโอกาสด้วยข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ การเรียนการสอนออนไลน์เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนแบบออนไลน์จะประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนที่จัดขึ้นผ่านเว็บนี้อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนลักษณะนี้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากงานของเพื่อนด้วยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ช่วยให้มีเวลาในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้สอนกับผู้เรียนมากขึ้น ทำให้ผู้สอนสามารถใช้เวลาในชั้นเรียนสำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนอื่นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ เช่น การอภิปรายการแก้ปัญหา การซักถามและการปฏิบัติมากขึ้น โดยเนื้อหาสาระที่จะศึกษาได้นำเสนอบนเว็บล่วงหน้าให้นักศึกษาแล้ว การเรียนโดยใช้เว็บเพื่อการศึกษาที่มีลักษณะเด่น คือ ผู้เรียนสามารถเรียนเวลาไหนก็ได้ สถานที่ใดก็ได้ ที่มีความพร้อมด้านการเชื่อมต่อระบบ สามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น e-Mail, Chat room, Web Board, News Group สื่อสารกับเพื่อน ๆ ผู้สอนหรือบุคคลอื่น ๆ ที่สนใจและผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ แต่ผู้เรียนไม่ต้องเข้าชั้นเรียน เข้าโรงเรียนเพราะถือว่าเว็บไซต์เป็นเสมือนห้องเรียนหรือโรงเรียน หนังสือ เนื้อหาการเรียนถูกแทนที่ด้วยเนื้อหาดิจิทัลลักษณะต่าง ๆ ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงและวีดิทัศน์ ตามลักษณะของเว็บไซต์ สำคัญที่สุดคือผู้เรียนที่ไม่กล้าแสดงออกในห้องเรียนปกติจะกล้าแสดงออกและแสดงความคิดเห็นได้มากกว่าเดิม

เฮง (Henk.2000:online) ได้ให้ความหมายของ Web – Based Instruction (WBI) ว่าเป็นเอกสารการสอนที่มีการเชื่อมโยงแบบหลายมิติซึ่งเป็นประโยชน์จากแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดยการส่งเสริมให้สภาพแวดล้อมทางการเรียนมีความหมายต่อผู้เรียนและทำให้การเรียนเป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความรู้

ณัฐกร สงคราม (2543:19) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนแบบออนไลน์หรือการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า เป็นการจัดสภาพการเรียนการสอนที่ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบโดยอาศัยคุณสมบัติและทรัพยากรของ เวิลด์ ไวด์ เว็บ มาเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอด เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยอาจจัดการเรียนการสอนทั้งกระบวนการใหม่ที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาการให้เกิดการเรียนรู้และช่วยขจัดปัญหาเรื่องอุปสรรคของการเรียนการสอนด้านสถานที่และเวลาอีกด้วย

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (Nation Science and Technology Development Agency.2545 ออนไลน์) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ คือ การเรียนการสอนออนไลน์ เป็นการเรียนการสอนที่อาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน (Computer Mediated Communication: CMC) การเรียนการสอนออนไลน์สามารถใช้เครื่องมือออนไลน์สำหรับการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนหรือผู้สอนกับผู้เรียนผ่านทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-Mail) หรือ Web Board และการส่งงานและการตรวจงานผ่านเครือข่าย ทำให้มีเวลาในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้สอนกับผู้เรียนมากขึ้น และการเรียนการสอนทางไกลแบบออนไลน์จะเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบ Asynchronous ให้เป็นส่วนใหญ่ คือ ผู้เรียนเรียนจากเนื้อหาบทเรียนด้วยตนเองไม่มีการจัดชั้นเรียน

ชนิษฐา ศรีชูศิลป์ (2546:38) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ได้ตรงกับความต้องการของผู้เรียนและอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง หาแหล่งความรู้ต่าง ๆ ทั้งที่เป็นห้องเรียน ชุมชนและที่บ้าน โดยเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมกันระหว่างทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยความสามารถของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในการสร้างความรู้ เพื่อช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีทักษะในการเลือกรับข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ

นฤมล ศิริวงษ์ (2548: 52) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบออนไลน์เป็นการเรียนการสอนที่อาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยส่งเสริมสนับสนุนการเรียนการสอน (Computer Mediated Communication: CMC) โดยที่นักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนแบบออนไลน์จะเรียนด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ เพื่อให้ผู้สอนและผู้เรียนได้มีโอกาสรู้จักกัน จะได้มีการจัดการแบบพบกัน (Face to Face) เพื่อแนะนำวิชาและในแต่ละวิชาอาจจะจัดให้มีการสอนเสริมหรืออภิปรายในชั้นเรียนได้ตามความเหมาะสม นักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนแบบออนไลน์จะต้องมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสารและการสืบค้นสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้จากเอกสารประกอบการเรียนที่ได้รับหรือจากการอบรมที่จัดให้เป็นกรณีเฉพาะ มีการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ เช่น สัปดาห์ละหนึ่งครั้งเหมือนการเรียนการสอนปกติ แต่เป็นการติดต่อผ่านเครือข่ายเครื่องมือที่ใช้ e-mail, Web Board ในลักษณะ Asynchronous หรือ Conferencing แบบ Synchronous โดยใช้ Chat room, ICQ หรือ Net Meeting เป็นต้น ซึ่งการสื่อสารแบบ Synchronous จะมีการวางแผนและกำหนดตารางล่วงหน้าชัดเจนที่บ้านหรืองานที่มอบหมายและเป็นส่วนหนึ่งของการวัดผลจะถูกส่งจากผู้เรียนมายังผู้สอนผ่านทางเครือข่าย เพื่อการประเมินและในทำนองเดียวกันผลการประเมินก็ถูกส่งกลับไปยังผู้เรียนผ่านทางเครือข่ายการ สอบทุกครั้งจะเป็นการสอบแบบปกติ คือ มีการกำหนดวันเวลาและสถานที่ที่ชัดเจน

จิตติยา เกตุคำ (2551:24) กล่าวว่า บทเรียนออนไลน์ คือ เอกสารประกอบการเรียนการสอนที่เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบของเอกสารเว็บ สำหรับการเรียนการสอนออนไลน์หรือการเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการนำเสนอเนื้อหาวิชาที่ผู้สอนสร้างขึ้นโดยอาศัยความสามารถของเทคโนโลยีสารสนเทศให้ผู้เรียนหรือผู้ต้องการเรียนเข้ามาทำการศึกษาเนื้อหาของบทเรียนที่ได้มีการออกแบบไว้ โดยภายในบทเรียนมีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ช่วยเหลือให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาให้เข้าใจได้อย่างเหมาะสมถูกต้องตามเนื้อหาแต่ละวิชา

กฤษณา สิกขมาน (2554) กล่าวว่า การเรียนการสอนออนไลน์ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีการออกแบบ การเรียนการสอนไว้อย่างเป็นระบบ มีการกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน จัดการเรียนการสอนตามหลักทฤษฎีทางการศึกษา หลักการเรียนการสอนและจิตวิทยาการศึกษา การถ่ายทอดความรู้ การนำเสนอเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและถ่ายทอดกลยุทธ์การสอนใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือ ซึ่งในปัจจุบันเน้นไปที่การใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและเรียนรู้โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา เนื้อหาบทเรียนของ e-Learning จะอยู่ในรูปแบบสื่อผสมอิเล็กทรอนิกส์

(Electronic Multimedia) ซึ่งออกแบบไว้ในลักษณะซอฟต์แวร์รายวิชา (Courseware) ประกอบด้วยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อผสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และที่สำคัญ คือ ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนและผู้สอนได้ การบริหารจัดการ e-Learning ใช้ซอฟต์แวร์ประเภทบริหารจัดการการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการอย่างอัตโนมัติเกือบทุกขั้นตอนแทนการปฏิบัติด้วยมือ ตั้งแต่ขั้นตอนการลงทะเบียนเรียนจนถึงขั้นตอนการวัดและประเมินผล การเรียนการสอน

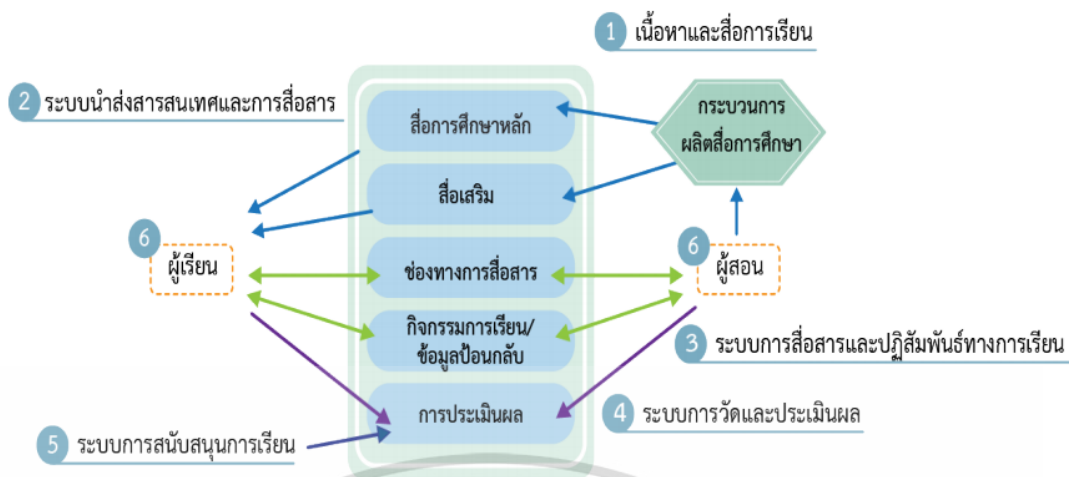
จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบออนไลน์ หมายถึง การเรียนการสอนซึ่งอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาช่วยในการสนับสนุนการเรียนการสอนมีทั้งประเภทที่ผู้เรียนและผู้สอนอยู่ในเวลาเดียวกันและประเภทที่ผู้เรียนและผู้สอนไม่ได้ใช้เวลาเดียวกันซึ่งประเภทหลังนี้ผู้เรียนจะเรียนด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ บทเรียนออนไลน์หรือการเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการจัดสภาพการเรียนการสอนที่ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบโดยอาศัยคุณสมบัติและทรัพยากรของ เวิลด์ ไวด์ เว็บ มาเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดเพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนแบบออนไลน์นี้ผู้เรียนจะต้องมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสารและการสืบค้นสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอและมีการใช้ e-mail, Chat room, Web Board เพื่อการติดต่อสื่อสารมีการวางแผนและกำหนดตารางล่วงหน้าที่ชัดเจนในการมอบหมายงานหรือการบ้านซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ผู้สอนใช้ประเมินผู้เรียน แล้วผลการประเมินก็จะถูกส่งกลับไปยังผู้เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การสอบทุกครั้งจะเป็นการสอบแบบปกติ คือ มีการกำหนดวัน เวลาและสถานที่ที่ชัดเจน

2.3.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์

ฐานันท์ ธรรมเมธา (2557 : 11-17) แบ่งองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ออกเป็น 6 องค์ประกอบ

1. เนื้อหาและสื่อการเรียน
2. ระบบนำส่งสารสนเทศและการสื่อสาร
3. ระบบการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน
4. ระบบการวัดและการประเมินผล
5. ระบบสนับสนุนการเรียน
6. ผู้สอนและผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนออนไลน์
อ้างอิงมา : สุภาพนีย์ ธรรมเมธา (2557 : 11-17)

2.3.3 รูปแบบของสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์

เซา (Zhao, 1998:307-328) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการเรียนการสอนโดยใช้ระบบอินเทอร์เน็ต จึงเป็นการจัดการเรียนการสอนทางไกล (Distance Education) ประเภทหนึ่ง เพราะมีระบบเครือข่ายเชื่อมโยงติดต่อกันโดยผู้เรียนอยู่ต่างสถานที่และห่างไกลกัน การเรียนรู้ลักษณะนี้มีทั้งภาพ เสียงและข้อมูล ให้แก่ผู้เรียนซึ่งสามารถเรียนรู้ได้ในทั้งในเวลา (Real Time) และนอกเวลา (Non-Real-Time) นอกจากนั้นแล้วยังมีการติดต่อสื่อสารกันแบบสองทาง (Two-way Communication) หรือทางเดียวก็ได้ จะติดต่อกันแบบพบหน้าเผชิญเผชิญหน้า (Face to Face) ย่อมสามารถทำได้เนื่องจากการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้ใช้สามารถรับส่งข่าวสารข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ ถึงกันได้ด้วยความสะดวกและรวดเร็ว ดังนั้นการนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ประโยชน์กับการศึกษาจะมีส่วนสำคัญในการพัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะสามารถนำข้อมูลการศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั่วโลกมาใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการรับส่งข้อมูลข่าวสารบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถทำได้ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ การติดต่อในเวลาเดียวกันและการติดต่อต่างเวลากัน ทำให้รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บสามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1. Synchronous Learning คือ รูปแบบการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนในเวลาเดียวกันผู้เรียนต้องมานั่งเรียนพร้อม ๆ กัน โดยใช้การรับส่งข่าวสาร ข้อมูลที่ผู้ส่งและผู้รับสารติดต่อกันได้ในเวลาเดียวกันหรือพร้อมกัน เช่น บริการพูดคุยสนทนา (Chat) บริการรับส่งข้อความ เสียง ภาพและภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

2. Asynchronous Learning คือ รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ ที่ผู้เรียนหรือผู้สอนไม่จำเป็นต้องทำกิจกรรมการเรียนการสอนในเวลาเดียวกัน เพราะเป็นรูปแบบการรับส่งข้อมูลของสารที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งในเวลาหรือการเขียนเพื่อการศึกษาก่อนหน้า เมื่อผู้เรียนได้เห็นใบเขียนเรียนต้นการจะไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้รับและผู้ส่งไม่จำเป็นต้องทำงานพร้อมกัน เช่น บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) กลุ่มสนทนา (News Group) รวมทั้งบริการ เวิลด์ ไรด์ เว็บ เป็นต้น ที่เป็นเครือข่ายข้อมูลความรู้โดยผู้เรียนจะเข้ามาเรียนรู้เมื่อใดและที่ไหนย่อมสามารถทำได้โดยปราศจากข้อจำกัดใด ๆ ทั้งสิ้น

ไพรัช รัชยพงษ์ (2539:46-73) ได้แบ่งรูปแบบการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1. ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ การใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการศึกษาสามารถทำได้ใน ส่วนของการส่งเอกสารการเรียนการสอน การบ้าน การถามตอบกับครูผู้สอนหรือเพื่อนร่วมวิชา โดย จะส่งไปตามที่อยู่ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ที่ลงทะเบียนไว้

2. แหล่งข้อมูล (Information Sources) ในปัจจุบันบางหน่วยงานหรือสถานศึกษา ใช้การ สอบแบบปรนัยผ่านระบบ เวิลด์ ไรด์ เว็บ แต่ทั้งนี้ นักเรียนต้องเข้ามาทำข้อสอบในสถานที่ที่จัดให้อีก แต่ก็ได้มีบางบริษัท ที่ได้จัดการสอบที่ไม่จำเป็นต้องมาทำข้อสอบในสถานที่ที่จัดให้ ตัวอย่างการ สอบผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วโลก คือ ใช้การดาวน์โหลดข้อสอบจากส่วนกลางมายัง สถานที่สอบโดยผู้สอบทำการทดสอบบนจอคอมพิวเตอร์และคำตอบที่ได้จะถูกส่งกลับไปตรวจที่ ศูนย์กลางหมดเวลาสอบ

3. กลุ่มแลกเปลี่ยนข่าวสารและสนทนา (Discussion Groups and Listservs) การเรียนการ สอนที่ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สามารถใช้ประโยชน์จากกลุ่มแลกเปลี่ยนข่าวสารและสนทนาโดยใช้ สมาชิกในกลุ่มวิชาเดียวกันตั้งหัวข้อที่กำลังเรียนส่งคำถามข้อเสนอแนะข้อคิดเห็น ผู้ส่งคำถามส่งเพียง ครั้งเดียวจากนั้นเครื่องบริการคอมพิวเตอร์จะทำการส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์นั้น ๆ ไปยังผู้ที่สมัคร เป็นสมาชิกทุก ๆ คน วิธีนี้นอกจากจะไม่ทำให้ผู้เรียนต้องส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ให้อีกหลาย ๆ คน แล้วยังทำให้ผู้ถามได้คำตอบที่มาจากหลายความคิดเห็นและหลายแง่มุมอีกด้วย

4. การประชุมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet Conferencing) การประชุมผ่านระบบ อินเทอร์เน็ตมีหลักการทำงานที่จะเชื่อมโยงการสนทนาแพร่ภาพจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งหรือไปหลาย จุดในเวลาเดียวกัน โดยผ่านสายโทรศัพท์ที่มีดาวเทียมหรือเส้นใยนำแสงเพื่อที่จะให้ผู้ใช้ที่อยู่ในกลุ่ม สามารถติดต่อกันโดยเห็นภาพหรือไม่เห็นภาพก็ได้ ประโยชน์ของการใช้การประชุมผ่านระบบ อินเทอร์เน็ตในการศึกษา คือ ทำให้ห้องเรียนทางไกลมีบรรยากาศการเรียนการสอนที่เหมือนใน ห้องเรียนปกติมากขึ้นเป็นการสอนจากจุดเดียวไปหลายจุดที่สามารถสอนนักเรียนได้คราวละมาก ๆ ทำให้นักเรียนที่อยู่ปลายทางเห็นการสาธิตที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียน นอกจากการประชุมผ่านระบบ อินเทอร์เน็ตจะนำมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนแล้วนักเรียนยังสามารถใช้การประชุมผ่าน ระบบอินเทอร์เน็ตในการติดต่อสื่อสารระหว่างนักเรียนด้วยกันได้

2.3.3 ประโยชน์ของสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์

ชาน (Khan.1997:12) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนออนไลน์ไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เรียนได้ทันใจตามต้องการ (Just in Time Learning) นักเรียนสามารถเรียนผ่านเว็บได้ทุกขณะที่ต้องการ การเรียนแบบ e-Learning จึงสามารถชักจูงใจและทำให้ผู้เรียนเรียนได้เป็นเวลานานโดยไม่เบื่อ ผู้เรียนสามารถค้นหาเข้าถึงความรู้ใหม่ ๆ ได้ทันเวลาตามต้องการ เนื้อหาบนเว็บที่ถูกสร้างและปรับปรุงขึ้นใหม่ทุกขณะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตและนำไปใช้ได้อย่างทันเหตุการณ์

2. รูปแบบมัลติมีเดีย (Multimedia Format) เวิลด์ ไรด์ เว็บ ช่วยให้การนำเสนอเนื้อหา มีรูปแบบที่หลากหลาย รวมทั้งตัวอักษร เสียง วิดีทัศน์และการติดต่อสื่อสาร ณ เวลาจริงคุณสมบัตินี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนของตนมากที่สุดและครูผู้สอนก็สามารถเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับหลักสูตรมากที่สุดได้

3. ความทันสมัย (Currency) เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนบนเว็บนั้นสามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับหนังสือเรียน จึงทำให้ครูสามารถนำเสนอข้อมูลที่ทันสมัยที่สุดเท่าที่มีอยู่ให้แก่ผู้เรียน

ฮอลล์ (Hall.1998:online) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนออนไลน์ว่า มีความยืดหยุ่นและความสะดวก (Flexibility and Convenience) กล่าวคือ ผู้เรียน e-Learning สามารถเข้าถึงเนื้อหาหนังสือเรียน ณ เวลาและสถานที่ใดก็ได้ตามแต่ความสะดวก ซึ่งเป็นการจัดข้อจำกัดทางกายภาพที่เกิดจากการเรียนในห้องเรียนแบบเดิม การเรียนผ่านเว็บสามารถเรียนได้จากที่บ้านที่ทำงานหรือที่สถานศึกษาตามความสะดวกของผู้เรียน เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการใช้ห้องเรียนด้วย

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2545:18-19) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนออนไลน์ไว้ดังนี้

1. บทเรียนออนไลน์ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะการถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางมัลติมีเดียสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนจากสื่อข้อความเพียงอย่างเดียวหรือจากการสอนภายในห้องเรียนของผู้สอน ซึ่งเน้นการบรรยายในลักษณะ Chalk and Talk โดยเมื่อเปรียบกับบทเรียนออนไลน์ที่ได้รับการออกแบบและผลิตมาอย่างมีระบบ จะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าในเวลาที่ใช้เร็วกว่า

2. บทเรียนออนไลน์ช่วยให้ผู้สอนสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าพฤติกรรมการณ์การเรียนของผู้เรียนได้อย่างละเอียดตลอดเวลา เนื่องจากบทเรียนออนไลน์มีการจัดหาเครื่องมือ (Courseware Management Tools) ที่สามารถทำให้ผู้สอนติดตามการเรียนของผู้เรียนได้

3. บทเรียนออนไลน์ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ เนื่องจากการนำเอาเทคโนโลยี Hypermedia มาประยุกต์ ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมโยงข้อมูลไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง เสียงกราฟิก วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันในลักษณะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เป็นเชิง (Non Linear) ทำให้ Hypermedia สามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบใยแมงมุมได้ ดังนั้น ผู้เรียนจึงสามารถเข้าถึงข้อมูลใดก่อนหรือหลังก็ได้โดยไม่ต้องเรียงลำดับและเกิดความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงของผู้เรียนอีกด้วย

4. บทเรียนออนไลน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจังหวะของตน (Self Paced Learning) เนื่องจากการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของ Hypermedia เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนในด้านของลำดับการเรียนรู้ได้ตามพื้นฐานความรู้ความถนัดและความสนใจของตน นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถเลือกเรียนเนื้อหาเฉพาะบางส่วนที่ต้องการทบทวนได้โดยไม่ต้องเรียนในสิ่งที่เข้าใจแล้ว ซึ่งถือว่าผู้เรียนได้รับอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองจึงทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจังหวะของตนเอง

5. บทเรียนออนไลน์ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับครูผู้สอนและกับเพื่อน ๆ ได้ เนื่องจากบทเรียนออนไลน์มีเครื่องมือต่าง ๆ มากมาย เช่น Chat-Room, Web Board, e-mail เป็นต้น ที่เอื้อต่อการโต้ตอบ (Interaction) ที่หลากหลาย นอกจากนี้บทเรียนออนไลน์ที่ออกแบบมาเป็นอย่างดีจะเอื้อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การออกแบบเนื้อหาในลักษณะเกมหรือการจำลอง เป็นต้น

6. บทเรียนออนไลน์ช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะใหม่ ๆ รวมทั้งเนื้อหาที่มีความทันสมัยและตอบสนองต่อเรื่องราวต่าง ๆ ในปัจจุบันได้อย่างทันท่วงที เพราะการที่เนื้อหาการเรียนรู้อยู่ในรูปข้อความอิเล็กทรอนิกส์ (e-Text) ซึ่งได้แก่ข้อความที่ได้รับการจัดเก็บ ประมวลผล นำเสนอ และเผยแพร่ทางคอมพิวเตอร์ ทำให้มีข้อได้เปรียบสื่ออื่น ๆ หลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการความสามารถในการปรับปรุงเนื้อหาสารสนเทศให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา การเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการด้วยความสะดวกรวดเร็วและความคงทนของข้อมูล

7. บทเรียนออนไลน์ทำให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนกว้างขึ้น เพราะผู้เรียนใช้การเรียนรู้ลักษณะบทเรียนออนไลน์จะไม่มีข้อจำกัดในด้านการเดินทางมาศึกษาในเวลาใดเวลาหนึ่งและสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง ดังนั้นบทเรียนออนไลน์จึงสามารถนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning) ได้และยิ่งกว่านั้นยังสามารถนำบทเรียนออนไลน์ไปใช้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ขาดโอกาสทางการศึกษาระดับอุดมศึกษาได้เป็นอย่างดี

8. บทเรียนออนไลน์ทำให้สามารถลดต้นทุนในการจัดการศึกษาได้ในกรณีที่มีการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนที่มีจำนวนมากและเปิดกว้างให้สถาบันอื่น ๆ หรือบุคคลทั่วไปเข้ามาใช้บทเรียนออนไลน์ได้ ซึ่งจะพบว่าต้นทุนการผลิตบทเรียนออนไลน์เท่าเดิมแต่ปริมาณผู้เรียนมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นหรือขยายวงกว้างการใช้ออกไปก็เท่ากับเป็นการลดต้นทุนทางการศึกษา

จากการศึกษาความหมายของประโยชน์ของบทเรียนออนไลน์มีหลายประการ ได้แก่ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างดี ผู้สอนติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเองได้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจังหวะของตนเอง เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับเพื่อน ๆ ส่งเสริมให้เกิดทักษะใหม่ ๆ รวมทั้งเนื้อหาที่มีความทันสมัย เกิดรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนในวงกว้างขึ้น ลดต้นทุนในการจัดการศึกษาได้ในกรณีที่มีการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนที่มีจำนวนมาก นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงเนื้อหาให้สัมพันธ์กับปัจจุบันได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งบทเรียนออนไลน์เป็นแนวทางสำหรับที่จะนำไปใช้ได้เป็นอย่างดี

2.4 ทฤษฎีและโปรแกรมที่ใช้ในการเรียนการสอนออนไลน์

2.4.1 โปรแกรม Google Classroom



ภาพที่ 2.12 โปรแกรม Google Classroom

อ้างอิงที่มา : <https://sites.google.com/web1.dara.ac.th/classroom/>

Classroom เป็นบริการสำหรับ Google Apps for Education ซึ่งเป็นชุดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ ได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยให้ผู้สอนสามารถสร้างและเก็บงานได้โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองกระดาษ มีคุณลักษณะที่ช่วยประหยัดเวลา เช่น สามารถทำสำเนาของ Google เอกสารสำหรับผู้เรียนแต่ละคนได้โดยอัตโนมัติ โดยระบบจะสร้างโฟลเดอร์ของใครสำหรับแต่ละงานและผู้เรียนแต่ละคนเพื่อช่วยจัดระเบียบให้ผู้เรียนสามารถติดตามว่ามีอะไรครบกำหนดบ้างในหน้างานและเริ่มทำงานได้ด้วยการคลิกเพียงครั้งเดียว ผู้สอนสามารถดูได้อย่างรวดเร็วว่าใครทำงานเสร็จ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือไม่เสร็จบ้าง ตลอดจนสามารถแสดงความคิดเห็นและให้คะแนนโดยตรงได้แบบเรียลไทม์ใน Google Classroom

2.4.1.1 ประโยชน์ของการใช้งาน Google Classroom

2.4.1.1.1 ตั้งค่าได้ง่ายดาย ผู้สอนสามารถเพิ่มผู้เรียนได้โดยตรง หรือแชร์รหัสเพื่อให้ผู้เรียนเข้าชั้นเรียนได้ การตั้งค่าใช้เวลาเพียงครู่เดียว

2.4.1.1.2 ประหยัดเวลา กระบวนการของงานเรียบง่าย ไม่สิ้นเปลืองกระดาษ ทำให้ผู้สอนสร้าง ตรวจสอบ และให้คะแนนงานได้อย่างรวดเร็วในที่เดียวกัน

2.4.1.1.3 ช่วยจัดระเบียบ ผู้เรียนสามารถดูงานทั้งหมดของตนเองได้ในหน้างาน และเนื้อหาสำหรับชั้นเรียนทั้งหมดจะถูกจัดเก็บในโฟลเดอร์ภายใน Google ไดรฟ์โดยอัตโนมัติ

2.4.1.1.4 สื่อสารกันได้ดียิ่งขึ้น Classroom ทำให้ผู้สอนสามารถส่งประกาศและเริ่มการพูดคุยในชั้นเรียนได้ทันที ผู้เรียนสามารถแชร์แหล่งข้อมูลกันหรือตอบคำถามในสตรีมได้

2.4.1.1.5 ประหยัดและปลอดภัย เช่นเดียวกับบริการอื่น ๆ ของ Google Apps for Education คือ Classroom จะไม่แสดงโฆษณา ไม่ใช่เนื้อหาหรือข้อมูลของผู้เรียนในการโฆษณา และให้บริการฟรีสำหรับมหาวิทยาลัย

2.4.2 โปรแกรม Google meet



ภาพที่ 2.13 โปรแกรม Google Meet

อ้างอิงที่มา : <https://ict.buu.ac.th/filePdf/Hangout-Meet.pdf>

Google Meet หรือ Google Hangouts Meet เป็นบริการจัดการประชุมทางวิดีโอ (Video Conference) ด้วยระบบออนไลน์ ตัวอย่างเช่น การประชุมบุคลากรภายในองค์กรแบบทางไกล การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมภาษณ์ทางไกล จัดการสัมมนาผ่านเว็บ การประชุมทางวิดีโอกับทีมต่างประเทศ การใช้ในการจัดการเรียนการสอนและอื่น ๆ

2.4.2.1 คุณสมบัติของ Google Meet

2.4.2.1.1 จัดการประชุมแบบวิดีโอพร้อมกันได้สูงสุด 250 คน

2.4.2.1.2 รองรับทั้งระบบปฏิบัติการ Windows (PC/Notebook) และอุปกรณ์พกพาในระบบAndroid และ iOS (iPhone/iPad)

2.4.2.1.3 สามารถแชร์หน้าจอของผู้เข้าร่วมประชุม กรณีใช้ในการนำเสนอข้อมูล หรือใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ ขึ้นอยู่กับการประยุกต์การใช้งาน

2.4.2.1.4 ไม่จำกัดเวลาที่ใช้ในการจัดประชุม

2.4.2.2 การใช้งาน Google Meet

การใช้งาน Google Meet จะแบ่งผู้ใช้งานเป็น 2 ประเภท คือ

2.4.2.2.1 ผู้เข้าร่วมประชุม ไม่จำเป็นต้องมีบัญชีอีเมลองค์กร สามารถเข้าถึงลิงก์ หรือรับรหัสที่ใช้เข้าห้องประชุมไปร่วมประชุมได้ทันที

2.4.2.2.2 ผู้สร้างห้องประชุม จำเป็นต้องใช้อีเมลขององค์กร ในการสร้างห้องประชุม ซึ่งผู้เริ่มสร้างห้องประชุม ต้องเตรียมตัวดังนี้

(1) มี Username/Password สำหรับใช้ล็อกอินเข้าสู่ระบบของ Google Meet เครื่องคอมพิวเตอร์ All-In-One หรือ Notebook ที่มีลำโพงและมีกล้องเว็บแคม และมีโปรแกรมเข้าเว็บไซต์ Google Chrome

(2) การเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต ความเร็วขั้นต่ำ 10 Mbps

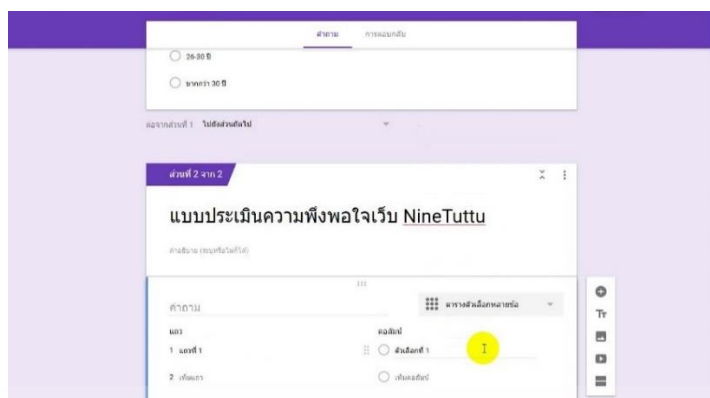
หมายเหตุ : ผู้สร้างห้องประชุมสามารถสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตในการสร้างห้องประชุมได้ แต่ถ้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ All-In-One หรือ Notebook จะมีความเสถียรในการควบคุมระบบมากกว่า

2.4.3 โปรแกรม Google Form

Google Form เป็นส่วนหนึ่งในบริการของกลุ่ม Google Docs ที่ช่วยให้สร้างแบบสอบถามออนไลน์ หรือใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ในการใช้งาน Google Form ผู้ใช้สามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ อาทิ เช่น การทำแบบฟอร์มสำรวจความคิดเห็น การทำแบบฟอร์มสำรวจความพึงพอใจ การทำแบบฟอร์มลงทะเบียน และการลงคะแนนเสียง เป็นต้น

ในการสร้างแบบสอบถามออนไลน์ ไม่ว่าเราจะใช้งาน Google Form ในงานเก็บข้อมูลรูปแบบไหน เก็บข้อมูลประเภทใด Google Form สามารถตอบโจทย์ให้กับผู้สร้างแบบสอบถามออนไลน์ได้

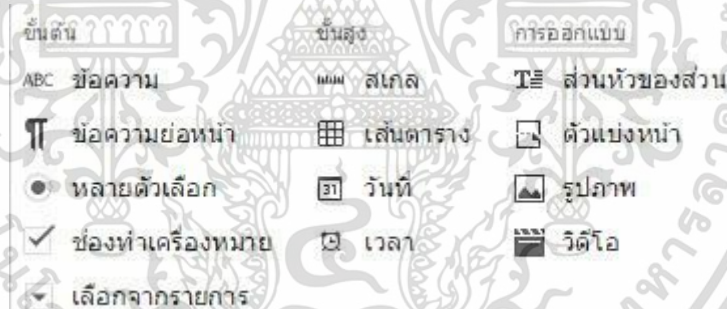
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างการทำแบบฟอร์มของ Google Form

อ้างอิงที่มา : <https://gsuite.technologyland.co.th/google-form>

จะเห็นได้ว่า Google Form มีฟอร์มสำหรับเก็บข้อมูลหลากหลายรูปแบบสำหรับสร้างแบบสอบถามออนไลน์ โดยสามารถสร้างฟอร์มรับข้อมูลได้อยู่ 9 รูปแบบ โดยแบ่งออกเป็นรูปแบบพื้นฐาน 5 รูปแบบ และรูปแบบขั้นสูง 4 รูปแบบ อีกทั้งยังสามารถแทรกในส่วนของการออกแบบ ไม่ว่าจะเป็นการแทรกรูปภาพ วิดีโอ หรือข้อความส่วนหัว



ภาพที่ 2.15 รูปแบบของ Google Form

อ้างอิงที่มา : <https://gsuite.technologyland.co.th/google-form>

2.4.3.1 ข้อดีของการทำแบบสอบถามออนไลน์จาก Google Form

2.4.3.1.1 กระจายข้อมูลได้ทั่วถึงและสามารถเข้าถึงได้เร็วกว่า การที่ทำแบบสอบถามออนไลน์จะช่วยให้มีโอกาสได้ผู้เข้าร่วมแบบสอบถามที่ทั่วถึงกว่า ไม่ใช่แค่เพียงในพื้นที่ที่สามารถเดินแจกแบบสอบถามเท่านั้น อีกทั้งยังส่งแบบสอบถามให้ผู้ที่อยู่ภูมิภาคอื่นไปจนถึงผู้ที่อาศัยอยู่ต่างประเทศสามารถทำแบบสอบถามให้ได้ในเวลาอันรวดเร็วอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.1.2 ประหยัดงบประมาณ การพิมพ์แบบสอบถามในรูปแบบกระดาษย่อมมีค่าใช้จ่าย และแน่นอนว่ายิ่งเยอะยิ่งเห็นความแตกต่าง เพราะฉะนั้นการทำแบบสอบถามในรูปแบบออนไลน์จะประหยัดงบประมาณได้เป็นจำนวนมาก

2.4.3.1.3 สามารถยกตัวอย่างให้เห็นรูปธรรมมากขึ้น หากต้องการให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้เห็นสิ่งที่ต้องการจะสื่อมากขึ้น เช่น หากทำแบบประเมินผลงานบางอย่างที่เป็นสิ่งของ สามารถใส่ภาพหรือวิดีโอของสิ่งของนั้น ๆ ลงไปในแบบสอบถามออนไลน์ได้เลย

2.4.3.1.4 ข้อมูลถูกจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ หากข้อมูลมีความสำคัญ การจัดเก็บเอกสารก็ยังมีสำคัญตามไปด้วย การที่เอกสารข้อมูลถูกจัดอย่างเป็นระเบียบในบัญชี Google จะยิ่งง่ายต่อการค้นหา

2.4.3.1.5 สามารถนำข้อมูลไปใช้ต่อได้สะดวก สามารถนำผลลัพธ์จากการทำแบบสอบถามออนไลน์ไปใช้ต่อได้อย่างสะดวก รวดเร็ว เพราะสามารถ Export ข้อมูลผลลัพธ์ออกมาเป็นไฟล์เพื่อนำไปใช้ต่อได้เลย

2.4.3.1.6 สามารถใช้ Google Form เพื่อสร้างข้อสอบสำหรับการสอบย่อยได้ โดยที่ผู้ทำข้อสอบสามารถตรวจคำตอบได้ทันที

2.5 การออกแบบและการสร้างสื่อการเรียนการสอน

2.5.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างสื่อการเรียนการสอน

ในการออกแบบบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ผู้วิจัยได้ยึดแนวความคิดแบบ ADDIE Model (จำนง สันตจิต. 2556)

แนวทางในการออกแบบและการสร้างบทเรียนออนไลน์ โดยใช้หลักการ ADDIE Model คือ การออกแบบระบบการเรียนการสอน คือกระบวนการพัฒนาการสอน จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด มีแบบจำลอง จำนวนมากมายที่นำมาใช้ เพื่อให้เป็นไปตามความประสงค์ทางการสอนต่าง ๆ กระบวนการออกแบบ ADDIE Model สามารถสรุปเป็นขั้นตอนทั่วไปได้เป็น 5 ขั้นตอน มีลำดับขั้นตอนดังนี้

2.5.1.1 การวิเคราะห์ (Analysis)

2.5.1.2 การออกแบบ (Design)

2.5.1.3 การพัฒนา (Development)

2.5.1.4 การนำไปใช้ (Implementation)

2.5.1.5 การประเมินผล (Evaluation)

2.5.1.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) การวิเคราะห์เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดความจำเป็นในการเรียน ทำการวิเคราะห์เนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนการสอน คุณลักษณะของผู้เรียน วัตถุประสงค์ของการเรียน การเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอน เพื่อรวบรวมข้อมูล สำหรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดของเขตของบทเรียน ชั้นการวิเคราะห์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

2.5.1.1.1 วิเคราะห์ความจำเป็น (Need Analysis) คือ การวิเคราะห์ที่จะกำหนดเลือกว่าควรจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับอะไร โดยอาจหาข้อมูลจากความต้องการของผู้เรียน หรืออาจหาข้อมูลจากการกำหนดความจำเป็น ปัญหาขัดข้องหรืออุปสรรคที่ทำให้การเรียนการสอนไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมาย ที่กำหนดไว้และพิจารณาว่ามีความจำเป็นหรือไม่ที่จะต้องจัดการเรียนการสอน หากจำเป็นหรือสมควรจัดควรจัดอย่างไร

2.5.1.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนการสอน (Content and Task Analysis) คือ การวิเคราะห์เพื่อจัดการเรียนการสอนให้ครอบคลุม หรือสอดคล้องกับความต้องการ ความจำเป็นในการเรียนการสอน โดยพิจารณาอย่างละเอียดด้านเนื้อหา มีการแบ่งเนื้อหาเป็นหัวข้อใหญ่และหัวข้อ ย่อย ๆ เพื่อให้มีความชัดเจน กำหนดเลือกกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.1.1.3 วิเคราะห์ผู้เรียน (Analyze Characteristic) เป็นการวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นข้อมูลสำหรับการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยควรวิเคราะห์ทั้งลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ระดับความรู้ ความสามารถ เพศ สังคม วัฒนธรรม เป็นต้น และควรวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของผู้เรียนด้วย เช่น ความรู้พื้นฐาน ทักษะความชำนาญ หรือความถนัด รูปแบบการเรียนหรือทัศนคติ เป็นต้น

2.5.1.1.4 วิเคราะห์วัตถุประสงค์ (Analyze Objective) วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน คือ จุดหมายปลายทางที่กำหนดไว้ให้ผู้เรียนและผู้สอนรู้ว่าเมื่อเรียนบทเรียนนั้น ๆ แล้วจะเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง ดังนั้นการกำหนดวัตถุประสงค์จึงต้องมีการวิเคราะห์อย่างละเอียดรอบคอบ โดยอาจกำหนดจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายหลักของการเรียนการสอนก่อน แล้วจึงกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถประเมินผลได้ชัดเจนเป็นรูปธรรมว่าผู้เรียนบรรลุการเรียนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแยกเป็น 3 ด้าน คือ

(1) วัตถุประสงค์ด้านพุทธิพิสัย คือ พฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ

(2) วัตถุประสงค์ด้วยจิตพิสัย คือ พฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้สึกร ค่านิยม ทัศนคติ

(3) วัตถุประสงค์ด้านทักษะพิสัย คือ พฤติกรรมเกี่ยวกับการกระทำ หรือการปฏิบัติ

2.5.1.1.5 วิเคราะห์สภาพแวดล้อม (Analyze Environment) วัตถุประสงค์การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในการสอน เพื่อเป็นการเตรียมการล่วงหน้าว่า สถานที่ และบริบทในการเรียนการสอนที่จำดำเนินการนั้นจะอยู่ในสภาพใด เช่น ขนาดห้องเรียน อุปกรณ์สื่อการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2 ขั้นตอนการออกแบบ (Design) ขั้นตอนการออกแบบ เกี่ยวข้องกับการใช้ผลลัพธ์จากขั้นตอนการวิเคราะห์ เพื่อวางแผนกลยุทธ์สำหรับพัฒนาการสอน ในระหว่างขั้นตอนนี้ จะต้องกำหนดโครงร่างวิธีการให้บรรลุถึงเป้าหมายการสอน ซึ่งได้รับการวินิจฉัยในระหว่างขั้นตอนการวิเคราะห์ และขยายผลการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

2.5.1.2.1 การออกแบบ Courseware (การออกแบบบทเรียน) ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) สื่อ กิจกรรม วิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังบทเรียน (Post-test)

2.5.1.2.2 การออกแบบผังงาน (Flowchart) และการออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) เป็นขั้นตอนการเขียนผังงานและสตอรี่บอร์ด

2.5.1.2.3 การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) การออกแบบหน้าจอภาพ หมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่น ๆ สิ่งที่ต้องพิจารณา มีดังนี้

- (1) การกำหนดความละเอียดภาพ (Resolution)
- (2) การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ
- (3) การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- (4) การกำหนดสี ได้แก่ สีของตัวอักษร (Font Color) สีของฉากหลัง (Background) สีของส่วนอื่น ๆ
- (5) การกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

2.5.1.3 ขั้นตอนการพัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนการสร้าง การเขียนโปรแกรมและผลิตเอกสารประกอบการเรียน ขั้นตอนการพัฒนาสร้างขึ้นบนขั้นตอนการวิเคราะห์และการออกแบบ จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือ สร้างแผนการสอนและสื่อของบทเรียน ในระหว่างขั้นตอนนี้จะต้องพัฒนาการสอน และสื่อทั้งหมดที่ใช้ในการสอน และเอกสารสนับสนุนต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้อาจจะประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ (เช่น เครื่องมือสถานการณ์จำลอง) และซอฟต์แวร์ (เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน) ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

2.5.1.3.1 การเตรียมการ เกี่ยวกับองค์ประกอบดังนี้

- (1) การเตรียมข้อความ
- (2) การเตรียมภาพ
- (3) การเตรียมเสียง
- (4) การเตรียมโปรแกรมจัดการบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.3.2 การสร้างบทเรียน หลังจากได้เตรียมข้อความ ภาพ เสียง และ ส่วนอื่น ๆ เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการ เพื่อ เปลี่ยน Story Board ให้กลายเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ

2.5.1.3.3 การสร้างเอกสารประกอบการเรียน หลังจากสร้างบทเรียนเสร็จ เรียบร้อยแล้ว ในขั้นต่อไปจะเป็นการตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ขั้นต้นของบทเรียน

2.5.1.4 ขั้นการนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นตอนการดำเนินการให้เป็น ผล หมายถึง การนำสิ่งที่แท้จริงของการสอน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบชั้นเรียน หรือห้องทดลอง หรือ รูปแบบใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานก็ตาม จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือ การสอนอย่างมีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพ ขั้นตอนนี้จะต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนในปัจจัยต่าง ๆ สนับสนุนการเรียนรู้ รอบรู้ของผู้เรียนในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ และเป็นหลักประกันในการถ่ายโอนความรู้ของผู้เรียนจาก สภาพแวดล้อมการเรียนไปยังการงานได้ เป็นการนำบทเรียนไปใช้ โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อ ตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนในขั้นต้น หลังจากนั้น จึงทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้ กับกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความ เหมาะสมและประสิทธิภาพ

2.5.1.5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนการประเมินผลประกอบด้วย สองส่วน คือการประเมินผลตามรูปแบบ (Formative) และการประเมินผลสรุปรวม (Summative) การประเมินผล (Formative) เป็นการประเมินผลในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ ADDIE ส่วนการประเมินผลสรุปรวม จะประเมินผลเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมการ เรียนการสอนหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

2.6 การประเมินคุณภาพ

ประเด็นในการประเมินอาจแบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านภาษา ด้านวัตถุประสงค์ ด้านลักษณะสื่อและด้านกิจกรรมประกอบบทเรียน โดยใช้หลักการของ สิวาวุธ สุทธิ. (2553). ในแต่ ละประเด็นสามารถแตกออกเป็นประเด็นย่อย การคิดค้นประเด็นต่าง ๆ อาจใช้แผนภูมิปะการัง เป็น เครื่องมือ ร่วมประชุม ระดมความคิด หรืออาจค้นคว้าประเด็นได้จากงานวิจัยต่าง ๆ ด้านการประเมิน สื่อการสอนประเด็นที่น่าเสนอนี้ เป็นประเด็นหลัก ๆ รวม ๆ สามารถเลือกไปใช้กับสื่อประเภทต่าง ๆ ได้ และจะเขียนในลักษณะด้านบวก หรืออุดมคติ

2.6.1 ด้านเนื้อหา

2.6.1.1 เนื้อหามีความเหมาะสม สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของ หลักสูตรสถานศึกษา

2.6.1.2 เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชา ทันสมัย เป็นที่ยอมรับในสาขาวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.6.1.3 เนื้อหาสนับสนุนความก้าวหน้า เพิ่มพูนองค์ความรู้ให้แก่ผู้เรียน
- 2.6.1.4 เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น
- 2.6.1.5 เนื้อหาที่มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่น ๆ ในหลักสูตร
- 2.6.1.6 เนื้อหาที่มีการจัดลำดับชั้นการนำเสนอที่เหมาะสม เข้าใจง่าย
- 2.6.1.7 เนื้อหาแสดงสาระสำคัญ กระชับและได้ใจความ

2.6.2 ด้านภาษา

- 2.6.2.1 ภาษาที่ใช้ถูกต้อง ชัดเจน ทั้งคำศัพท์และไวยากรณ์
- 2.6.2.2 ภาษาที่มีความเหมาะสมกับวัยหรือระดับชั้นของผู้เรียน
- 2.6.2.3 ภาษาที่ใช้สื่อความหมายและเข้าใจได้ง่าย
- 2.6.2.4 ภาษาที่ใช้ไม่มีความซับซ้อน
- 2.6.2.5 ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมต่อบทเรียน

2.6.3. ด้านวัตถุประสงค์

- 2.6.3.1 สื่อนำเสนอได้ชัดเจน ตรงประเด็น
- 2.6.3.2 ครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนในเรื่องวงจรรขยายสัญญาณ
- 2.6.3.3 ครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนในเรื่องการออกแบบวงจรกรองความถี่แบบแอกทีฟ

2.6.4. ด้านลักษณะสื่อ

- 2.6.4.1 ตัวอักษร ไม่ควรมีมากเกินไป ต้องมีความน่าสนใจความเหมาะสมกับเนื้อหาที่นำเสนอ
 - 2.6.4.1.1 แบบอักษร มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่นำเสนอ
 - 2.6.4.1.2 ขนาดตัวอักษร มีความชัดเจนในส่วนต่าง ๆ เช่น หัวข้อ เนื้อเรื่อง
 - 2.6.4.1.3 ตัวเอน ตัวหนา เพื่อเน้นข้อความที่สำคัญ
- 2.6.4.2 ภาพประกอบ มีความน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหาและส่งเสริมการเรียนรู้
- 2.6.4.3 แผนภูมิ แผนผัง ตาราง มีความถูกต้อง สอดคล้องกับเนื้อหาและช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
- 2.6.4.4 สัญลักษณ์ ไอคอน ช่วยสื่อความหมายเกี่ยวกับแหล่งสารสนเทศได้ง่าย
- 2.6.4.5 การเชื่อมโยง (Link) ช่วยให้สามารถเข้าถึงสารสนเทศอื่นได้ง่าย
- 2.6.4.6 เทคนิควิธีการนำเสนอ ช่วยให้การเสนอเนื้อหาสาระอย่างชัดเจน ไม่คลุมเครือและน่าสนใจ
- 2.6.4.7 ประสิทธิภาพของรูปแบบการสนทนาผ่านเครือข่าย
- 2.6.4.8 ออกแบบได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เชื่อถือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 ด้านกิจกรรมประกอบบทเรียน

- 2.6.5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ของบทเรียน
- 2.6.5.2 ส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนและนำไปสู่การปฏิบัติได้
- 2.6.5.3 ใช้คำสิ่งที่ชัดเจน ง่ายต่อการปฏิบัติตาม
- 2.6.5.4 ใช้คำถามที่ท้าทายและกระตุ้นความคิด
- 2.6.5.5 สอดแทรกกิจกรรมไว้อย่างเหมาะสม

2.7 ทฤษฎีการตรวจสอบคุณภาพและการหาประสิทธิภาพ

การผลิตสื่อการเรียนการสอนนั้นก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อจำเป็นจะต้องนำสื่อไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน จึงหมายถึงการหาคุณภาพของสื่อโดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing”

Developmental Testing คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อการเรียนการสอนนั้นการทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดีและการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยใช้หลักการหาประสิทธิภาพสื่อของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520 : 135 - 143)

2.7.1 ความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

- 2.7.1.1 สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อ การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 สำหรับผู้ใช้สื่อ สื่อการเรียนการสอนที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่ตั้งใจ บางครั้งสื่อการเรียนการสอนต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู ดังนั้นก่อนนำสื่อการเรียนการสอนไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าสื่อนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริง ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.7.1.3 สำหรับผู้ผลิตสื่อ การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อการเรียนการสอนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมองแรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

2.7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ หมายถึง ขีดจำกัดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

การตั้งเกณฑ์ จะต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตสื่อจะพึงพอใจว่า หากสื่อมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท

1. พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ)

การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และกิจกรรมรายบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. พฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

การประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ประสิทธิภาพของสื่อรวมไปถึงการปฏิบัติ ด้วย จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1/E_2 =$ ประสิทธิภาพ ของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

โดยใช้หลักการหาประสิทธิภาพสี่ของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520 : 135 - 143) โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100 \quad (2.3)$$

| | | | |
|-------|----------|-----|---|
| เมื่อ | E_1 | คือ | ประสิทธิภาพของกระบวนการ |
| | $\sum X$ | คือ | คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน |
| | A | คือ | คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชั้นรวมกัน |
| | N | คือ | จำนวนผู้เรียน |

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (2.4)$$

| | | | |
|-------|----------|-----|--|
| เมื่อ | E_2 | คือ | ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ |
| | $\sum F$ | คือ | คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน |
| | B | คือ | คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย |
| | N | คือ | จำนวนผู้เรียน |

2.7.4 การตีความหมายผลการคำนวณ

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดยยึดหลักการและแนวทางดังนี้

ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง = ± 2.5 นั่นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่า เป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

หากสื่อหรือชุดการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ค่า E_1 หรือ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริง ไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำข้อสอบได้เพราะการเดา

2.7.5 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

2.7.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กก่อน ปานกลาง และเด็กเก่งระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น

2.7.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ และประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพหากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ

2.7.5.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียนนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5% ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำ จนกว่าจะถึงเกณฑ์

ในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่มีประสิทธิภาพ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เพื่อตอบปัญหาการวิจัยได้เป็นอย่างดี จำเป็นต้องมีขั้นตอนที่เป็นระบบในการสร้างและพัฒนา โดยหลังจากสร้างเครื่องมือเสร็จแล้วจะต้องนำเครื่องมือ ไปทดลองใช้แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีที่บ่งชี้คุณภาพของเครื่องมือ นั้น ๆ ว่าเป็นอย่างไรที่เป็นขั้นตอนของ “การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย”

2.7.6 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรง (Validity) มีลักษณะที่เรียกว่า “Measure What to Measure” ที่หมายถึง เครื่องมือวัดในสิ่งที่ต้องการวัด ไม่ใช่ต้องการวัดอย่างหนึ่งแล้วได้สิ่งอื่นมาทดแทน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเที่ยงตรง เป็นความสอดคล้องหรือความเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่มุ่งวัด (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544 : 73)

ความเที่ยงตรง เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในการทำนาย อนาคตของพฤติกรรม หรือเป็นค่าสหสัมพันธ์ของเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด ซึ่ง เครื่องมือแต่ละอย่างจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง ดังนั้นเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายหนึ่ง ไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายทั้งหมด (Wainer and Braun, 1988 : 20)

สรุปได้ว่าความเที่ยงตรง หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้น เพื่อใช้วัด ในคุณลักษณะ พฤติกรรม เนื้อหาสาระที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม มีประสิทธิภาพ และ วัดได้ถูกต้องตามความเป็นจริง

ธรรมชาติของความเที่ยงตรง ในเครื่องมือการวิจัย มีธรรมชาติของความเที่ยงตรงที่นักวิจัย ควรพิจารณา ดังนี้ (Gronlund, 1985 : 51)

ความเที่ยงตรง เป็นประเด็นที่อ้างอิงจากการตีความหมายของผลที่ได้รับจากการใช้เครื่องมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ไม่ใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยตรง

ความเที่ยงตรงเป็นการนำเสนอผลในลักษณะของระดับว่ามีมากหรือน้อยที่มีค่าที่แตกต่างกัน ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติเฉพาะประเด็น จุดประสงค์ที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูลเท่านั้น แต่จะไม่มีเครื่องมือประเภทใดที่มีความเที่ยงตรงที่ครบถ้วน สมบูรณ์ในทุกประเด็นหรือจุดประสงค์

ความเที่ยงตรงเป็นความคิดรวบยอดเชิงเดี่ยว เป็นค่าของตัวเลขที่ได้มาจากหลักฐาน หลากหลายแหล่ง หลักการพื้นฐานที่ใช้พิจารณาตีความหมายของความเที่ยงตรง ได้แก่ จุดประสงค์ เนื้อหา เกณฑ์ หรือโครงการ เป็นต้น

2.7.6.1 ประเภทของความเที่ยงตรง

เครื่องมือวิจัยใด ๆ จำแนกประเภทของความเที่ยงตรง ดังนี้ (บุญใจ ศรีสถิตยน์รากร. 2547 : 226-227)

2.7.6.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการ ตรวจสอบสรุปอ้างอิงถึง มวลเนื้อหาสาระ ความรู้ หรือประสบการณ์ ที่เครื่องมือมุ่งวัดว่ามีความ ครอบคลุม หรือเป็นตัวแทนมวลความรู้ หรือประสบการณ์ได้ดีเพียงไรที่สามารถดำเนินการได้ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 จำแนกตัวแปรให้ครอบคลุมตามแนวคิดหรือวัตถุประสงค์โดย การสร้างตารางวิเคราะห์ประเด็น/หลักสูตร

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาเครื่องมือให้มีความครอบคลุมตัวแปรและวัตถุประสงค์ และสามารถตรวจสอบได้โดย

(1) ให้ผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์นั้น ๆ ตรวจสอบความเหมาะสมของ นิยาม ขอบเขตของเนื้อหา หรือประสบการณ์ที่มุ่งวัด

(2) ตรวจสอบเนื้อหาหรือพฤติกรรมบางส่วนว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหาหรือพฤติกรรมทั้งหมดหรือไม่

(3) เปรียบเทียบสัดส่วนของข้อความว่ามีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อเรื่องที่มุ่งวัดมากน้อยเพียงไร

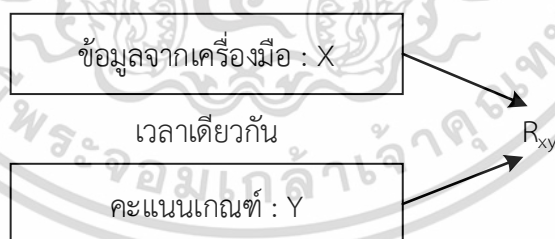


ภาพที่ 2.16 การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

2.7.6.1.2 ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity)

เป็นการตรวจสอบ สรุปร่างอิงสมรรถนะการดำเนินงานของสิ่งที่มุ่งวัดว่าการวัดได้ผลสอดคล้องกับการดำเนินงานนั้นเพียงใด ที่จำแนกได้ดังนี้

(1) ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) ที่ใช้เกณฑ์เทียบความสัมพันธ์ที่เป็นสถานการณ์การดำเนินการที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบัน ที่สามารถตรวจสอบได้โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือหนึ่งกับคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานอื่น ๆ ที่วัดสิ่งนั้นได้ในปัจจุบันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป

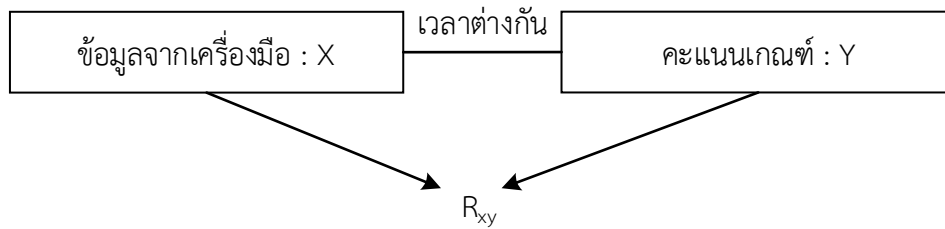


ภาพที่ 2.17 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

2.7.6.1.3 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) ที่ใช้เกณฑ์

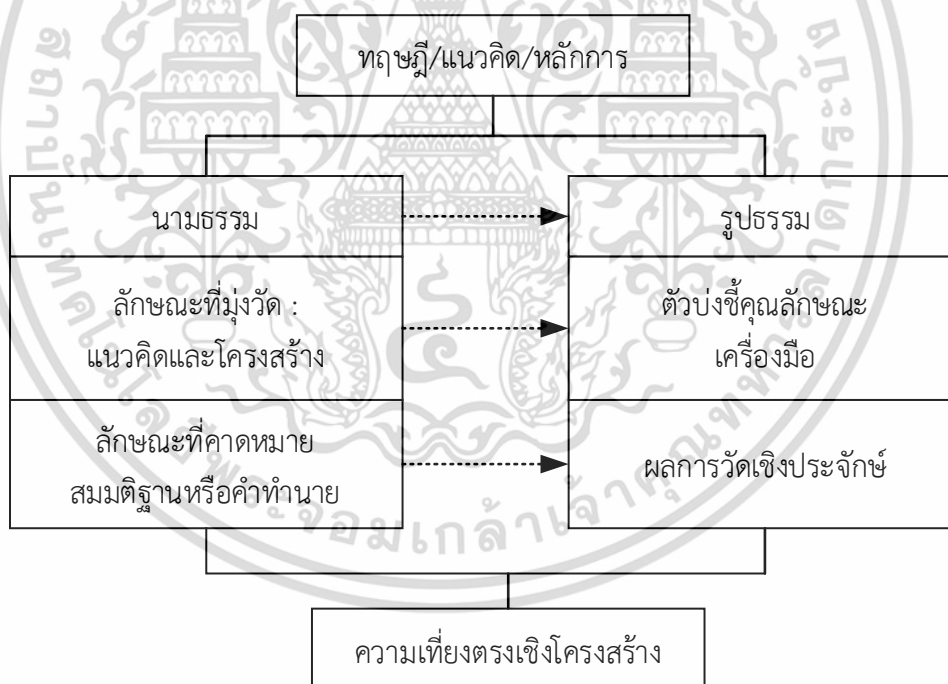
เทียบ ความสัมพันธ์เป็นผลสำเร็จของการปฏิบัติงานนั้นในอนาคต ที่ตรวจสอบได้โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือหนึ่งกับคะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานอื่น ๆ ที่ วัดสิ่งนั้นได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.18 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์

2.7.6.1.4 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการสรุปอ้างอิงโครงสร้าง ของสิ่งที่มุ่งวัดว่าการวัดได้ผลตรงตามทฤษฎีของโครงสร้างนั้น ๆ ได้ดีเพียงไร (Punch, 1998: 101) ที่ตรวจสอบได้ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลที่ได้จากเครื่องมือ นั้นกับ โครงสร้างและความหมาย ทางทฤษฎีของสิ่งที่มุ่งวัดด้วยวิธีตัดสินโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มที่ได้ผล หรือวิธีวิเคราะห์เมตริกพหุลักษณะ-พหุวิธี หรือการวิเคราะห์ องค์ประกอบ เป็นต้น



ภาพที่ 2.20 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.7.6.2 แนวทางปฏิบัติเบื้องต้นในการสร้างเครื่องมือวิจัยให้มีความเที่ยงตรง

ในการสร้างเครื่องมือวิจัยให้มีความเที่ยงตรง มีแนวทางการปฏิบัติเบื้องต้น ดังนี้

(อาธง สุทธาศาสน์, 2527 : 100-101)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.6.2.1 ในการกำหนดความหมายของตัวแปรต้องให้มีความสอดคล้องและครอบคลุม ประเด็นที่ต้องการโดยใช้แนวคิด ทฤษฎี และปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ

2.7.6.2.2 การกำหนดข้อคำถาม สร้างเครื่องมือวิจัย ควรคำนึงถึงหลักตรรกศาสตร์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นกรอบแนวทาง

2.7.6.2.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาเบื้องต้นในการพิจารณาความเหมาะสมและความครอบคลุม

2.7.6.2.4 ระมัดระวังในความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและการกำหนดความหมายของตัวแปรที่ต้องการอยู่ตลอดเวลา

2.7.6.3 การตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือจำแนก ได้ดังนี้

2.7.6.3.1 วิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เป็นการตรวจสอบเครื่องมือมีความเป็นตัวแทน หรือครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ โดยพิจารณาจากตารางวิเคราะห์เนื้อหา หรือตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์ที่กำหนด จำแนกได้ดังนี้

วิธีที่ 1 จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์นั้น ๆ จำนวน 3-7 คนเพื่อลงสรุป โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence : IOC) ที่มีเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

หลังจากนั้นนำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องฯ โดยใช้สูตรของ โรวินลลี และแฮมเบิลตัน มีสูตรการคำนวณ (Rovinelli and Hambleton, 1977 : 49-60)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (2.5)$$

เมื่อ IOC คือ เป็นค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ เป็นผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ เป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาระดับค่าดัชนีความสอดคล้องฯ ของข้อคำถามที่ได้จาก การคำนวณจากสูตรที่จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 มีรายละเอียดของเกณฑ์การพิจารณา คือ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป คัดเลือกข้อสอบข้อนั้นไว้ใช้ได้ แต่ถ้าได้ค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาแก้ไขปรับปรุง หรือตัดทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 2 วิธีการหาดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งหมด เป็นวิธีการที่ประยุกต์จากแฮมเบลตัน และคณะ (บุญใจ ศิริสถิตย์นรากุล, 2547 : 224-225) มีดังนี้

ขั้นที่ 1 นำแบบทดสอบพร้อมเนื้อหาสาระ โครงสร้างที่ต้องการ วัดไปให้ผู้เชี่ยวชาญได้ พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาสาระ โครงสร้างที่กำหนด เกณฑ์เพื่อแสดงความ คิดเห็น ดังนี้

- 1 เมื่อพิจารณาว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ โครงสร้าง
- 2 เมื่อพิจารณาว่า ข้อคำถามจะต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างมาก
- 3 เมื่อพิจารณาว่า ข้อคำถามจะต้องได้รับแก้ไขปรับปรุงเล็กน้อย
- 4 เมื่อพิจารณาว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ โครงสร้าง

ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาการแจกแจงเป็น ตาราง

ขั้นที่ 3 รวมจำนวนข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนที่ให้ความคิดเห็นในระดับ 3 และ 4

ขั้นที่ 4 หาดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากสูตรคำนวณ

$$CVI = \frac{\sum R_{3,4}}{N} \quad (2.6)$$

เมื่อ CVI คือ เป็นดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
 $\sum R_{3,4}$ คือ เป็นจำนวนข้อที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้ระดับ 3 และ 4
 N คือ เป็นจำนวนข้อสอบทั้งหมด

โดยมีเกณฑ์การพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป (Davis 1992:104) และควรนำข้อคำถามที่ได้จากข้อที่ 1 และ 2 ไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เครื่องมือวิจัยมี ความครอบคลุมตัวแปรที่ต้องการศึกษา

2.7.6.3.2 วิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มีวิธีการตรวจสอบ ดังนี้

(1) การตรวจเชิงเหตุผล เป็นการตรวจสอบเนื้อหาของข้อคำถาม ว่า สอดคล้องกับกรอบแนวคิด หรือทฤษฎีที่ใช้กำหนดเป็นโครงสร้างในการวัดหรือไม่ โดยจัดทำ เป็น ตารางโครงสร้างให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาตรวจสอบ

(2) การตรวจสอบความสอดคล้องภายใน โดยการหาค่า สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับคะแนนรวมของทั้งชุด หรือหาสหสัมพันธ์ แบบไปซีเรียล ระหว่างกลุ่มที่ได้คะแนนสูงกับคะแนนต่ำ ถ้าข้อใดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (ประชุมสุข อาชีวะบำรุง, 2519 : 117 อ้างอิง ใน บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2534 : 190)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) เทคนิควิธีการใช้กลุ่มที่คุ้นเคย (Known-Group Technique)

เป็นวิธีการนำ เครื่องมือชุดที่ต้องการตรวจสอบไปให้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (จำนวนสมาชิกเท่ากัน) ได้ตอบคำถาม โดยที่กลุ่มตัวอย่างจะมีลักษณะตรงกันข้าม กล่าวคือ กลุ่มแรกจะมีลักษณะสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการในแบบสอบถาม ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งจะมีลักษณะตรงกันข้ามกับกลุ่มแรก แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อโดยใช้การทดสอบค่าที จากสูตร (McIver and Carmines, 1981 :24)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}} \quad (2.7)$$

| | | | |
|-------|-------------|-----|---|
| เมื่อ | t | คือ | เป็นค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อ |
| | \bar{x}_1 | คือ | เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1 |
| | \bar{x}_2 | คือ | เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2 |
| | s_1^2 | คือ | เป็นความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 |
| | s_2^2 | คือ | เป็นความแปรปรวนของกลุ่มที่ 2 |
| | n | คือ | เป็นจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 หรือ 2 |

โดยค่าอำนาจจำแนกรายชื่อที่ได้จะต้องมีค่า มากกว่า 1.75 จึงจะเป็นข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนกคุณลักษณะของตัวแปรที่ต้องการและเมื่อนำมาพิจารณาในภาพรวมจะระบุว่าแบบสอบถามฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง t

(4) การวิเคราะห์องค์ประกอบ ที่เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อเพื่อระบุลักษณะร่วมกันว่าข้อคำถามทั้งหมดประกอบด้วยองค์ประกอบอะไรบ้าง สอดคล้องกับทฤษฎีหรือสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้ามีความสอดคล้องก็แสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

(5) การใช้เมตริกลักษณะหลากหลายวิธี หลายที่เป็นวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงลู่เข้า (Convergent) ที่เป็นการหาสหสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือที่วัดลักษณะเดียวกัน แต่ใช้วิธีการต่างกัน และความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant) ที่ใช้หาสหสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือที่วัดลักษณะต่างกันแต่วัดด้วยวิธีการเดียวกัน (Brown, 1979 : 135)

2.7.6.3.3 การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ มีวิธีการดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2534 :192 193)

(1) การหาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (กรณีที่เป็นคะแนน) หรือสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล (กรณีคะแนนเป็น 2 กรณี อาทิ ผ่าน ไม่ผ่าน) ระหว่างผลของการวัดจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับเกณฑ์ที่กำหนด (เชิงพยากรณ์)

(2) การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม เป็นการแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการนำเครื่องมือไปทดลองใช้เป็น 2 กลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าทดสอบที่ ถ้าผลการเปรียบเทียบพบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่าเป็นกลุ่มที่มีลักษณะที่ต้องการ แสดงว่าเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ (เชิงสภาพจริง)

2.7.7 องค์ประกอบที่มีผลต่อความเที่ยงตรง

ในการสร้างเครื่องมือวิจัยให้มีความเที่ยงตรง มีองค์ประกอบที่ควรพิจารณาดำเนินการเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรง ดังนี้

2.7.7.1 องค์ประกอบจากเครื่องมือวิจัย เครื่องมือวิจัยที่มีความเที่ยงตรง จะต้องมีการบรรณการสร้งที่ดี และมีคำชี้แจงที่ชัดเจน มีโครงสร้างการใช้ภาษาที่ง่าย ๆ ไม่กำกวม ไม่มีคำถำมนำ มีความยากง่ายที่เหมาะสม มีรูปแบบการดำเนินการที่เหมาะสมและไม่มีจำนวนข้อคำถามที่น้อยเกินไป

2.7.7.2 องค์ประกอบจากการบริหารจัดการและการตรวจให้คะแนน ในการดำเนินการจะต้องกำหนดให้เวลาที่เหมาะสม มีแนวคำตอบที่ไม่เป็นระบบและมีการตรวจให้คะแนนที่เป็นปรนัย

2.7.7.3 องค์ประกอบจากผู้ให้ข้อมูล เครื่องมือวิจัยที่มีความเที่ยงตรงกลุ่มผู้ให้ข้อมูล ต้องมีความแตกต่างกันห้ามเดา/คาดคะเนคำตอบ รูปแบบของเครื่องมือวิจัยและความไม่พร้อมทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้ให้ข้อมูล

2.7.7.4 องค์ประกอบจากเกณฑ์ที่ใช้อ้างอิง ในการใช้เกณฑ์อ้างอิงจะต้องมีความเชื่อถือได้ตามประเภทความเที่ยงตรง อาทิ ความชัดเจนของเนื้อหาที่มุ่งวัดเป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของการคัดเลือกเกณฑ์สมรรถนะที่เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์และความเหมาะสม การยอมรับของทฤษฎี แนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่มุ่งวัดที่เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

2.7.8 ความเชื่อมั่น

นักวิชาการได้นำเสนอความหมายของความเชื่อมั่น ดังนี้

ความเชื่อมั่น (Reliability) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการวัดไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งหรือวัดในสภาพการณ์ที่แตกต่างกันจะได้รับผลการวัดคงเดิม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543 : 170 ; บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2534 :17)

ความเชื่อมั่นมีความหมายของความเชื่อมั่นใน 3 ลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความเชื่อมั่นเป็นความคงที่ ความเชื่อถือได้และความสามารถที่ทำนายได้
2. ความเชื่อมั่นที่เป็นความถูกต้องในการวัดสิ่งที่ต้องการวัดอย่างไม่มีผิดพลาด
3. ความเชื่อมั่นเป็นคุณสมบัติของการวัดที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน ในการวัดให้ผลการวัดที่ถูกต้อง ชัดเจนแน่นอน (Kerlinger, 1986 : 405)

ความเชื่อมั่น เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนชุดหนึ่งกับคะแนนอีกชุดหนึ่งของเครื่องมือวัดลักษณะที่เหมือนกันสองชุดและเป็นอิสระจากกันที่ได้จากผู้ให้ข้อมูลกลุ่มเดียวกัน (Ebel and Frishie, 1986 :71)

สรุปได้ว่า เครื่องมือในการวิจัยที่ดีจะต้องมีความเชื่อมั่นได้ว่าผลที่ได้จากการวัดจะมีความคงที่ ชัดเจนไม่เปลี่ยนแปลงไปมา ผลการวัดครั้งแรกเป็นอย่างใด เมื่อวัดซ้ำโดยใช้เครื่องมือวัดผลชุดเดิมจะวัดกี่ครั้งก็จะให้ผลการวัดเหมือนเดิม ใกล้เคียงกันหรือสอดคล้องกัน

แนวทางปฏิบัติเบื้องต้นในการสร้างเครื่องมือให้มีความเชื่อมั่น

ในการสร้างเครื่องมือวิจัยให้มีความเชื่อมั่นมีแนวทางปฏิบัติเบื้องต้น ดังนี้ (อาธง สุทธา ศาสน์, 2527 : 97-98 ; Kerlinger, 1986 :415)

1. เขียนข้อคำถามที่ต้องการให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือที่อาจจะก่อให้เกิดความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกัน
2. เขียนข้อคำถามให้มีจำนวนข้อมากที่สุด แล้วตัดข้อคำถามที่มีคุณภาพต่ำออกภายหลังการหาคุณภาพของเครื่องมือ
3. ถ้าข้อคำถามใดจำเป็นต้องมีคำอธิบายเพิ่มเติมก็ให้เพิ่มเติมอย่างชัดเจน
4. ระมัดระวังการใช้เครื่องมือในสถานการณ์ปกติ มิฉะนั้นข้อมูลที่ได้อาจจะไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง

2.7.9 คุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

ในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย นอกจากจะนำมาหาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นแล้ว ในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือยังมีคุณภาพของเครื่องมือวิจัยที่ควรพิจารณา ดังนี้

2.7.9.1 อำนาจจำแนก

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นแล้วสามารถจำแนกกลุ่ม บุคคลแยกออกจากกันเป็นกลุ่มตามลักษณะที่ตนเองเป็นอยู่ เกณฑ์ของความรอบรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. มปป.135-139) อำนาจจำแนก เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพของข้อสอบแต่ละข้อในการจำแนกกลุ่มผู้สอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน คำนวณหาค่าได้ดังสูตรคำนวณ

$$r = \frac{R_H - R_L}{n} \quad (2.8)$$

| | | | |
|-----|-------|-----|---|
| โดย | r | คือ | ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ |
| | R_H | คือ | จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง |
| | R_L | คือ | จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ |
| | n | คือ | จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (มีจำนวนเท่ากัน) |

เกณฑ์ในการพิจารณาอำนาจจำแนกของข้อสอบมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

- ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง -1 มีรายละเอียดของ เกณฑ์การพิจารณาตัดสิน ดังนี้ (Ebel, 1978 : 267)
 - $0.40 \leq r$ เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีมาก
 - $0.30 \leq r < 0.39$ เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดี
 - $0.20 \leq r < 0.29$ เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกพอใช้ ปรับปรุงตัวเลือก
 - $r \leq 0.19$ เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำ ควรตัดทิ้ง
- ถ้าค่าอำนาจจำแนกมีค่ามาก ๆ เข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนก คนเก่ง และคนอ่อนออกจากกันได้ดี
- ถ้าค่าอำนาจจำแนกที่ได้มีค่าเป็นลบ จะเป็นข้อสอบที่ไม่ดีไม่สามารถจำแนก กลุ่มผู้สอบใน ลักษณะกลุ่มเก่งตอบผิดและกลุ่มต่ำตอบถูกที่อาจเนื่องมาจากคำถามที่ไม่ชัดเจน เฉลยคำตอบผิด ตรวจให้คะแนนที่คลาดเคลื่อน หรือข้อสอบยากมาก
- ถ้าค่าอำนาจจำแนกเป็นศูนย์ แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อน แยกออกจากกันได้
- ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปจึงจะเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกที่ดีและ ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกที่ดีจะมีสัดส่วนของคนเก่ง ปานกลางและอ่อน เท่ากับ 16 : 68 : 16 ประโยชน์ของอำนาจจำแนก มีดังนี้
 - ใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับปรุงข้อสอบเป็นรายตัวเลือก ว่าควรปรับปรุงที่ตัวเลือกตัวใดใน แต่ละข้อ
 - เป็นเกณฑ์ในการจัดข้อสอบแบบคู่ขนาน ที่แต่ละข้อที่วัดในจุดประสงค์เดียวกันในแต่ละ ฉบับต้องมีอำนาจจำแนกเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

2.7.9.2 ความยากง่าย

ความยาก (Difficulty) หมายถึง เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่เป็นแบบทดสอบ ที่ แสดงสัดส่วนของผู้สอบที่ตอบข้อนั้นได้ถูกต้องต่อผู้สอบทั้งหมดตามความมุ่งหมายและหลักเกณฑ์ ดัง สูตรคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p = \frac{\text{จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด}}{\text{จำนวนผู้ตอบข้อนั้นทั้งหมด}} \quad (2.9)$$

หรือในกรณีที่จำแนกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำคำนวณได้จากสูตร

$$p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L} \quad (2.10)$$

| | | | |
|-----|----------------|-----|--------------------------------|
| โดย | p | คือ | ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ |
| | R _H | คือ | จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง |
| | R _L | คือ | จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ |
| | N _H | คือ | จำนวนผู้สอบที่ตอบในกลุ่มสูง |
| | N _L | คือ | จำนวนผู้สอบที่ตอบในกลุ่มต่ำ |

เกณฑ์พิจารณาค่าความยาก

เกณฑ์การพิจารณาระดับค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อที่ได้จากการคำนวณ จากสูตรที่จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 ที่มีรายละเอียดเกณฑ์ของเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสิน ดังนี้

0.80 ≤ p ≤ 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก ควรตัดทิ้ง หรือนำไปปรับปรุง

0.60 ≤ p < 0.80 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ใช้ได้ดี

0.40 ≤ p < 0.60 เป็นข้อสอบที่ความยากง่ายปานกลาง ดีมาก

0.20 ≤ p < 0.40 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ใช้ได้ดี

p < 0.20 เป็นข้อสอบที่ยากมาก ควรตัดทิ้งหรือนำไปปรับปรุง

โดยที่ข้อสอบที่จะสามารถนำไปใช้ในการวัดผลที่มีประสิทธิภาพจะมีค่าความยากอยู่ระหว่าง

0.20

ประโยชน์ของค่าความยากของข้อสอบ มีดังนี้

1. จัดข้อสอบเรียงเป็นฉบับโดยเรียงลำดับจากข้อง่ายไปยาก
2. เป็นเกณฑ์ในการจัดแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ที่มีความยากง่ายเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน
3. ช่วยปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบเป็นรายตัวเลือกว่าจะปรับปรุงที่ตัวเลือกใด

2.7.9.3 ความมีประสิทธิภาพ

ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง การใช้ประโยชน์จากเครื่องมือที่มีจำนวนน้อยแต่มีคุณค่าเท่ากับจำนวนมาก ๆ มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความมีประสิทธิภาพ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (1) การใช้จำนวนข้อคำถามน้อย ๆ ที่มีความครอบคลุมเนื้อหา ประเด็น เท่ากับการใช้จำนวนข้อคำถามมาก ๆ ข้อ
- (2) ใช้เวลาน้อยในการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่สามารถได้ข้อมูลเท่ากับการใช้เวลามาก
- (3) การใช้งบประมาณในการสร้าง เก็บข้อมูลจำนวนน้อย ๆ แต่ได้ผลที่คุ้มค่ามากกว่าการใช้งบประมาณที่มากกว่า

2.7.9.4 ความเป็นปรนัย

เครื่องมือในการวิจัยที่มีความเป็นปรนัย จะต้องมึลักษณะ 3 ประการ ดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543 : 186-187)

- (1) ความเป็นปรนัยของเครื่องมือวัด เป็นลักษณะของเครื่องมือที่มีความชัดเจนที่จะนำไปใช้ได้ถูกต้องและมีความเข้าใจที่สอดคล้องกัน อาทิ แบบสอบถามที่มีความเป็นปรนัยของเครื่องมือ หมายถึง แบบทดสอบนั้นมีข้อคำถามชัดเจน อ่านง่าย สื่อความหมายที่มีความเข้าใจ ที่สอดคล้องกันโดยไม่ต้องตีความหมาย
- (2) ความเป็นปรนัยของกฎเกณฑ์การให้คะแนน เป็นลักษณะของกฎเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนในลักษณะที่ต้องการวัด โดยกำหนดให้ผู้ใดตรวจให้คะแนนก็จะให้คะแนนในลักษณะเดียวกัน
- (3) ความเป็นปรนัยของการแปลความหมายคะแนน ที่เป็นความชัดเจนในการนำคะแนน ที่ได้จากการให้คะแนนไปใช้ได้อย่างสอดคล้องกัน

2.7.9.5 ความหมายในการวัด

ความหมายในการวัด (Meaningfulness) หมายถึง ข้อคำถามที่กำหนดในเครื่องมือวัดเมื่อวัดแล้วจะต้องมีความหมายที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยพิจารณาจากประเด็นที่ต้องการศึกษาที่จำแนกเป็นรายละเอียดย่อย ๆ ที่แสดงความแตกต่างกัน หรือการใช้ข้อมูลระดับนามบัญญัติหรือระดับเรียงลำดับที่ไม่มีความหมายในเชิงปริมาณ แต่มีความพยายามที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาบวก ลบ คูณและหาร เหมือนกับข้อมูลในระดับช่วงหรืออัตราส่วน ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่มีความหมายในการวัด

2.7.9.6 ความสามารถในการนำไปใช้

ความสามารถในการนำไปใช้ (Usability) หมายถึง เครื่องมือที่ดีจะต้องสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ที่ต้องการใช้ได้ดี (Gronlund, 1985 : 109-111) มีดังนี้

- (1) นำไปใช้ได้ง่าย สะดวกไม่ยุ่งยากไม่ซับซ้อน สามารถปฏิบัติได้ง่ายทั้งผู้ดำเนินการและผู้ให้ข้อมูล
- (2) ใช้เวลาที่เหมาะสม ไม่น้อยหรือมากเกินไป เพราะถ้าเวลามากเกินไป อาจจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ขาดแรงจูงใจในการตอบ แต่ถ้าเวลาน้อยเกินไปจะทำให้ผู้ให้ข้อมูลเกิดความเครียด วิตกกังวล หรือให้ข้อมูลแบบเร่งรีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (3) ให้คะแนนง่าย สะดวก รวดเร็วและยุติธรรม
- (4) คำนึงค่ากับเวลา แรงงานและงบประมาณ
- (5) แปลผลที่ได้ง่ายและสะดวกในการนำไปใช้

2.8 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

2.8.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ทวิพงษ์ หินคำ (2541 : 8) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า เป็นความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถลดความตึงเครียดและตอบสนองความต้องการของบุคคลได้ ทำให้เกิดความพึงพอใจต่อสิ่งนั้น

ธनिया ปัญญาแก้ว (2541 : 12) ได้ให้ความหมายว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ ที่เกี่ยวกับลักษณะของงาน ปัจจัยเหล่านี้นำไปสู่ความพอใจในงานที่ทำ ได้แก่ ความสำเร็จ การยกย่อง ลักษณะงาน ความรับผิดชอบและความก้าวหน้า เมื่อปัจจัยเหล่านี้อยู่ต่ำกว่า จะทำให้เกิดความไม่พอใจงานที่ทำ ถ้าหากงานให้ความก้าวหน้า ความท้าทาย ความรับผิดชอบ ความสำเร็จและการยกย่องแก่ผู้ปฏิบัติงานแล้ว พวกเขาจะพอใจและมีแรงจูงใจในการทำงานเป็นอย่างมาก

วิทย์ เทียงบุญธรรม (2541 : 754) ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึง ความพอใจ การทำให้พอใจ ความสนใจ ความพอใจ ความสนใจ ความสนใจ การชดเชย การไถ่บาปการแก้แค้นสิ่งที่ชดเชย

วิรุฬ พรรณเทวี (2542 : 11) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหวังกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดี จะมีความพึงพอใจมาก แต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย

ราชบัณฑิตยสถาน (2542) ได้ให้ความหมายของคำว่าความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ และพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542 : 775) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ ไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจ พฤติกรรมที่เกี่ยวกับความพึงพอใจของมนุษย์ นั่นก็คือ ความพยายามที่จะขจัดความตึงเครียด ความกระวนกระวาย หรือภาวะไม่ได้ดุลยภาพ ในร่างกาย ซึ่งเมื่อมนุษย์สามารถขจัดสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวได้ มนุษย์ย่อมได้รับความพึงพอใจในสิ่งที่ตนต้องการ

Hornby (2000) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีเมื่อประสบความสำเร็จหรือได้รับสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเป็นความรู้สึกที่พอใจ

กาญจนา อรุณสุขรุจี (2546 : 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์ เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งโดยตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

Campbell (1976 : 117-124 อ้างถึงใน วาณี ทองเสวต, 2548) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในที่แต่ละคนเปรียบเทียบระหว่างความคิดเห็นต่อสภาพการณ์ที่อยากให้เป็นหรือคาดหวัง หรือรู้สึกว่าจะสมควรจะได้รับ ผลที่ได้จะเป็นความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจเป็นการตัดสินของแต่ละบุคคล

จากความหมายที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปความหมายของความพึงพอใจได้ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ

2.8.2 การวัดความพึงพอใจ

ชวลิต ชูกำแหง (2550) อธิบายถึงการวัดจิตพิสัย สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่นิยมทำในปัจจุบัน คือ

2.8.2.1 การสังเกต สังเกตการพูด การกระทำ การเขียนของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ผู้สอนต้องการวัด

2.8.2.2 การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครูใช้พูดคุยกับผู้เรียนในประเด็นที่ผู้สอนอยากรู้อาจเป็นความรู้สึก ทศนคติของผู้เรียน เพื่อนำสิ่งที่นักเรียนพูดออกมาแปลความหมายเกี่ยวกับลักษณะจิตพิสัยของผู้เรียนได้ เช่น ผู้สอนอยากทราบว่าผู้เรียนสนใจที่จะเรียนหรือไม่ คำตอบของผู้เรียนจะทำให้ผู้สอนประเมินได้ว่ามีความสนใจการเรียนมากน้อยเพียงใด

2.8.2.3 การใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า เป็นเครื่องมือวัดทัศนคติ วัดความสนใจ วัดคุณธรรม จริยธรรมไว้มากพอสมควร เป็นเครื่องมือที่ไวกันค่อนข้างแพร่หลายในการวัดความพึงพอใจ ได้แก่ แบบสอบถาม โดยมีตัวเลือกเป็นมาตราส่วนประเมินค่า ที่ผู้ตอบให้ตามลำดับค่าน้ำหนักของแต่ละตัวเลือกจนครบทุกตัวเลือก เครื่องมือวัดในลักษณะนี้มีหลายแบบซึ่งเรียกชื่อต่างกัน

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไพฑูรย์ ปลงสนิท (2547) การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนในชั้นปกติ เรื่อง ทฤษฎีเบื้องต้นของออปแอมป์ การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียน e-Learning กับการเรียนในชั้นเรียนปกติ เรื่อง ทฤษฎีเบื้องต้นของออปแอมป์ วิชา วงจรอิเล็กทรอนิกส์ 2 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยมีสมมติฐานการวิจัยว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียน e-Learning ไม่แตกต่างกับการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียน e-Learning ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น บทเรียนที่ใช้เรียนในชั้นเรียนปกติ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้ว โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 44 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ให้กลุ่มแรกเรียนด้วยบทเรียน e-Learning เป็นกลุ่มทดลอง ส่วนอีกกลุ่มเรียนในชั้นเรียนปกติเป็นกลุ่มควบคุม หลังจากทั้งสองกลุ่มเรียนเนื้อหาจบแล้ว ผู้วิจัยให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ ผลการวิจัยสรุปว่า กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับกลุ่มที่เรียนในชั้นเรียนปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุริยัน บุพศิริ (2549) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หาประสิทธิภาพของบทเรียน ประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เครื่องมือที่ใช้ประกอบ 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี 2. แบบทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินคุณภาพด้านผลสัมฤทธิ์และ 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขา อิเล็กทรอนิกส์สาขางานอุตสาหกรรม โรงเรียนเทคโนโลยีสยามจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.81/88.58 เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพพบว่าได้ประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการมีค่า เท่ากับ 88.58 และประสิทธิภาพก่อนกระบวนการมีค่าเท่ากับ 13.00 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลทางการเรียนเพิ่มขึ้น 75.58 และระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 อยู่ในระดับความพึงพอใจค่อนข้างมาก สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่พัฒนาขึ้นเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาญจนา รัตนธีรวิเชียร (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ วิชา อัลกอริทึมเบื้องต้น เรื่อง การเขียนผังงาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง โดย ได้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้คือเพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ วิชาอัลกอริทึมเบื้องต้น เรื่อง การเขียน ผังงาน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การเขียนผังงาน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.21/80.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และนักศึกษามีความพึงพอใจในระดับดีมาก ด้านเนื้อหา โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.91 ระดับดีมาก ด้านการออกแบบสื่อ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.91 และระดับดีมาก ด้านประสิทธิภาพการสอน มีค่าเฉลี่ยรวม 4.78

ปิติกาศย์ ปิ่นรอด,ปรัชญนันท์ นิลสุข (2557) ได้ศึกษาเรื่อง แนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีด้วยเทคโนโลยีสื่อสารทางไกลและเทคโนโลยีสารสนเทศ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนและศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีด้วยเทคโนโลยีสื่อสารทางไกลและเทคโนโลยีสารสนเทศ ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา โดยการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 5 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชาออปแอมป์ และลิเนียร์ไอซีด้วยเทคโนโลยีสื่อสารทางไกลและเทคโนโลยีสารสนเทศ HCL Model (Hyflex Constructionism Model) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบยืดหยุ่นตามสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนได้ทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียน ทุกที่ ทุกเวลา ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.75 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. 0.07

ณัฐวุฒิ แสนท่าพล (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการพัฒนาเว็บด้วยภาษา PHP เรื่อง ความรู้เบื้องต้นการเขียนโปรแกรมบนอินเทอร์เน็ต โดยใช้สื่อการเรียนการสอนระบบออนไลน์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส. 2) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ปการศึกษา 2559 วิทยาลัยเทคโนโลยีการจัดการเพชรเกษม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์วิชาการพัฒนาเว็บด้วยภาษา PHP เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ โดยวิธีการวิจัยเชิงสำรวจและหาผลสัมฤทธิ์การเรียนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการพัฒนาเว็บด้วยภาษา PHP วิทยาลัยเทคโนโลยีการจัดการเพชรเกษม ในภาคการศึกษาที่ 2/2559 นักศึกษาระดับชั้น ปวส.2 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 53 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่แบบทดสอบเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และแบบประเมิน ความพึงพอใจ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนออนไลน์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.94/90.94 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และนักศึกษา มีความพึงพอใจภาพรวมในระดับดีมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 สรุปว่าบทเรียนออนไลน์ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

พลพรรธน์ ชวนบุญ (2559) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ วิชาการระบบปฏิบัติการ เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคโนโลยีการจัดการเพชรเกษม ปีการศึกษา 2559 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพ บทเรียนออนไลน์วิชาการระบบปฏิบัติการเบื้องต้น เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียน โดยใช้บทเรียนออนไลน์ ประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขาวิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ จำนวน 178 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2/7 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ จำนวน 48 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนออนไลน์เรื่องระบบปฏิบัติการ และแบบสอบถาม ความพึงพอใจ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนด้วยสื่อออนไลน์ ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.85/80.07 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 และส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.33 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดด้านเนื้อหาโดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.92 ระดับมากที่สุดด้านการออกแบบสื่อออนไลน์ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.91 และระดับมากที่สุดด้านประสิทธิภาพการสอน มีค่าเฉลี่ยรวม 4.93

อนุชา สะเล็ม (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้ e-Learning ในกระบวนการเรียนการสอน วิทยาลัยเทคโนโลยีบริหารธุรกิจมินบุรี กรุงเทพ โดยการประยุกต์ใช้ e-Learning ในกระบวนการเรียนการสอน ของวิทยาลัยเทคโนโลยีบริหารธุรกิจมินบุรี กรุงเทพ เป็นการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ระบบ e-Learning เข้ามาเป็นส่วนเสริมในการเรียนการสอนผ่านทางระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนและกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ได้จากทุกสถานที่ทุกเวลาที่มีการออนไลน์ ในการนำระบบ e-Learning มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนนั้น เพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงเนื้อหาบทเรียนได้จากอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและเพื่อลดระยะเวลาในการเรียนในห้องเรียนของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการทำกิจกรรมเสริมการเรียนรู้อื่น ซึ่งการนำระบบ e-Learning เข้ามาเป็นส่วนเสริมในกระบวนการเรียนการสอนนั้น จะเกิด ประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง โดยผู้เรียนมีโอกาสที่จะเข้าถึงเนื้อหาที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ผู้สอนก็สามารถออกแบบการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย ทั้งในรูปข้อความ ภาพ เสียงและภาพเคลื่อนไหว ทำให้การเรียนการสอนมีความ น่าสนใจและสื่อความหมายได้ดีกว่าการเรียนภายในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว

สหรัฐ ทองยังและจุฑามาศ ชัญญะพิเชษฐ์ (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง คุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง ระบบลงทะเบียนการศึกษาของ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราช ๑๑ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภัญญิตสงคราม โดยมีค่าเฉลี่ยรวมกันเท่ากับ 4.00 อยู่ใน ระดับมาก ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางเรียนของ นักศึกษาหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมาก

เมธาวิ จำเนียรและกรกฎ จำเนียร (2561) งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประโยชน์ ปัญหา และแนวทางแก้ไขการใช้สื่อออนไลน์ในการเรียนอย่างมี ประสิทธิภาพของโรงเรียนในจังหวัด นครศรีธรรมราช โดยการใช้การสนทนาตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ กลุ่มนักเรียนและคุณครูจาก 7 โรงเรียนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า ประโยชน์ของสื่อออนไลน์ในการเรียน มีหลายประการ ประเด็นที่ผู้ให้ข้อมูลเห็นตรงกันมากคือ สื่อออนไลน์มีประโยชน์ตรงที่เป็น เครื่องมือช่วยค้นหาหาข้อมูล เพิ่มเติมในรายวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะการใช้ยูทูป (YouTube) นอกจากนี้ สื่อออนไลน์ยังช่วยให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เพื่อนกับเพื่อน ครูกับนักเรียน สื่อออนไลน์ยังสามารถช่วยแปลภาษาได้หลายภาษาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับ คุณครู สื่อออนไลน์มีประโยชน์ คือ การใช้ในการเรียนการสอน การจัดทำเอกสารการสอนออนไลน์ และยังใช้ประโยชน์ ในแง่ของการบริหารจัดการ อย่างไรก็ตาม ปัญหาใหญ่ของการใช้สื่อออนไลน์ในการเรียนคือ นักเรียนจะแอบเล่นโทรศัพท์ เวลาคุณครูสอน โดยเฉพาะเล่นเกม รวมไปถึง การนำข้อมูล จากสื่อออนไลน์ที่ไม่น่าเชื่อถือมาใช้ โดยคัดลอกมาทั้งหมด โดยไม่ได้วิเคราะห์และอ้างอิง ปัญหาการใช้สื่อออนไลน์ที่มากเกินไป และปัญหาการใช้ภาษาในสื่อออนไลน์ ดังนั้นแนวทาง การจัดกิจกรรมเพื่อ แก้ไขปัญหาการใช้สื่อออนไลน์ในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การจัดทำสื่อที่สามารถดึงดูด ความสนใจของนักเรียนและนักเรียนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการผลิตได้ โดยส่วนใหญ่เห็นว่าควร จัดทำคลิปวิดีโอ ขนาดสั้นให้ความรู้เรื่องการใช้สื่อออนไลน์ในการเรียนที่ถูกต้อง การจัดทำเป็นหนังสือ อับโหลดในสื่อสังคมออนไลน์ การจัด อบรม นิทรรศการการใช้สื่ออย่างเหมาะสมเล่นเกม เสียงตาม สาย จัดรายการวิทยุกระจายเสียง และจัดทำสื่อการสอนออนไลน์

พงษ์พัชรินทร์ พุฒวนะ (2564) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนในยุค ดิจิทัล โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในโลกยุคดิจิทัล ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง อย่างมากต่อพฤติกรรมในการใช้ ชีวิตรวมถึงการเรียนรู้ โลกแห่งการเรียนรู้ได้พัฒนาไปอย่างมากจาก การที่มีระบบอินเทอร์เน็ตและการพัฒนาของเทคโนโลยี ดิจิทัล ระบบเครือข่ายความรู้ออนไลน์มีการ ขยับเคลื่อนอย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ของ ผู้เรียน และเข้ามา มีส่วนสำคัญในด้านข้อมูล เครื่องมือในการเรียนรู้ รวมถึงการสร้างองค์ความรู้และประสบการณ์ให้กับ ผู้เรียน พฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนก็จะเริ่มเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากแต่ละคนเลือกที่จะเรียนรู้ หรือหาข้อมูลตามความสนใจของตนเอง ผู้เรียนสามารถศึกษาหรือเรียนรู้ได้ตามที่ต้องการ ทั้งในสวน ของเนื้อหา เวลา และสถานที่ ส่งผลให้การจัดการศึกษาจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมและรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนในยุคนี้ โดยมุ่งเน้นการจัดการ เรียนรู้โดยยึดหลัก “โลกคือห้องเรียน” ผู้เรียนในยุคดิจิทัล ต้องพัฒนาทักษะความเข้าใจและใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งจะ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ได้อย่างกว้างขวาง รวดเร็ว และเกิดประโยชน์สูงสุด ผู้สอนใน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุคดิจิทัลจึงต้องปรับตัวให้เข้ากับการเรียนรู้ ในเทาทันยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ทั้งนี้ผู้สอนในยุคดิจิทัล ควรมีลักษณะเป็น E-Teacher ต้องพัฒนาทักษะ บทบาทหน้าที่ มาตรฐานการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถชี้แนะ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต การจัดการทรัพยากรการเรียนรู้ร่วมกันและการสื่อสารการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนในยุคดิจิทัล ผู้สอนต้องศึกษาและทำความเข้าใจในองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ การเรียนรู้ในยุคดิจิทัล ผู้เรียนและผู้สอนในยุคดิจิทัล การรู้ดิจิทัล การออกแบบการจัดการเรียนรู้ การจัดสภาพล้อม ของการเรียนรู้ดิจิทัลและการประเมินผลการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล เพื่อที่จะบริหารจัดการให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 จำนวน 50 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 จำนวน 25 คน ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชา 30105-2004 วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งใช้วิธีการ เลือกแบบเจาะจง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.2.1 บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 เรื่อง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 1 วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า

เรื่องที่ 2 วงจรกรองความถี่แบบแอกทีฟ (Active)

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

3.2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

3.2.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือดังนี้

3.3.1 การสร้างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างสื่อออนไลน์และวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและการออกแบบวงจรกรองความถี่ เพื่อกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของสื่อการสอน

3.3.1.2 ออกแบบผังงานและออกแบบบทดำเนินเรื่อง ของสื่อการเรียนการสอนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดโปรแกรมที่จะใช้ในสื่อการเรียนการสอนและนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และแก้ไขแบบโครงสร้างตามข้อเสนอแนะ

3.3.1.3 สร้างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามที่ได้ออกแบบและแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเสนอแนะ

3.3.1.4 สร้างคู่มือการใช้งานบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ให้ครอบคลุมเนื้อหาการใช้งานทั้งหมด

3.3.1.5 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมเพื่อปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.6 ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

3.3.1.7 นำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพ โดยนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน ได้แก่

(1) รศ.ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์

อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอม

เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) นายฉัตรชัย งามหอม

รองผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคแม่วงก์

(3) นายกิตติพงษ์ ไชยเสนา

ครูแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

และนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน ได้แก่

(4) นายปัญญา แป้นแก้ว

หัวหน้าสื่อการเรียนการสอน วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

(5) นางละอองทิพย์ สร้อยสาย

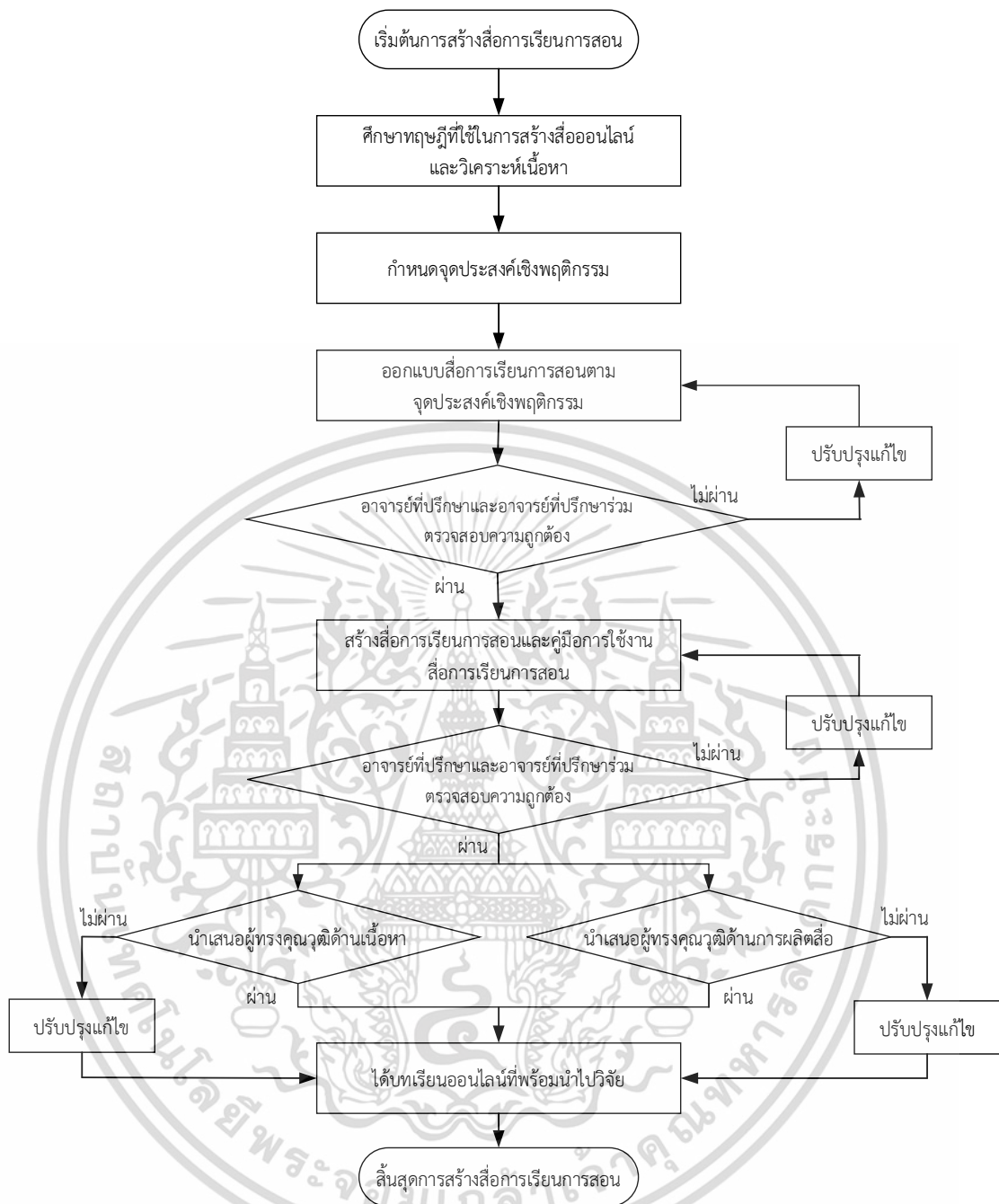
ครูแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

(6) นางสาวกมลนิตย์ ทองสมเพียร

ครูแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง

3.3.1.8 แก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง

3.3.1.9 ได้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี



ภาพที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า และวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.2.1 กำหนดหัวข้อในการประเมิน

3.3.2.1.1 ด้านเนื้อหา

3.3.2.1.2 ด้านภาษา

3.3.2.1.3 ด้านวัตถุประสงค์

3.3.2.1.4 ด้านลักษณะสื่อ

3.3.2.1.5 กิจกรรมประกอบบทเรียน

3.3.2.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ ด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ Ordinal และมีเกณฑ์การจัดระดับคะแนนเฉลี่ยดังนี้

3.3.2.2.1 ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ระดับ

ระดับ 5 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ปรับปรุง

3.3.2.2.2 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ พอใช้

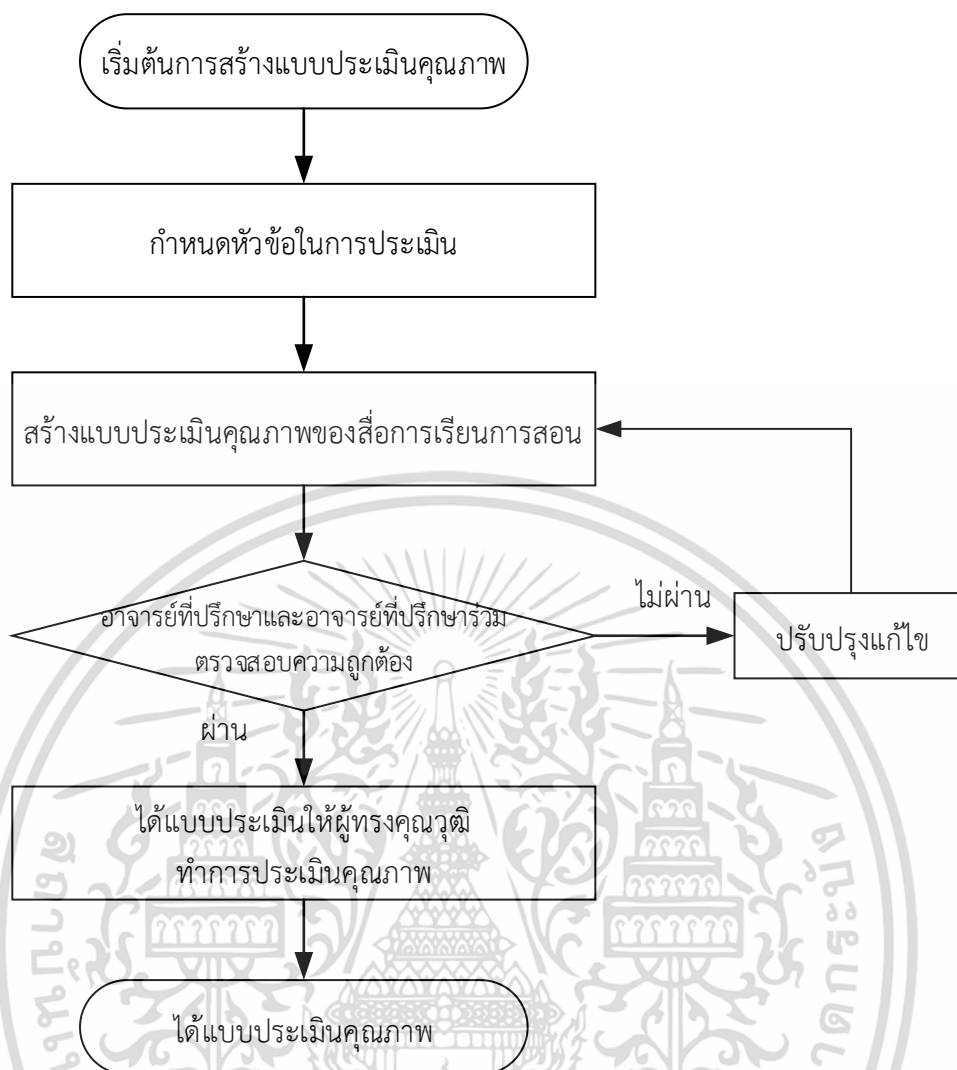
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 คุณภาพสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ปรับปรุง

3.3.2.3 นำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า และวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีและใบงานการปฏิบัติงานนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.2.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินคุณภาพ ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

3.3.2.5 ได้แบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

3.3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.3.1 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียน ของเนื้อหาที่จะทำการทดสอบ

3.3.3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

3.3.3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไข

3.3.3.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามคำแนะนำของ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านพิจารณาเพื่อหาความเที่ยงตรงของเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการคำนวณหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

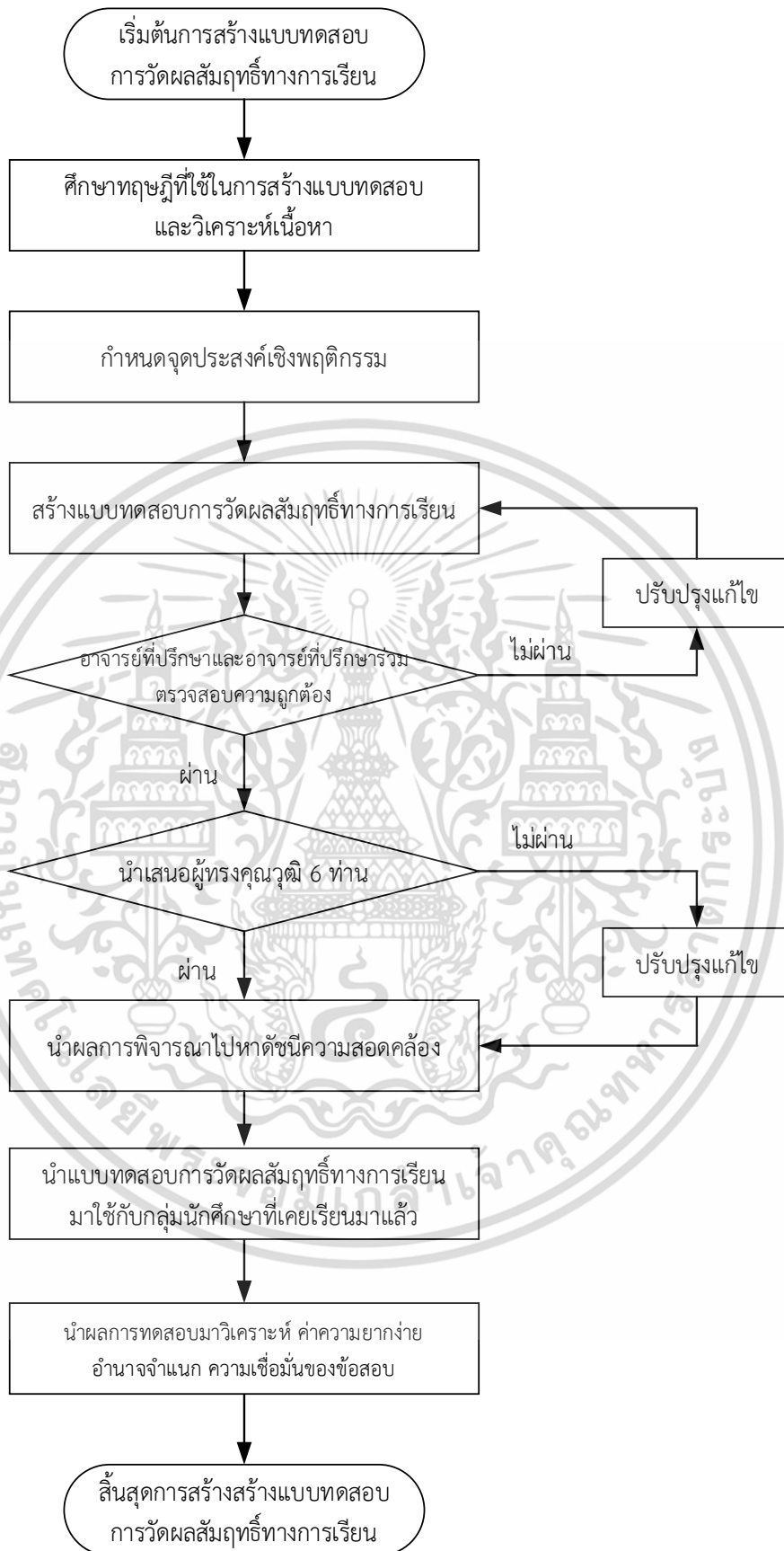
3.3.3.6 นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิไปปรับปรุงแก้ไข นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้อง

3.3.3.7 นำผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ให้ผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นเพื่อหาระดับคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนและหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ได้แบบทดสอบทั้งหมด 47 ข้อจาก 50 ข้อ มีข้อคำถามที่ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.00 จำนวน 1 ข้อ มีข้อคำถามที่ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.33 จำนวน 2 ข้อ มีข้อคำถามที่ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.67 จำนวน 4 ข้อ มีข้อคำถามที่ค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 จำนวน 43 ข้อ

3.3.3.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พร้อมจะนำไปใช้เพื่อการวิจัย

3.3.3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาดำเนินการกับกลุ่มผู้เรียนที่เคยเรียน วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ในหน่วยการเรียนนี้แล้ว นักศึกษาจำนวน 20 คน เพื่อคำนวณหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นตามเกณฑ์ของข้อสอบ

จากแบบทดสอบพบว่ามีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบสามารถจำแนกคนเก่ง และคนอ่อนได้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และพบว่ามีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 จำนวน 7 ข้อ และเมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดลอง (Try-Out) กับกลุ่มทดลองที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวน 20 คน และนำคะแนนจากการทดลองนี้ไปหาค่าความยากง่าย (P) อำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับเท่ากับ 0.7466



ภาพที่ 3.3 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

3.3.4.1 กำหนดหัวข้อในการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

3.3.4.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของสื่อการเรียนการสอน โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ Ordinal และมีเกณฑ์การจัดระดับคะแนนเฉลี่ยดังนี้

3.3.4.2.1 ระดับความคิดเห็นของผู้ใช้สื่อการเรียนการสอน 5 ระดับ

ระดับ 5 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ มากที่สุด

ระดับ 4 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ มาก

ระดับ 3 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ น้อย

ระดับ 1 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

3.3.4.2.2 เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ น้อย

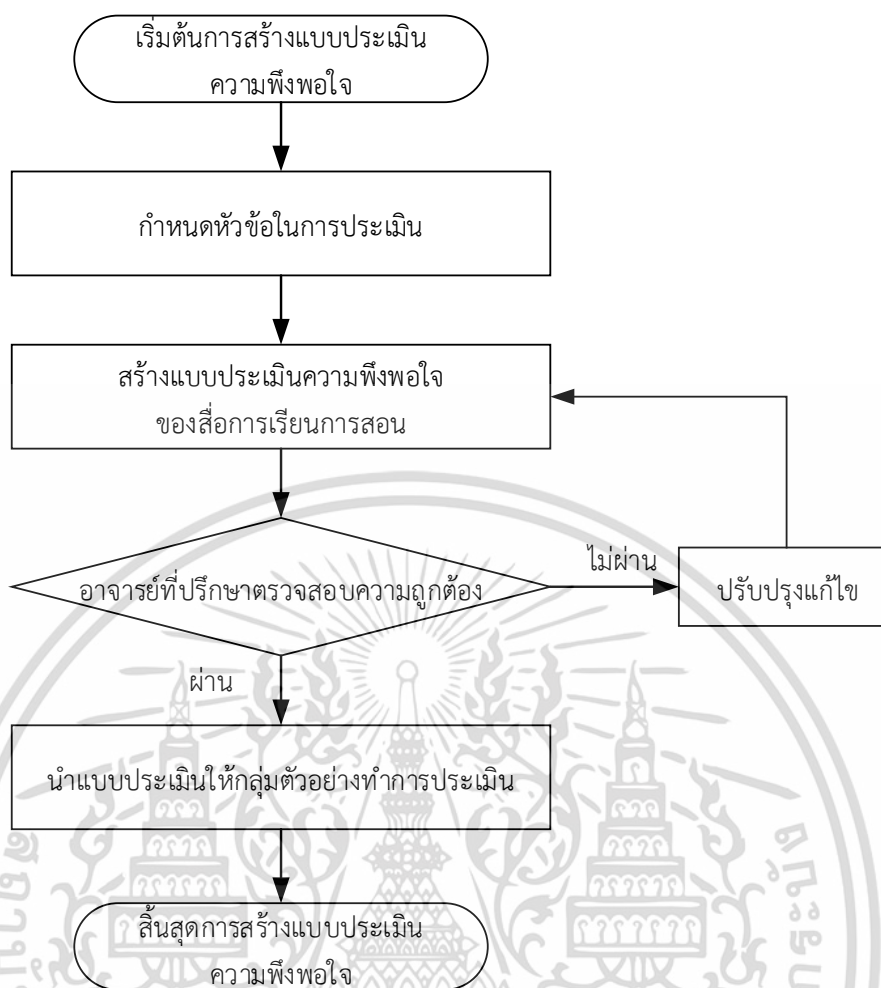
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

3.3.4.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.4.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินคุณภาพ ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

3.3.4.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจของสื่อการเรียนการสอน ให้กับผู้เรียนได้ประเมินความพึงพอใจ

3.3.4.6 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้เรียนประเมินแล้วมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

3.4.1 ขั้นตอนเตรียมการเรียนการสอน

3.4.1.1 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน ของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

3.4.1.2 เตรียมอุปกรณ์ในการเรียนการสอน ได้แก่ คู่มือที่ใช้ในการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน

3.4.1.3 เตรียมระบบอินเทอร์เน็ตให้มีความพร้อมในการเรียนการสอนแบบออนไลน์

3.4.1.4 เตรียมกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน โดยการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนแบบออนไลน์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ขั้นตอนดำเนินการเรียนการสอน

ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามหัวข้อต่าง ๆ

เรื่องที่ 1 วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า จำนวน 5 ชั่วโมง แบ่งเป็น ทฤษฎี 2 ชั่วโมง ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 การออกแบบวงจรกรองความถี่แบบแอกทีฟ (Active) จำนวน 10 ชั่วโมง แบ่งเป็น ทฤษฎี 4 ชั่วโมง ปฏิบัติ 6 ชั่วโมง

โดยให้นักศึกษาเรียนด้วยการใช้ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี และปฏิบัติตามขั้นตอนที่อยู่ในบทเรียนออนไลน์

3.4.3 ขั้นหลังการเรียนการสอน

3.4.3.1 หลังจากการจัดการเรียนการสอนสิ้นสุดลง ผู้วิจัยนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้หลังการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ มาทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน

3.4.1.2 หลังจากทดสอบหลังการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์แล้ว นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น

3.4.1.3 หลังจากการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนออนไลน์สิ้นสุดลง ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีให้นักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ ทำแบบสอบถามความพึงพอใจและบันทึกคะแนน

3.4.1.4 นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย

3.4.1.5 ประเมินผลและสรุปผลการวิจัย

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพ และประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี มีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.5.1 ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยแก่ผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5.2 ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ไปติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการประเมินบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

3.5.3 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.4 ยื่นคำร้องต่องานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยแก่กลุ่มตัวอย่าง

3.5.5 ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ไปติดต่อกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์และนัดหมายในการทำวิจัย

3.5.6 นำบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในกลุ่มตัวอย่าง และคำนวณหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3.5.7 ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมิน

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การวิเคราะห์หาคคุณภาพ ผู้วิจัยได้นำผลการทำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จากผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี คือ

ระดับ 4.50–5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 3.50–4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 2.50–3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 1.50–2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1.00–1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การหาประสิทธิภาพพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยใช้สูตร E_1/E_2

3.6.3 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การกำหนดเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี คือ

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.7.1 ค่าประสิทธิภาพ ตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 10)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (3.1)$$

| | | | |
|-------|----------|-----|------------------------------------|
| เมื่อ | E_1 | คือ | ประสิทธิภาพของกระบวนการ |
| | $\sum X$ | คือ | คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน |
| | A | คือ | คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน |
| | N | คือ | จำนวนผู้เรียน |

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad (3.2)$$

| | | | |
|-------|----------|-----|--|
| เมื่อ | E_2 | คือ | ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ |
| | $\sum F$ | คือ | คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|-----|--|
| B | คือ | คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย |
| N | คือ | จำนวนผู้เรียน |

3.7.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนออนไลน์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ผู้วิจัยได้ใช้การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยมีสูตรดังนี้ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2548 : 20-21)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.3)$$

| | | | |
|-------|-----------|-----|-----------------------|
| เมื่อ | \bar{X} | คือ | ค่าเฉลี่ยเลขคณิต |
| | $\sum X$ | คือ | ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด |
| | N | คือ | จำนวนข้อมูลทั้งหมด |

3.7.3 การวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนออนไลน์โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผู้วิจัยได้ใช้การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีสูตรดังนี้ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2548:41)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum X^2}{n-1} - \frac{\bar{X}^2}{X}} \quad (3.4)$$

| | | | |
|-------|-----------|-----|--------------------------|
| เมื่อ | SD | คือ | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| | N | คือ | แทนจำนวนข้อมูล |
| | X | คือ | ค่าคะแนนแต่ละคน |
| | \bar{X} | คือ | ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด |
| | $\sum X$ | คือ | ผลรวมของคะแนน |

3.7.4 การหาค่า t-test แบบ Dependent

ผู้วิจัยได้ใช้สถิติเปรียบเทียบคะแนนสอบ โดยใช้สูตร t-test (Dependent Sample) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 109)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad (3.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ ΣD คือ ผลรวมความแตกต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
n คือ จำนวนนักเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า และวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ซึ่งผู้วิจัยได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

4.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ซึ่งประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิมี 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

4.1.1 คุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้ผลลัพธ์ตาม ตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพด้านเนื้อหา

| ข้อที่ | รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|--------|--|-----------|------|-------------|
| 1. | เนื้อหา มีความสอดคล้อง ครบคลุม กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบกลับเฟส | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 3. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบไม่กลับเฟส | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 4. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรกรองความถี่ต่ำ | 4.33 | 0.58 | ดี |

เอกสารนี้เป็นเอกสารสิทธิ์สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| ข้อที่ | รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|---------------------|---|-------------|-------------|--------------|
| 5. | ความถูกต้องของเนื้อหาวงจรรองความถี่สูง | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 6. | รูปภาพมีความถูกต้องสอดคล้องกับเนื้อหา | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 7. | เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 8. | เนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 9. | การจำลองวงจรสามารถปฏิบัติตามได้ง่าย | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| ค่าเฉลี่ยรวม | | 4.56 | 0.51 | ดีมาก |

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคุณภาพด้านเนื้อหาโดยรวมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.51) และเมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับ ดีมาก คือ รูปภาพมีความถูกต้องสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{x} = 5.00$, S.D. = 0.00) เนื้อหาที่สอดคล้องครอบคลุม กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.58) ความถูกต้องของเนื้อหาวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบไม่กลับเฟส ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.58) เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.58) การจำลองวงจรสามารถปฏิบัติตามได้ง่าย ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.58) ส่วนรายการที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับ ดี คือ ความถูกต้องของเนื้อหาวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบกลับเฟส ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.58) ความถูกต้องของเนื้อหาวงจรรองความถี่ต่ำ ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.58) ความถูกต้องของเนื้อหาวงจรรองความถี่สูง ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.58) เนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.58)

4.1.2 คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้ผลลัพธ์ตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

| ข้อที่ | รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|--------|---|-----------|------|-------------|
| 1. | ความเหมาะสมในการจัดวางรูปแบบ องค์ประกอบ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2. | ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและพื้นหลัง | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 3. | ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 4. | ความเหมาะสมของรูปภาพประกอบ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการนำเนื้อหาไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| ข้อที่ | รายการประเมิน | \bar{x} | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|--------------|--------------------------|-----------|------|-------------|
| 5. | บทเรียนมีความน่าสนใจ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 6. | ความสะดวกในการใช้บทเรียน | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 7. | เสียงมีความชัดเจน | 4.33 | 0.58 | ดี |
| ค่าเฉลี่ยรวม | | 4.67 | 0.41 | ดีมาก |

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยรวมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.41) และเมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับ ดีมาก คือ ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ($\bar{x} = 5.00$, S.D. = 0.00) ความเหมาะสมของรูปภาพประกอบ ($\bar{x} = 5.00$, S.D. = 0.00) ความเหมาะสมในการจัดวางรูปแบบองค์ประกอบ ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.58) บทเรียนมีความน่าสนใจ ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.58) ความสะดวกในการใช้บทเรียน ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.58) ส่วนรายการที่มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับ ดี คือ ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและพื้นหลัง ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.58) เสียงมีความชัดเจน ($\bar{x} = 4.33$, S.D. = 0.58)

สอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนด คือ คุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีที่สร้างขึ้น อยู่ในระดับดีขึ้นไป

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา นักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จำนวน 1 กลุ่ม 25 คน

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและ วงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

| คนที่ | คะแนนระหว่างเรียน (80) | คิดเป็นร้อยละ | คะแนนสอบหลังเรียน (40) | คิดเป็นร้อยละ | เกณฑ์ |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------|
| 1 | 72 | 90.00 | 33 | 82.50 | ผ่าน |
| 2 | 75 | 93.75 | 35 | 87.50 | ผ่าน |
| 3 | 69 | 86.25 | 38 | 95.00 | ผ่าน |
| 4 | 71 | 88.75 | 32 | 80.00 | ผ่าน |
| 5 | 72 | 90.00 | 39 | 97.50 | ผ่าน |
| 6 | 74 | 92.50 | 33 | 82.50 | ผ่าน |
| 7 | 75 | 93.75 | 37 | 92.50 | ผ่าน |
| 8 | 58 | 72.50 | 30 | 75.00 | ไม่ผ่าน |
| 9 | 78 | 97.50 | 38 | 95.00 | ผ่าน |
| 10 | 80 | 100.00 | 39 | 97.50 | ผ่าน |
| 11 | 76 | 95.00 | 35 | 87.50 | ผ่าน |
| 12 | 74 | 92.50 | 32 | 80.00 | ผ่าน |
| 13 | 78 | 97.50 | 39 | 97.50 | ผ่าน |
| 14 | 74 | 92.50 | 37 | 92.50 | ผ่าน |
| 15 | 71 | 88.75 | 34 | 85.00 | ผ่าน |
| 16 | 55 | 68.75 | 31 | 77.50 | ไม่ผ่าน |
| 17 | 69 | 86.25 | 35 | 87.50 | ผ่าน |
| 18 | 70 | 87.50 | 37 | 92.50 | ผ่าน |
| 19 | 75 | 93.75 | 38 | 95.00 | ผ่าน |
| 20 | 76 | 95.00 | 39 | 97.50 | ผ่าน |
| 21 | 78 | 97.50 | 34 | 85.00 | ผ่าน |
| 22 | 80 | 100.00 | 40 | 100.00 | ผ่าน |
| 23 | 74 | 92.50 | 38 | 95.00 | ผ่าน |
| 24 | 73 | 91.25 | 36 | 90.00 | ผ่าน |
| 25 | 71 | 88.75 | 37 | 92.50 | ผ่าน |
| เฉลี่ย | 72.72 | 90.90 | 35.84 | 89.60 | |

จากตารางที่ 4.3 พบว่ากลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 คะแนนระหว่างเรียนและการสอบหลังเรียน โดยคิดเป็น 90.90/89.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวน 25 คน ได้ผลลัพธ์ ตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังอบรมด้วย บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

| การทดสอบ | N | คะแนนเต็ม | \bar{X} | S.D. | $\sum D$ | $\sum D^2$ | t |
|-----------|----|-----------|-----------|------|----------|------------|-------|
| ก่อนเรียน | 25 | 40 | 12.76 | 3.83 | 577 | 13,841 | 24.70 |
| หลังเรียน | 25 | 40 | 35.84 | 2.78 | | | |

จากตารางที่ 4.4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนด

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วย บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ความพึงพอใจของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จำนวน 1 กลุ่ม 25 คน ต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ได้ผลลัพธ์ตามตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

| ข้อที่ | รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | ระดับความพึงพอใจ |
|---------------------|--|-------------|-------------|------------------|
| 1. | ภาพที่ใช้ในบทเรียนมีความน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหา | 4.72 | 0.46 | มากที่สุด |
| 2. | ขนาดและสีตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสมชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย | 4.76 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3. | การจัดองค์ประกอบในบทเรียนมีความเหมาะสม สะดุดตา น่าสนใจ น่าติดตาม | 4.60 | 0.50 | มากที่สุด |
| 4. | มีเนื้อหาที่พอเพียงสำหรับการทำความเข้าใจ | 4.92 | 0.28 | มากที่สุด |
| 5. | เนื้อหาและแบบทดสอบกระตุ้นให้เรียนรู้ด้วยตนเอง | 4.72 | 0.46 | มากที่สุด |
| 6. | ความสะดวกในการใช้บทเรียน | 4.76 | 0.44 | มากที่สุด |
| 7. | เสียงมีความชัดเจน | 4.80 | 0.41 | มากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยรวม | | 4.75 | 0.42 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4.5 พบว่าในภาพรวมความพึงพอใจของนักศึกษา ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จำนวน 1 กลุ่ม 25 คน ตอบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จัดอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. =0.42) สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่องบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี มีจุดประสงค์เพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินความพึงพอใจ ของนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่มีคุณภาพ

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

5.1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

5.1.1.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา ที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.2.1 คุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่สร้างขึ้น อยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$)

5.1.2.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

5.1.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.1.2.4 ความพึงพอใจของนักศึกษา ที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี อยู่ในระดับมากขึ้นไป ($\bar{X} \geq 3.5$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ข้อมูลด้านวิชาการ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 จำนวน 25 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 30105-2004 วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4.1 บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 เรื่อง คือ

เรื่องที่ 1 วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า

เรื่องที่ 2 วงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟ (Active)

5.1.4.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5.1.4.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จำนวน 40 ข้อ

5.1.4.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จำนวน 7 ข้อ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.5.1 ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากงานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัยครั้งนี้

5.1.5.2 ทำการใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี กับนักศึกษาแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 จำนวน 25 คน

5.1.5.3 ชี้แจงวัตถุประสงค์และอธิบายวิธีการใช้งานบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

5.1.5.4 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน

5.1.5.5 ให้นักศึกษา เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5.6 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน

5.1.5.7 นำผลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

5.1.5.8 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้งานบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1.6.1 คุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ใช้การหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5.1.6.2 ประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยวิเคราะห์จากคะแนนระหว่างเรียนและคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

5.1.6.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จากคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนกับแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สูตร t-test for dependent samples

5.1.6.4 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

5.1.7.1 คุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.56$, S.D. = 0.51) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.67$, S.D. = 0.41)

5.1.7.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 โดยคะแนนระหว่างเรียนและการสอบหลังเรียน โดยคิดเป็น 90.90/89.60 สอดคล้องกับสมมุติฐานที่กำหนด คือประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.7.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี หลังเรียน ($\bar{x} = 35.84$, S.D. = 2.78) สูงวก่ก่อน ($\bar{x} = 12.76$, S.D. = 3.83) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนด

5.1.7.4 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่ใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.75$, S.D. = 0.42) สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนด

5.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

5.2.1 คุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ด้านเนื้อหาของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จัดอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จัดอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 โดยผู้วิจัยได้ทำการสร้างบทเรียนออนไลน์นี้ขึ้นมาตามกรอบแนวคิดการสร้างอย่างเป็นระบบแบบ ADDIE Model (จำนง สันตจิต. 2556) ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนและในการประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา โดยผู้วิจัยได้ใช้หลักการของ สีวาธุ สุธธิ. (2553). เพื่อนำมาประเมินบทเรียนออนไลน์นี้

5.2.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีมีผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพพบว่า ประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ $E_1 = 90.80$ และ $E_2 = 83.60$ ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 คือไม่ต่ำกว่า 80/80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากบทเรียนออนไลน์เป็นบทเรียนที่สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลาทำให้นักศึกษาสามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา ทำให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เมื่อนักศึกษาติดขัด สามารถกลับมาทบทวนบทเรียนได้ อีกทั้งบทเรียนยังมีรูป เนื้อหาข้อความ รูปภาพที่น่าสนใจ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนา รัตนธีรวิเชียร (2555) ในเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ วิชา อัลกอริทึมเบื้องต้น เรื่อง การเขียนผังงาน สำหรับนักศึกษาระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง การวิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพ บทเรียนออนไลน์ วิชาอัลกอริทึมเบื้องต้น เรื่อง การเขียน ผังงาน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของ นักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การเขียนผังงาน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียน ออนไลน์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.21/80.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และนักศึกษามี ความพึงพอใจในระดับดีมาก ด้านเนื้อหา โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.91 ระดับดีมาก ด้านการ ออกแบบสื่อ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.91 และระดับดีมาก ด้านประสิทธิภาพการสอน มีค่าเฉลี่ยรวม 4.78

5.2.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วย บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และ ลิเนียร์ไอซี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยการทดสอบก่อนเรียนมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.67 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.83 การทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.84 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.78 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สหรัฐ ทองยังและ จุฑามาศ ชัยญะพิเชษฐ (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง คุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง ระบบ ลงทะเบียนการศึกษาของ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดย มีค่าเฉลี่ยรวมกันเท่ากับ 4.00 อยู่ใน ระดับมาก ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางเรียนของนักศึกษาหลังเรียนด้วย บทเรียนออนไลน์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักศึกษามีความพึง พพอใจในระดับมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยและแนวคิดของ เมธาวิ จำเนียรและกรกฎ จำเนียร (2561) โดยงานวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประโยชน์ ปัญหา และแนวทางแก้ไขการใช้สื่อออนไลน์ ในการเรียนอย่างมี ประสิทธิภาพของโรงเรียนในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้การสนทนาตัวอย่าง แบบเจาะจง ได้แก่ กลุ่มนักเรียนและ คุณครูจาก 7 โรงเรียนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า ประโยชน์ของสื่อออนไลน์ในการเรียน มีหลายประการ ประเด็นที่ผู้ให้ข้อมูลเห็น ตรงกันมากคือ สื่อออนไลน์มีประโยชน์ตรงที่เป็นเครื่องมือช่วยค้นคว้าหาข้อมูล เพิ่มเติมในรายวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะการใช้ยูทูป (YouTube) นอกจากนี้ สื่อออนไลน์ยังช่วยให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่าง เพื่อนกับเพื่อน ครูกับนักเรียน สื่อออนไลน์ยังสามารถช่วยแปลภาษาได้หลายภาษาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับคุณครูสื่อออนไลน์มีประโยชน์ คือ การใช้ในการเรียนการสอน การจัดทำเอกสารการสอนออนไลน์ และยังใช้ประโยชน์ในแง่ของการบริหารจัดการ

5.2.4 ความพึงพอใจของนักศึกษา ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนก วิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จำนวน 1 กลุ่ม 25 คน ต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออป แอมป์และลิเนียร์ไอซี จัดอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.75$, $SD = 0.42$) โดยสอดคล้องกับงานวิจัย ของ จำรัส มีอุนทด (2559) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์ เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่ เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น บทเรียนออนไลน์จึงเป็นสื่อการเรียนรู้ที่นักศึกษาสนใจและมีความพึงพอใจเป็นอย่างมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ใช้เป็นบทเรียนออนไลน์ สำหรับในกรณีที่ครูผู้สอนไม่สามารถมาปฏิบัติการสอนได้ เพื่อให้ศึกษามีความรู้ครบถ้วนตามหลักสูตร

5.3.1.2 เป็นแนวทางการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ที่น่าสนใจและเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จะส่งผลดีต่อระบบการเรียนการสอน

5.3.2 ข้อเสนอแนะการทำวิจัยในครั้งต่อไป

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำบทเรียนออนไลน์ นำไปพัฒนาต่อยอดโดยการทำเป็นเว็บไซต์ที่รวบรวมข้อมูลสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้สื่อการเรียนการสอนมีการใช้งานที่ง่ายและสะดวก อีกทั้งนักศึกษายังสามารถเข้าถึงได้ทุกที่และทุกเวลา และนำสื่อการเรียนการสอนไปพัฒนาต่อยอดเป็นแอปพลิเคชันที่รวบรวมสื่อการเรียนการสอน เพื่อง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน และบุคคลภายนอกยังสามารถเรียนรู้ได้

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ วิลาวลัย ให้สัมภาษณ์, 22 เมษายน 2563. กรณีศึกษา พันธุ์คลอง เอี่ยมพร สุขุมธำวัฒนะ ผู้สัมภาษณ์. **การจัดการเรียนการสอนช่วงโควิด-19.**
- กรมควบคุมโรค. (2562). **การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/>. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2563.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.** กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- กฤษณา สิกขมา. (2554). **การเรียนการสอนออนไลน์.** กรุงเทพฯ.
- กาญจนา รัตนธีรวิเชียร. 2555. “การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ วิชาอัลกอริทึมเบื้องต้น เรื่อง การเขียนผังงาน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง” **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.** 1(1) : 99-110.
- ชนิษฐา ศรีชูศิลป์. (2546). **การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.** กรุงเทพฯ. หน้า 38.
- จำนง สันตจิต. (2556). **แนวคิด ทฤษฎีการจัดการนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาในอนาคต.** (ออนไลน์) แหล่งที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/520517>. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 เมษายน 2563.
- จำรัส มือขุนทด. 2559. “ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการสวนสาธารณะ ของเทศบาลเมืองนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์” **วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค. มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.**
- ขวลิต ชูกำแพง. (2550). **การประเมินการเรียนรู้.** มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). **ระบบสื่อการสอน.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 135-143.
- ฐิตียา เกตุคำ. (2551). **บทเรียนออนไลน์.** กรุงเทพฯ. หน้า 24.
- ฐาปนีย์ ธรรมเมธา. (2557). **องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนออนไลน์.** กรุงเทพฯ. หน้า 11-17
- ณรงค์ แผ้วพลสง ให้สัมภาษณ์, 16 เมษายน 2563. ประชาชาติธุรกิจ ผู้สัมภาษณ์. **การจัดเตรียมการศึกษารองรับสถานการณ์โควิด-19.**
- ณัฐกร สงคราม. (2543). **การเรียนการสอนแบบออนไลน์.** กรุงเทพฯ. หน้า 19.
- ณอมพร เลหาจรัสแสง. (2545). **Designing E-Learning : หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน.** เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธารา ราชกฤต. (2562). **ความสำคัญของการศึกษา.** (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://solehi.blogspot.com/>. สืบค้นวันที่ 12 พฤษภาคม 2563.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2552). **วงจรรองความถี่**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.kmitl.ac.th/~kpteeraw/data_com/datacom_52/Filter.htm. สืบค้นวันที่ 10 พฤษภาคม 2563.
- นฤมล ศิริวงษ์. (2548). **การเรียนการสอนแบบออนไลน์**. กรุงเทพฯ ฯ. หน้า 52.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). **การวิจัยสำหรับครู**. กรุงเทพฯ ฯ : สุริยสาส์น.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ. (2535). **การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ ฯ : สามเจริญพานิช.
- ปิติภาคย์ ปันรอด. (2557). **แนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชา ออปแอมป์ และลิเนียร์ไอซี ด้วยเทคโนโลยีสื่อสารทางไกลและเทคโนโลยีสารสนเทศ**. การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปราณี หล้าเบ็ญสะ. (2557). **การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://person.dld.go.th/2557/km/.pdf>. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 เมษายน 2563.
- พงษ์พัชรินทร์ พุฒวัฒน์. 2564. “การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนในยุคดิจิทัล” **วารสารนวัตกรรม การเรียนรู้และเทคโนโลยี**. 1(2) : 1-11.
- ไพฑูริย์ ศรีฟ้า. (2547). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ E-Learning**. เอกสารการประชุมสรุปและประเมินผลโครงการจัดตั้งศูนย์กลางการเรียนรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ.
- ไพรัช รัชพงษ์. (2539). **การแบ่งรูปแบบการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต**. กรุงเทพฯ ฯ. หน้า 46-73.
- มนตรี ศิริปรัชญานันท์. **การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ Electronic Circuit Desing**. กรุงเทพฯ ฯ : เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มหาวิทยาลัยบูรพา. (2563). **คู่มือการใช้งาน Google Hangout Meet**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://ict.buu.ac.th/filePdf/Hangout-Meet.pdf>. สืบค้นวันที่ 3 พฤษภาคม 2563.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์. (2563). **การใช้งาน Google Classroom**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.rmutr.ac.th/wp-content/uploads/2020/03/rmutr-ARITGoogle-Classroom.pdf>. สืบค้นวันที่ 3 พฤษภาคม 2563.
- เมธาวิ จำเนียร และ กรกฎ จำเนียร. 2561 “ประโยชน์ ปัญหา และแนวทางแก้ไขการใช้สื่อออนไลน์ในการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพของโรงเรียนในจังหวัดนครศรีธรรมราช.” **วารสารราชพฤกษ์**. 16(3) : 113-121.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วัชรารัตน์ เฟิงสุข. (2559) การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ วิชาคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลสุพรรณบุรี. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. ปีที่ 32 ฉบับที่ 1
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). ความเที่ยงตรง. กรุงเทพฯ. หน้า 73.
- สุวัฒน์ บันลือ. (2559). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่เหมาะสมสำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. อุบลราชธานี : คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
- สิวาวุธ สุทธิ. (2553). การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/338714> สืบค้นวันที่ 1 พฤษภาคม 2563.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2557). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://bsq2.vec.go.th/course/course57.html>. สืบค้นวันที่ 1 พฤษภาคม 2563.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2545). E-Learning. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2547). การวิเคราะห์ข้อมูล. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/know/estat03.pdf>. สืบค้นวันที่ 13 เมษายน 2563
- องรง สุทธาศาสน์. (2527). ปฏิบัติการวิจัยสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: เจ้าพระยาการพิมพ์.
- เขา. (2541). การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. กรุงเทพฯ. หน้า 307-328.
- เทคโนโลยีแลนด์. (2562). การใช้งานโปรแกรม Google Form. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://gsuite.technologyland.co.th/google-form--gsuite->. สืบค้นวันที่ 3 พฤษภาคม 2563
- เอกกวีร์ พัทธ์ชัยชกุล. (2557). ความสำคัญของการศึกษา. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [https://www.stou.ac.th/study/sumrit/1-58\(500\)/page9-1-58\(500\).html](https://www.stou.ac.th/study/sumrit/1-58(500)/page9-1-58(500).html). สืบค้นวันที่ 2 พฤษภาคม 2563.
- เฮง. (2543). ความหมายของ Web-Based Instruction. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://mediathailand.blogspot.com/2012/06/web-based-instruction.html>. สืบค้นวันที่ 2 พฤษภาคม 2563.
- Educatorroundtable. (2561). การเรียนการสอนแบบออนไลน์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://th.hrnote.asia/orgdevelopment/190625-education-for-hrd/>. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2563.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Hall, B. (1998). FAQ for web-Based training: Multimedia and traing newsletter.

Retrieved August 28,2020, from <http://www.brandon-hall.com/faq.html>.

Khan. (2540). **ประโยชน์ของสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์**. กรุงเทพฯ. หน้า 12.

Punch, K. (1998). Introduction to Social Research. London: Sage Publications Ltd



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก
หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๓๗๐๙

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง เลขที่ ๑ ซอยฉลองกรุง ๑
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๒๙ พฤษภาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

๒. แบบสอบถาม แบบทดสอบ และทดลองสอน

ด้วยนางสาวสุภาวดี ภักดีจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลัง
ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนออนไลน์เรื่องวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ขาออก
แอมป์และลิเนียร์ไอซี" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสิทธิ์
สุนทรนนท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์เมื่อวันที่ 9
ธันวาคม 2563

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะศาสตราจารย์
เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม แบบทดสอบ และทดลองสอน ภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง
ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดี

๒๕๖ ๗.๓. ๖๖ 1781 ๗๔๘๘๗๖๖ Non-PKI Server Sign-LN
Signature Code : NQAZA-DEAOA-A0ADE-AOQAw

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา
ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร ๐๒-๓๒๕๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร ๐๒-๓๒๕๔-๘๔๑๖
ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๙๔๗๐๗-๒๓๖๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๑๘๐๙

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง เลขที่ ๑ ซอยฉลองกรุง ๑
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน นางกมลนิตย์ ทองสมเพียร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน บทเรียนและแบบทดสอบ

ด้วยนางสาวสุภาวดี ภัคดิจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนออนไลน์ เรื่องวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ขาออกแอมป์และลิเนียร์ไอซี" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย หมีนสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นผู้มีความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อด้าน เนื้อหาว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนางสาวสุภาวดี ภัคดิจันทร์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดี

๓๕ มีนาคม ๒๖ 17:31 e1e1e45b4 Non-PKI Server Sign-LN
Signature Code : RgBCA-DMAQg-A5ADE-ARQ43

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา
ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร ๐๒-๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๙๔-๗๐๗-๒๓๖๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๑๘๐๘

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง เลขที่ ๑ ซอยฉลองกรุง ๑
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน นางละอองทิพย์ สร้อยสาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน บทเรียนและแบบทดสอบ

ด้วย นางสาวสุภาวดี ภักดีจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหา
บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนออนไลน์ เรื่องวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ขาออกแอมป์และ
ลิเนียร์ไอซี" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ
สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นผู้มีความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามี
เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวสุภาวดี
ภักดีจันทร์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอ
ขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดี

๑๕ มี.ค. ๖๖ 17:31 e1e2d204 Non-PKI Server Sign-LN
Signature Code: MgA0A-EQARQ-BGAEM-ARAA4

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา
ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร ๐๒-๓๒๕-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒
โทรสาร ๐๒-๓๒๕-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๕๔-๗๐๗-๒๓๖๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๑๘๐๗

คณะกรรมการศูนย์ทดสอบและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง เลขที่ ๑ ซอยฉลองกรุง ๑
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน นายปัญญา แป้นแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน บทเรียนและแบบทดสอบ

ด้วยนางสาวสุภาวดี ภัคคีจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนออนไลน์ เรื่องวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ขาออกแอมป์และลิเนียร์ไอซี" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย หมีนสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการศูนย์ทดสอบและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นผู้มีความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามี เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนางสาวสุภาวดี ภัคคีจันทร์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอ
ขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดี

๑๕ มี.ค. ๖๖ ๑๒:๑๗:๕๕ Non-FKI Server Sign-LN

Signature Code : Nv.BGA-DWAQy-BGADc-AMyAx

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา
ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร ๐๒-๓๒๕๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒
โทรสาร ๐๒-๓๒๕๔-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๙๔-๗๐๗-๒๓๖๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา โทร ๓๖๙๒

ที่ อว ๗๐๐๔.๑(๑๑)/e ๑๘๐๔ วันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อบทเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหา

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ ศุภวารสุวัฒน์

ด้วยนางสาวสุภาวดี ภักดีจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนออนไลน์ เรื่องวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชาออปแอมป์ และลิเนียร์ไอซี" โดย ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นผู้มีความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อบทเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหาว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวสุภาวดี ภักดีจันทร์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนออนไลน์ แบบประเมินและแบบทดสอบมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คุณบดี

๑๕ มี.ค. ๖๖ เวลา ๑๖:๑๕:๒๓ Non PK Server Sign LN

Signature Code: MAAVA DIAOA A0ADg AOQBE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๑๘๖๖

คณะกรรมการศูนย์ทดสอบและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง เลขที่ ๑ ซอยฉลองกรุง ๑
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหา

เรียน นายกิตติพงษ์ ไชยเสนา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน บทเรียนและแบบทดสอบ

ด้วยนางสาวสุภาวดี กักดีจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนออนไลน์ เรื่องวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ขาออกแอมป์และลิเนียร์ไอซี" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย หมีนสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการศูนย์ทดสอบและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นผู้มีความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหาว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวสุภาวดี กักดีจันทร์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดี

๑๕ มี.ค. ๖๖ ๑๒:๐๖:๕๖ Non-FKI Server Sign-LN

Signature Code : RQAwA4DyANy-BFADE-AMwA2

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา
ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร ๐๒-๓๒๕๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒
โทรสาร ๐๒-๓๒๕๔-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๙๔-๗๐๗-๒๓๖๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๑๘๐๕

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง เลขที่ ๑ ซอยฉลองกรุง ๑
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๕ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหา

เรียน นายฉัตรชัย จาหอม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน บทเรียนและแบบทดสอบ

ด้วยนางสาวสุภาวดี ถักดีจันทร์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนออนไลน์ เรื่องวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ขาออกแอมป์และลิเนียร์ไอซี" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย หมีนสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ เป็น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นผู้มีความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหาว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวสุภาวดี ถักดีจันทร์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดี

๑๕ มี.ค. ๖๖ 17:๓1 e๒๐๕๕๑๐ Non-FKI Server Sign-LN

Signature Code : MjAxXAEIARy-A1ADY-AMjBG

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา
ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร ๐๒-๓๒๕๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒
โทรสาร ๐๒-๓๒๕๔-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๙๔-๗๐๗-๒๓๖๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์
(ด้านเนื้อหา)**

เรื่อง บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่
วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

The effectiveness of the online course on Operating Amplifiers and Filter Circuit,
Op-Amp and Linear IC.

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่าง ๆ และประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรุณาทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว) โดยมีระดับของการประเมิน ดังนี้

- 5 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ดีมาก
- 4 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ดี
- 3 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ปานกลาง
- 2 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ พอใช้
- 1 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ปรับปรุง

ตอนที่ 2 ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดกรุณาเขียนข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการพัฒนา บทเรียนออนไลน์ในโอกาสต่อไป

ตอนที่ 1 ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่าง ๆ และประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรุณาทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว) โดยมีระดับของการประเมิน ดังนี้

- 5 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ดีมาก
- 4 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ดี
- 3 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ปานกลาง
- 2 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ พอใช้
- 1 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ปรับปรุง

| ข้อที่ | รายการ | ระดับคะแนน | | | | |
|-----------------|---|-------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. | เนื้อหา มีความสอดคล้อง ครอบคลุม กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| 2. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบกลับเฟส | | | | | |
| 3. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าแบบไม่กลับเฟส | | | | | |
| 4. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรรองความถี่ต่ำ | | | | | |
| 5. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรรองความถี่สูง | | | | | |
| 6. | รูปภาพ มีความถูกต้องสอดคล้องกับเนื้อหา | | | | | |
| 7. | เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน | | | | | |
| 8. | เนื้อหา สามารถเข้าใจได้ง่าย | | | | | |
| 9. | การจำลองวงจร สามารถปฏิบัติตามได้ง่าย | | | | | |
| รวม | | | | | | |
| รวมคะแนนทั้งหมด | | คะแนน | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดกรุณาเขียนข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการพัฒนา
บทเรียนออนไลน์ในโอกาสต่อไป

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



ลงชื่อ.....
(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)**

เรื่อง บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่
วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

The effectiveness of the online course on Operating Amplifiers and Filter Circuit,
Op-Amp and Linear IC.

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่าง ๆ และประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรุณาทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว) โดยมีระดับของการประเมิน ดังนี้

- 5 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ดีมาก
- 4 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ดี
- 3 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ปานกลาง
- 2 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ พอใช้
- 1 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ปรับปรุง

ตอนที่ 2 ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดกรุณาเขียนข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยในการพัฒนา บทเรียนออนไลน์ในโอกาสต่อไป

ตอนที่ 1 ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาประเด็นต่าง ๆ และประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยใช้เครื่องหมาย (✓) ในช่องความคิดเห็น (แต่ละข้อกรุณาทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียว) โดยมีระดับของการประเมิน ดังนี้

5 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ดีมาก

4 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ดี

3 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ปานกลาง

2 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ พอใช้

1 มีค่าเท่ากับ เห็นด้วยในระดับ ปรับปรุง

| ข้อที่ | รายการ | ระดับคะแนน | | | | |
|--------|---|-------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. | ความเหมาะสมในการจัดวางรูปแบบ องค์ประกอบ | | | | | |
| 2. | ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและพื้นหลัง | | | | | |
| 3. | ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร | | | | | |
| 4. | ความเหมาะสมของรูปภาพประกอบ | | | | | |
| 5. | บทเรียนมีความน่าสนใจ | | | | | |
| 6. | ความสะดวกในการใช้บทเรียน | | | | | |
| 7. | เสียงมีความชัดเจน | | | | | |
| | รวม | | | | | |
| | รวมคะแนนทั้งหมด | คะแนน | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



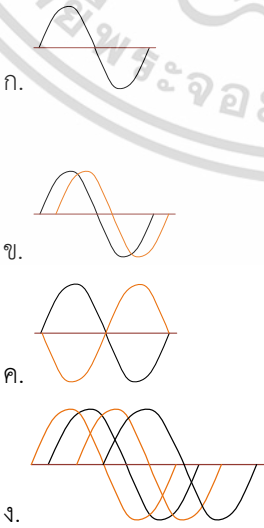
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบกับตัวชี้วัด

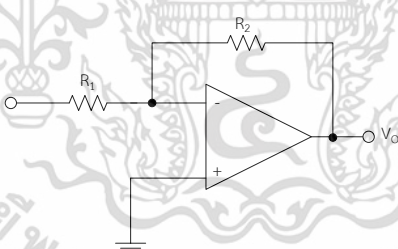
คำชี้แจง โปรดพิจารณา ข้อสอบแต่ละข้อที่แนบว่าวัดได้ตรงกับตัวชี้วัดหรือไม่ ให้ทำเครื่องหมาย ✓
ลง

ในช่อง +1 ถ้าวัดได้ตรงตามตัวชี้วัด
ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจหรือตัดสินไม่ได้
ในช่อง -1 ถ้าวัดไม่ได้ตรงตรงกับตัวชี้วัด

พร้อมทั้งข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

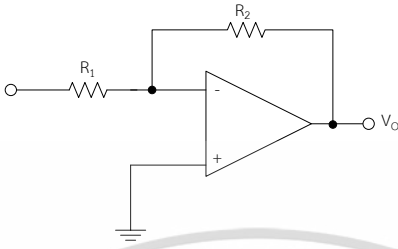
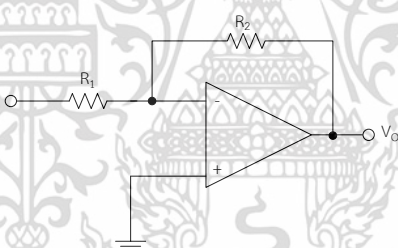
| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--|---|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - บอก คุณสมบัติของ ออปแอมป์ได้ | 1. ข้อใดคือคุณสมบัติของออปแอมป์ในอุดมคติ ก. ค่าความต้านทาน R_{in} สูงมาก ข. ค่าความต้านทาน R_o ต่ำมาก ค. อัตราขยายมีค่าสูงมาก ง. ถูกทุกข้อ | | | | |
| - บอก คุณสมบัติของ ออปแอมป์ได้ | 2. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของออปแอมป์ในอุดมคติ ก. $A_v = \infty$ ข. $R_i = \infty$ ค. $R_o = 0$ ง. $A_v = 0$ | | | | |
| - บอกลักษณะ สัญญาณเฟส ของวงจร ขยายสัญญาณ แบบกลับเฟส ได้ | ข้อใดคือสัญญาณเฟสของวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส  | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - อธิบาย สัญญาณเฟส ของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ กลับเฟสได้ | <p>วงจรรขยายสัญญาณแบบกลับเฟสเป็นวงจรรขยายที่มี สัญญาณเฟสตรงกับข้อใด</p> <p>ก. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตต่างกัน 90° ข. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตต่างกัน 160° ค. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตมีเฟสเดียวกัน ง. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตมีเฟสตรงกันข้ามกัน</p> | | | | |
| - บ อ ก คุณสมบัติของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ กลับเฟสได้ | <p>ข้อใดคือคุณสมบัติของวงจรรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส</p> <p>ก. Input ถูกกลับเฟส 180 องศา ก่อนส่งออก Output ข. Output Impedance มีค่าน้อยมาก ค. R_1 กำหนดขนาดสัญญาณ input และ R_2 กำหนด อัตราขยายของวงจรร ง. ถูกทุกข้อ</p> | | | | |
| - อธิบายการ ทำงานของ วงจรรขยาย สัญญาณที่มี การกลับเฟส ได้ | <p>จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส อัตราการขยาย สัญญาณของวงจรรสามารถปรับเปลี่ยนจากอะไร</p>  <p>ก. R_1 ข. R_2 ค. R_1 และ R_2 ง. ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้</p> | | | | |

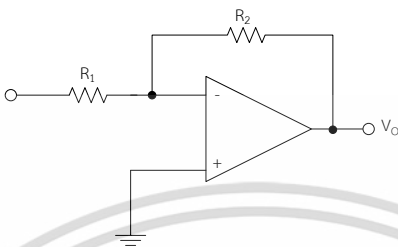
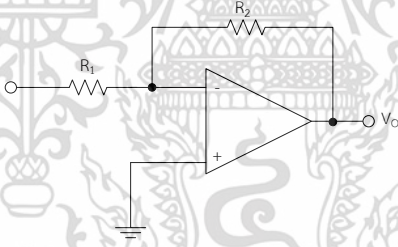
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อเสนอแนะ |
|--|---|-------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - อธิบายการทำงานของวงจรขยายสัญญาณที่มีการกลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจขยายสัญญาณแบบกลับเฟส หากตัวต้านทาง R_1 และ R_2 ถูกลัดวงจร จะเป็นวงจรอะไร</p>  <p>ก. วงจรตามแรงดัน ข. วงจขยายสัญญาณแบบกลับเฟส ค. วงจขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส ง. วงจรกรองความถี่ต่ำ</p> | | | | |
| - คำนวณหาอัตราขยายแรงดันของวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_1=10k\Omega$ และ $R_2=100k\Omega$ ป้อนอินพุตให้วงจร 100mV จะได้อัตราขยายของวงจรเท่าไร</p>  <p>ก. -1 เท่า ข. -10 เท่า ค. -100 เท่า ง. -1000 เท่า</p> | | | | |

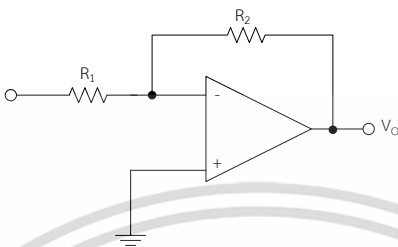
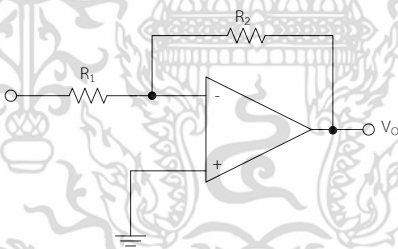
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|---|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา แรงดัน เอาต์พุตของ วงจรขยาย สัญญาณแบบ กลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_1=10k\Omega$ และ $R_2=100k\Omega$ ป้อนอินพุตให้วงจร 100mV จะได้แรงดันส่งออกเอาต์พุตเท่าไร</p>  <p>ก. -1 V ข. -2 V ค. -3 V ง. -4 V</p> | | | | |
| - คำนวณหา แรงดัน เอาต์พุตของ วงจรขยาย สัญญาณแบบ กลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส มีอัตราขยาย วงจร -100 เท่า และมีแรงดันอินพุต 20mV จะมีแรงดัน เอาต์พุตเท่าไร</p>  <p>ก. 0.2 mV ข. 2 mV ค. 0.2 V ง. 2 V</p> | | | | |

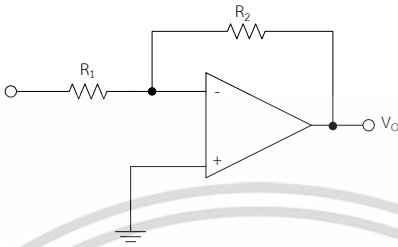
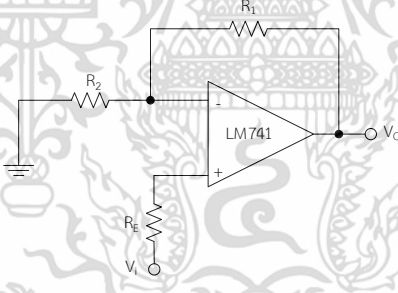
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา กระแสของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ กลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_1=3k\Omega$ และ $R_2=300k\Omega$ ป้อนอินพุตให้วงจรร 1.2V กระแสที่อินพุตจะมีค่าเท่าไร</p>  <p>ก. 20 mA ข. 40 mA ค. 60 mA ง. 80 mA</p> | | | | |
| - คำนวณหา ค่าความ ต้านทานของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ กลับเฟสได้ | <p>จากรูป วงจรรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_1=3.6k\Omega$ ป้อนอินพุตให้วงจรร 1.2V มีแรงดันส่งออกเอาต์ -2.3 V ค่าความต้านทาน R_2 มีค่าเท่าไร</p>  <p>ก. 5.9kΩ ข. 6.9kΩ ค. 7.9kΩ ง. 8.9kΩ</p> | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากข้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา แรงดันอินพุต ของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ กลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_1=15k\Omega$ และ $R_2=68k\Omega$ มีแรงดันส่งออกเอาต์พุต 6.2 V แรงดันอินพุตมีค่าเท่าไร</p>  <p>ก. -1.367 V ข. 1.367 V ค. -2.367 V ง. 2.367 V</p> | | | | |
| - อธิบายการ ทำงานของ วงจรรขยาย สัญญาณที่มี การกลับเฟส ได้ | <p>จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส ที่ต่อตัว ต้านทาน R_E ต่อตัวต้านทาน R_E ในวงจรเพื่ออะไร</p>  <p>ก. เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดทางกระแสไบอัสอินพุต ข. เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดทางกระแสไบอัสเอาต์พุต ค. เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดทางกระแสไบอัสที่ตัว ต้านทาน ง. เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดทางกระแสไบอัสที่โหลด</p> | | | | |

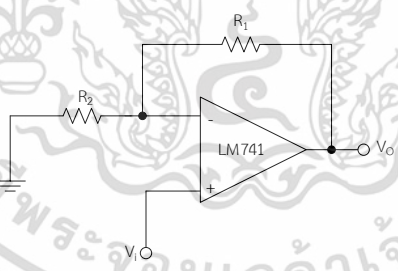
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือเผยแพร่ด้วยวิธีการใดๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

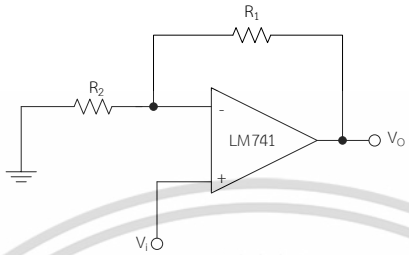
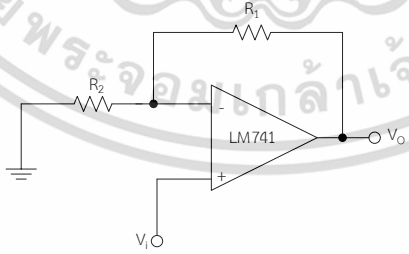
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อเสนอแนะ |
|---|---|-------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - อธิบายการทำงานของวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าได้ | ข้อใดคือหน้าที่ของวงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า ก.ขยายสัญญาณที่มีแอมพลิจูดต่ำ ให้มีแอมพลิจูดที่สูงขึ้น ข.ขยายสัญญาณที่มีแอมพลิจูดสูง ให้มีแอมพลิจูดที่ต่ำลง ค.ขยายสัญญาณที่มีแอมพลิจูดต่ำ ให้มีแอมพลิจูดที่คงที่ ง.ขยายสัญญาณที่มีแอมพลิจูดสูง ให้มีแอมพลิจูดที่คงที่ | | | | |
| - บอกลักษณะสัญญาณเฟสของวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟสได้ | ข้อใดคือสัญญาณเฟสของวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส  | | | | |
| - อธิบายสัญญาณเฟสของวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟสได้ | วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟสเป็นวงจรขยายที่มีสัญญาณเฟสตรงกับข้อใด ก. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตต่างกัน 90° ข. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตต่างกัน 160° ค. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตมีเฟสแบบเดียวกัน ง. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตมีเฟสตรงกันข้ามกัน | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

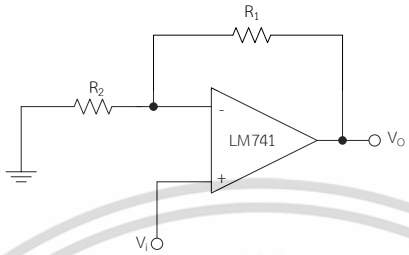
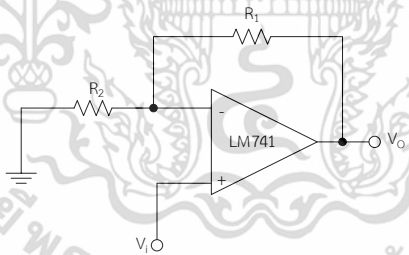
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - อธิบาย สัญญาณเฟส ของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ ไม่กลับเฟสได้ | วงจรรขยายสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้โอซีออปแอมป์ แล้วทำให้ เฟสของสัญญาณเหมือนกันเรียกว่าวงจระอะไร ก. Inverting Amplifier ข. Non Inverting Amplifier ค. The Voltage Follower Circuit ง. Voltage Regulator | | | | |
| - บ อ ก คุณสมบัติของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ ไม่กลับเฟสได้ | ข้อใดคือคุณสมบัติของวงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับ เฟส ก. อินพุตอิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าสูงมาก มีค่าเป็นเม-กะ โอห์ม ข. เอาต์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าน้อยมาก ค. สัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามาไม่มีการกลับเฟส ก่อน ส่งออกเอาต์พุต ง. ถูกทุกข้อ | | | | |
| - คำนวณหา อัตราขยาย แรงดันของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ ไม่กลับเฟสได้ | จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส ข้อใดคือ วิธีการคำนวณหาอัตราขยายแรงดันของวงจรรขยาย สัญญาณแบบไม่กลับเฟส  ก. $A_v = \frac{R_2}{R_1}$ ข. $A_v = \frac{R_2}{R_1} + 1$ ค. $A_v = \frac{1}{R_1}$ ง. $A_v = \frac{1}{R_1} + 1$ | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--|---|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา แรงดัน เอาต์พุตของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ ไม่กลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส ข้อใดคือ วิธีการคำนวณหาแรงดันเอาต์พุตของวงจรรขยายสัญญาณ แบบไม่กลับเฟส</p>  <p>ก. $V_o = \left[\frac{R_2}{R_1} \right] + 1$ ข. $V_o = \left[1 + \frac{R_2}{R_1} \right]$ ค. $V_o = \left[\frac{R_2}{R_1} \right] \times V_i$ ง. $V_o = \left[1 + \frac{R_1}{R_2} \right] \times V_i$</p> | | | | |
| - คำนวณหา อัตราขยาย แรงดันของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ ไม่กลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส กำหนดให้ R_2 $= 15k\Omega$, $R_1 = 150k\Omega$ แรงดันอินพุต $V_i = +0.6V$ จงหา อัตราขยายแรงดัน</p>  <p>ก. 10 เท่า ข. 11 เท่า ค. 12 เท่า ง. 13 เท่า</p> | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|---|---|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา แรงดัน เอาต์พุตของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ ไม่กลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส กำหนดให้ $R_2 = 15k\Omega$, $R_1 = 150k\Omega$ แรงดันอินพุต $V_i = +0.6V$ จงหาแรงดันเอาต์พุต</p>  <p>ก. 5.0 V ข. 5.5 V ค. 6 V ง. 6.6 V</p> | | | | |
| - คำนวณหา แรงดัน เอาต์พุตของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ ไม่กลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส กำหนดให้แรงดันเอาต์พุต $V_o = 13 V$, $R_1 = 180k\Omega$, $R_2 = 18k\Omega$ จงหาแรงดันอินพุต</p>  <p>ก. 1.18 V ข. 2.18 V ค. 3.18 V ง. 4.18 V</p> | | | | |

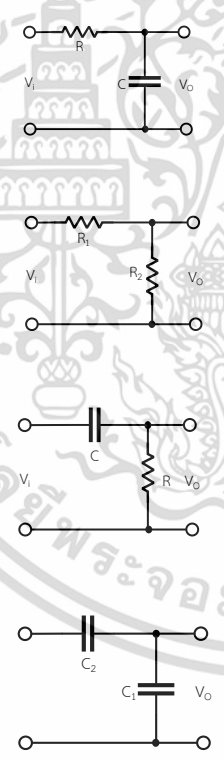
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|---|---|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา แรงดัน เอาต์พุตของ วงจรรขยาย สัญญาณแบบ ไม่กลับเฟสได้ | <p>จากรูปวงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส กำหนดให้ $R_2 = 26k\Omega$, $R_1 = 350k\Omega$ แรงดันอินพุต $V_i = -0.48V$ จงหาแรงดันเอาต์พุต</p>  <p>ก. -5.94152 V ข. 5.94152 V ค. -6.94152 V ง. 6.94152 V</p> | | | | |
| - อธิบายการ ทำงานของ วงจรรอง ความถี่ได้ | <p>วงจรรองความถี่ทำหน้าที่อะไร</p> <p>ก. เป็นวงจรถัดความถี่ทุกความถี่ออก ข. เป็นวงจรถัดความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าผ่านได้บ้าง ช่วงเท่านั้น โดยที่ความถี่อื่น ๆ จะถูกลดทอนหรือตัดออกไป เพื่อให้ได้ความถี่ที่ต้องการเท่านั้น ค. เป็นวงจรถัดความถี่ให้ผ่านทุกความถี่ ง. เป็นวงจรถัดความถี่เฉพาะความถี่ที่ไม่ต้องการ</p> | | | | |
| - อธิบาย ความหมาย ของค่า คutoff ได้ | <p>ความถี่คutoff หมายถึงข้อใด</p> <p>ก. ความถี่ ณ ขณะที่อัตราขยายของวงจรมีค่าลดลงเป็น 0.707 เท่าของอัตราขยายปกติ ข. ความถี่ ณ ขณะที่อัตราขยายของวงจรมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.707 เท่าของอัตราขยายปกติ ค. ความถี่ ณ ขณะที่อัตราขยายของวงจรมีค่าลดลงเป็น 1 เท่าของอัตราขยายปกติ ง. ความถี่ ณ ขณะที่อัตราขยายของวงจรมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1 เท่าของอัตราขยายปกติ</p> | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อเสนอแนะ |
|---|--|-------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - อธิบายหลักการทำงานของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านได้ | ข้อใดคือหลักการทำงานของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ก. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ f_c ผ่านไปได้หมด ข. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ ผ่านไปได้หมด ค. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดผ่านได้เท่านั้น ง. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 100 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดผ่านได้เท่านั้น | | | | |
| - อธิบายหลักการการทำงานของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านได้ | วงจรกรองความถี่ต่ำแบบพาสซีฟ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ใด ก. ออปแอมป์ ตัวต้านทาน ข. ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ค. ออปแอมป์ ตัวเก็บประจุ ง. แอล อี ดี ทรานซิสเตอร์ | | | | |
| - อธิบายหลักการทำงานของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านได้ | ข้อใดคืออุปกรณ์แอคทีฟ ก. ตัวเก็บประจุ ข. ออปแอมป์ ค. ตัวเหนี่ยวนำ ง. ตัวต้านทาน | | | | |
| - อธิบายหลักการการทำงานของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านได้ | วงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอคทีฟ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ใด ก. ออปแอมป์ ตัวต้านทาน ข. ออปแอมป์ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ค. ออปแอมป์ ตัวเก็บประจุ ง. ออปแอมป์ แอล อี ดี ทรานซิสเตอร์ | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

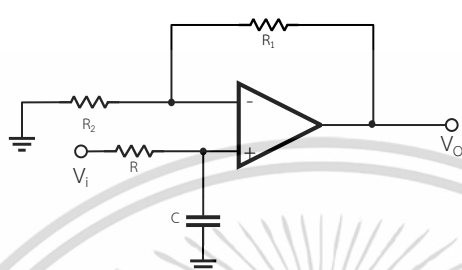
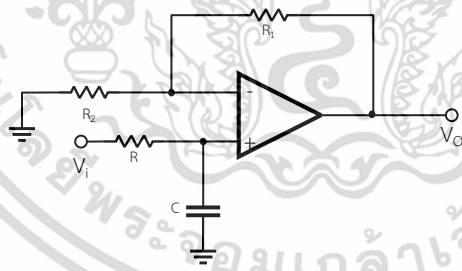
| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา ความถี่คัท ออฟในวงจร กรองความถี่ ต่ำผ่านได้ | ข้อใดคือสูตรการหาความถี่คัทออฟ $A_v = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$ ก. $A_v = \left(\frac{R_1}{R_2}\right) \times V_i$ ข. $f_c = \frac{1}{2\pi R}$ ค. $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$ ง. | | | | |
| - อธิบาย หลักการ ทำงานของ วงจรกรอง ความถี่ต่ำผ่าน ได้ | ข้อใดคือวงจรกรองความถี่ต่ำแบบพาสซีฟ  ก. ข. ค. ง. | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

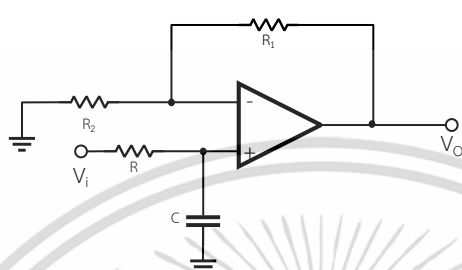
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อเสนอแนะ |
|--|--|-------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - อธิบายกราฟผลการตอบสนองของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านจากการประมาณได้ | <p>ข้อใดคือกราฟผลการตอบสนองของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านจากการประมาณ</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p> | | | | |
| - คำนวณหาความถี่คัทออฟในวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านได้ | <p>จากรูปวงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอคทีฟ กำหนดให้ค่าความต้านทาน $R_2=120k\Omega$ ความต้านทาน $R_1=12k\Omega$ ความต้านทาน $R=4k\Omega$ ตัวเก็บประจุ $C=0.47\mu F$ ความถี่คัทออฟมีค่าเท่าใดเมื่อแรงดันอินพุต = 120mV</p> <p></p> <p>ก. 84.6998 Hz ข. 184.6998 Hz ค. 284.6998 Hz ง. 384.6998 Hz</p> | | | | |

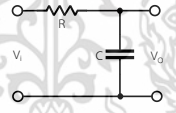
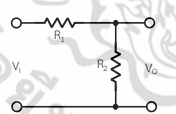
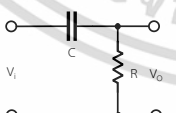
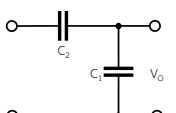
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

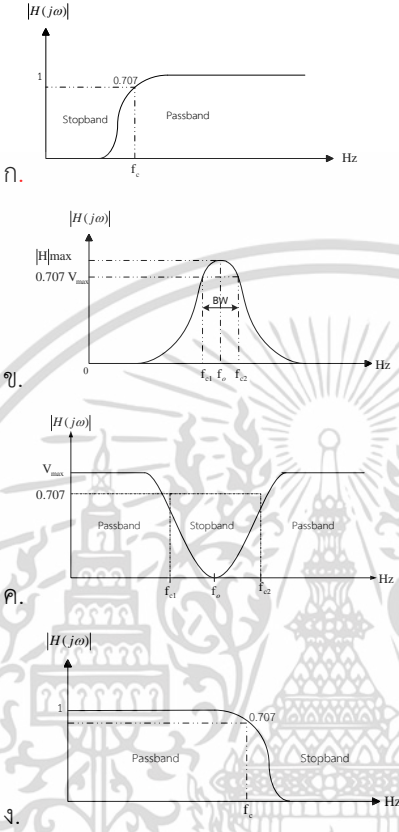
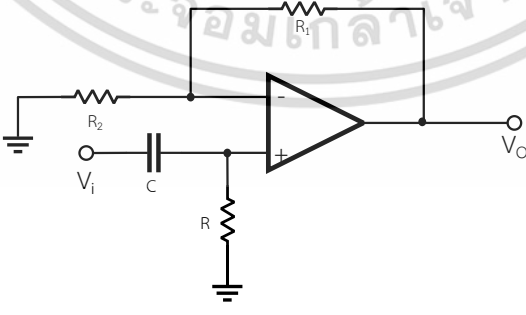
| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|---|---|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา แรงดันเอาต์- พุทในวงจร กรองความถี่ ต่ำผ่านได้ | จากรูปวงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความ ต้านทาน $R_2=120k\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 12k\Omega$ ความ ต้านทาน $R=4k\Omega$ ตัวเก็บประจุ $C = 0.47\mu F$ แรงดัน เอาต์พุตมีค่าเท่าใดเมื่อแรงดันอินพุต = $120mV$  <p>ก. $0.32V$ ข. $1.32 V$ ค. $2.32 V$ ง. $3.32 V$</p> | | | | |
| - คำนวณหา ความต้าน- ทานในวงจร กรองความถี่ ต่ำได้ | จากวงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความ ต้านทาน $R_2=560k\Omega$ ความต้านทาน $R_1= 18k\Omega$ ตัวเก็บ ประจุ $C=0.1\mu F$ ค่าความต้านทานมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดัน อินพุต = $220mV$ ความถี่คัทออฟ = $5kHz$  <p>ก. 118.4713Ω ข. 218.4713Ω ค. 318.4713Ω ง. 418.4713Ω</p> | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|---|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา ความถี่คัท ออฟในวงจร กรองความถี่ ต่ำผ่านได้ | <p>จากวงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความ ต้านทาน $R_2 = 100\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 10\text{k}\Omega$ ตัวเก็บ ประจุ $C = 0.33\mu\text{F}$ ค่าความต้านทาน $R = 3.3\text{k}\Omega$ ความถี่คัท ออฟมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = 1V</p>  <p>ก. 40.2219 Hz ข. 140.2219 Hz ค. 46.2219 Hz ง. 146.2219 Hz</p> | | | | |
| - คำนวณหา ความถี่คัท ออฟในวงจร กรองความถี่ ต่ำผ่านได้ | <p>39. จากรูปวงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอกทีฟ กำหนดให้ ความต้านทาน $R_1 = 158\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R_2 = 13\text{k}\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.033\mu\text{F}$ ค่าความต้านทาน $R = 2.2\text{k}\Omega$ ความถี่คัทออฟมีค่าเท่าใดเมื่อแรงดันอินพุต = 1.5V</p> <p>ก. 2.19332 kHz ข. 21.9332 kHz ค. 219.332 kHz ง. 2,193.32 kHz</p> | | | | |
| - อธิบายหลัก การทำงาน ของวงจร กรองความถี่ สูงผ่านได้ | <p>ข้อใดคือหลักการทำงานของวงจรกรองความถี่สูงผ่าน</p> <p>ก. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ความถี่ที่กำหนด f_c ผ่านไปได้หมด</p> <p>ข. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ ผ่านไปได้ หมด</p> <p>ค. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดผ่านได้เท่านั้น</p> <p>ง. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 100 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดผ่านได้เท่านั้น</p> | | | | |

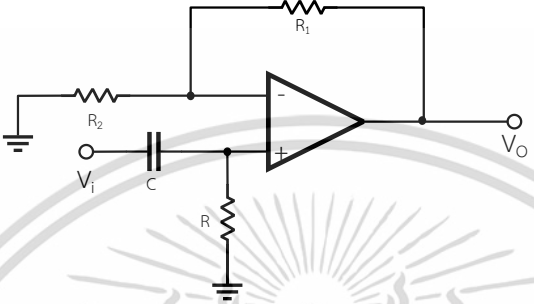
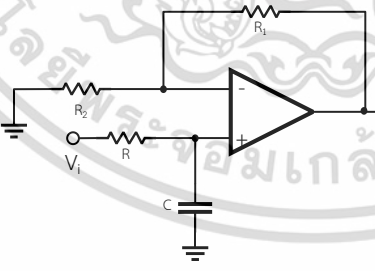
| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อเสนอแนะ |
|--|---|-------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - อธิบาย หลักการ ทำงานของ วงจรกรอง ความถี่สูงผ่าน ได้ | <p>วงจรกรองความถี่สูงผ่านแบบพาสซีฟประกอบไปด้วย อุปกรณ์ใด</p> <p>ก. ออปแอมป์ ตัวต้านทาน</p> <p>ข. ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ</p> <p>ค. ออปแอมป์ ตัวเก็บประจุ</p> <p>ง. แอล อี ดี ทรานซิสเตอร์</p> | | | | |
| - อธิบาย หลักการ ทำงานของ วงจรกรอง ความถี่สูงผ่าน ได้ | <p>วงจรกรองความถี่สูงผ่านแบบแอกทีฟประกอบไปด้วย อุปกรณ์ใด</p> <p>ก. ออปแอมป์ ตัวต้านทาน</p> <p>ข. ออปแอมป์ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ</p> <p>ค. ออปแอมป์ ตัวเก็บประจุ</p> <p>ง. ออปแอมป์ แอล อี ดี ทรานซิสเตอร์</p> | | | | |
| - อธิบาย หลักการ ทำงานของ วงจรกรอง ความถี่สูงผ่าน ได้ | <p>ข้อใดคือวงจรกรองความถี่สูงผ่านแบบพาสซีฟ</p> <p>ก.</p>  <p>ข.</p>  <p>ค.</p>  <p>ง.</p>  | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

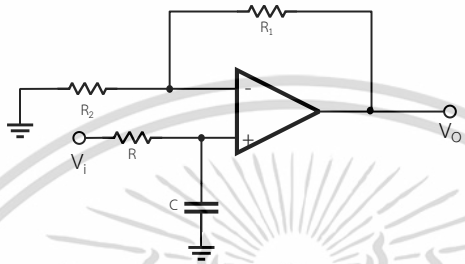
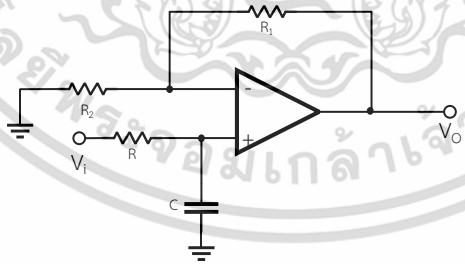
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อเสนอแนะ |
|--|--|-------------|---|----|------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| <p>- อธิบายกราฟผลการตอบสนองของวงจรกรองความถี่สูงผ่านการประมาณได้</p> | <p>ข้อใดคือกราฟผลการตอบสนองของวงจรกรองความถี่สูงผ่านการประมาณ</p>  <p>ก.</p> <p>ข.</p> <p>ค.</p> <p>ง.</p> | | | | |
| <p>- คำนวณหาความถี่คัทออฟในวงจรกรองความถี่สูงผ่านได้</p> | <p>จากรูปวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ค่าต้านทาน $R_2 = 2\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 16\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R = 2.2\text{k}\Omega$ ตัวเก็บประจุ $C = 0.1\mu\text{F}$ ค่าความถี่คัทออฟมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = 2V</p>  <p>ก. 623.7984 Hz</p> <p>ข. 723.7984 Hz</p> <p>ค. 623.7984 kHz</p> <p>ง. 723.7984 kHz</p> | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือเผยแพร่ด้วยวิธีการใดๆ

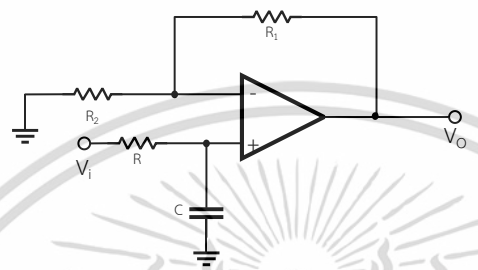
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา แรงดัน เอาต์พุตใน วงจรกรอง ความถี่สูงผ่าน ได้ | <p>จากรูปวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ ความต้านทาน $R_2 = 2k\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 16k\Omega$ ความต้านทาน $R = 2.2k\Omega$ ตัวเก็บประจุ $C = 0.1\mu F$ แรงดันเอาต์พุตมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = 2V</p>  <p>ก. 12 V ข. 14 V ค. 16 V ง. 18 V</p> | | | | |
| - คำนวณหา ความ ต้านทานใน วงจรกรอง ความถี่สูงผ่าน ได้ | <p>จากรูปวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ ความถี่คัทออฟ $f_c = 68kHz$ ความต้านทาน $R_2 = 15k\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 250k\Omega$ ตัวเก็บประจุ $C = 0.001\mu F$ แรงดันอินพุต $V_{in} = 100mV$ ค่าความต้านทาน R มีค่าเท่าใด</p>  <p>ก. 234.1701 Ω ข. 2,341.701 Ω ค. 23,417.01 Ω ง. 234,170.1 Ω</p> | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|--|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา ความถี่คัทออฟ ในวงจรกรอง ความถี่สูงผ่านได้ | <p>จากรูปวงจกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ ความต้านทาน $R_2 = 1.2\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 22\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R = 3.3\text{k}\Omega$ ตัวเก็บประจุ $C = 0.001\mu\text{F}$ ค่าความถี่คัทออฟมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = 120mV</p>  <p>ก. 48.2532 kHz ข. 482.532 kHz ค. $4,825.32\text{ kHz}$ ง. $48,253.2\text{ kHz}$</p> | | | | |
| - คำนวณหา แรงดันเอาต์พุต ในวงจรกรอง ความถี่สูงผ่านได้ | <p>จากรูปวงจกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ ความต้านทาน $R_2 = 1.2\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 22\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R = 3.3\text{k}\Omega$ ตัวเก็บประจุ $C = 0.001\mu\text{F}$ แรงดันเอาต์พุตมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = 120mV</p>  <p>ก. 0.32 V ข. 1.32 V ค. 2.32 V ง. 3.32 V</p> | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม | ข้อสอบ | ความคิดเห็น | | | ข้อ เสนอแนะ |
|---|--|-------------|---|----|----------------|
| | | +1 | 0 | -1 | |
| - คำนวณหา ความต้านทานใน วงจรกรอง ความถี่สูงผ่านได้ | <p>จากรูปวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ ความถี่คัทออฟ $f_c = 35\text{kHz}$ ความต้านทาน $R_2 = 330\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 180\text{k}\Omega$ ตัวเก็บประจุ $C = 0.0047\mu\text{F}$ แรงดันอินพุต $V_{in} = 20\text{mV}$ ค่าความ ต้านทาน R มีค่าเท่าใด</p>  <p>ก. 967.9979 Ω ข. 9,679.979 Ω ค. 96,799.79 Ω ง. 967,997.9 Ω</p> | | | | |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

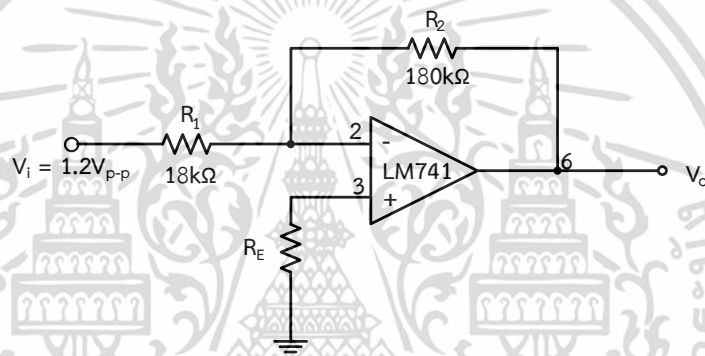
แบบฝึกหัดที่ 1

วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

หน่วย วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า เรื่อง วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส

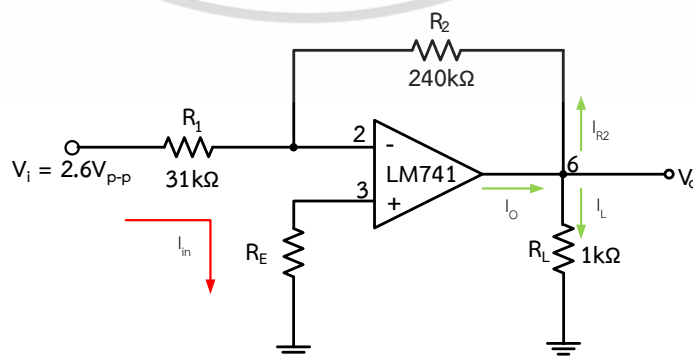
คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาด้วย บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ในหัวข้อ วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส แล้วทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

- จากภาพที่ ง.1 กำหนดให้อินพุตเป็นสัญญาณไซน์มีแอมพลิจูดเท่ากับ $1.2V_{p-p}$ ความต้านทาน R_2 เท่ากับ $180\text{ k}\Omega$ ค่าความต้านทาน R_1 เท่ากับ $18\text{ k}\Omega$ จงคำนวณหาค่าต่อไปนี้
 - ความต้านทาน R_E
 - อัตราขยายแรงดัน
 - แรงดันเอาต์พุต



ภาพที่ ง.1 วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส

- จากภาพที่ ง.2 กำหนดให้ $V_i = 2.6V_{p-p}$, $R_1 = 31\text{ k}\Omega$, $R_2 = 240\text{ k}\Omega$, $R_L = 1\text{ k}\Omega$ จงคำนวณหา
 - กระแสอินพุต I_{in}
 - แรงดันเอาต์พุต V_o
 - กระแสที่ไหลผ่าน R_2 (I_{R2})
 - กระแสโหลด I_L
 - กระแสเอาต์พุต I_{out}



ภาพที่ ง.2 วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟสแบบกำหนดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดที่ 2

วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

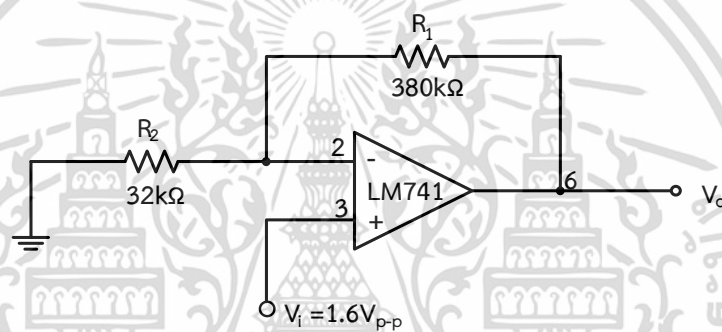
หน่วย วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า เรื่อง วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาด้วย บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรกรองความถี่ วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ในหัวข้อ วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส แล้วทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

1. จากภาพที่ ง.3 กำหนดให้แรงดันอินพุต $V_i = 1.6V_{p-p}$ ความต้านทาน $R_2 = 32k\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 380k\Omega$ จงคำนวณหา

ก. อัตราขยายแรงดัน

ข. แรงดันเอาต์พุต V_o

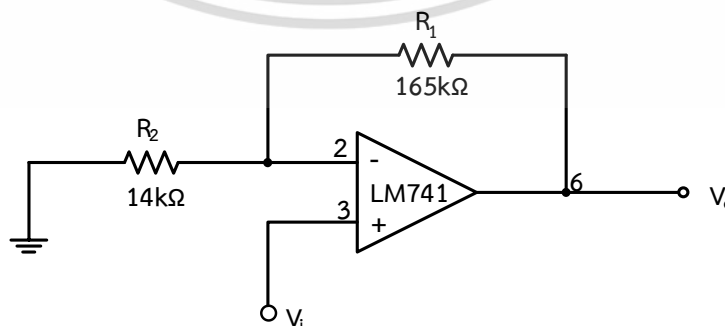


ภาพที่ ง.3 วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส

2. จากภาพที่ ง.4 จงหาแรงดันเอาต์พุต เมื่อความต้านทาน R_1 เท่ากับ $165k\Omega$ ค่าความต้านทาน R_2 เท่ากับ $14k\Omega$ โดย

ก. ให้อินพุตเป็นสัญญาณไซน์มีแอมพลิจูดเท่ากับ $+0.8V_{p-p}$

ข. ให้อินพุตเป็นสัญญาณไซน์มีแอมพลิจูดเท่ากับ $-0.8V_{p-p}$



ภาพที่ ง.4 วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส

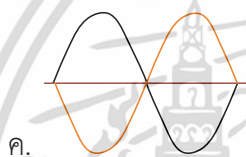
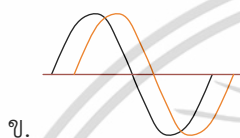
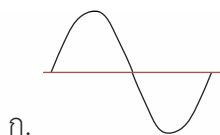
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้าและวงจรรองความถี่

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

วงจรขยายสัญญาณที่มีการกลับเฟส

1. ข้อใดคือสัญญาณเฟสของวงจรขยายสัญญาณที่มีการกลับเฟส

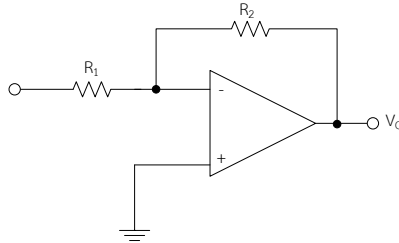


2. วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟสเป็นวงจรขยายที่มีสัญญาณเฟสตรงกับข้อใด

- ก. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตต่างกัน 90°
 ข. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตต่างกัน 160°
 ค. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตมีเฟสเดียวกัน
 ง. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตมีเฟสตรงกันข้ามกัน

3. ข้อใดคือคุณสมบัติของวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส

- ก. Input ถูกกลับเฟส 180 องศา ก่อนส่งออก Output
 ข. Output Impedance มีค่าน้อยมาก
 ค. R_1 กำหนดขนาดสัญญาณ input และ R_2 กำหนดอัตราขยายของวงจร
 ง. ถูกทุกข้อ



ภาพที่ ง.9 วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส

4. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส อัตราการขยายสัญญาณของวงจรสามารถปรับเปลี่ยนจากอะไร

- ก. R_1
- ข. R_2
- ค. R_1 และ R_2
- ง. ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้

5. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_1=10k\Omega$ และ $R_2=100k\Omega$ ป้อนอินพุตให้วงจร $100mV$ จะได้อัตราขยายของวงจรเท่าไร

- ก. -1 เท่า
- ข. -10 เท่า
- ค. -100 เท่า
- ง. -1000 เท่า

6. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_i=10k\Omega$ และ $R_f=100k\Omega$ ป้อนอินพุตให้วงจร $100mV$ จะได้แรงดันส่งออกเอาต์พุตเท่าไร

- ก. -1 V
- ข. -2 V
- ค. -3 V
- ง. -4 V

7. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส มีอัตราขยายวงจร -100 เท่า และมีแรงดันอินพุต $20mV$ จะมีแรงดันเอาต์พุตเท่าไร

- ก. 0.2 mV
- ข. 2 mV
- ค. 0.2 V
- ง. 2 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_1=3k\Omega$ และ $R_2=300k\Omega$ ป้อนอินพุตให้
วงจร 1.2V กระแสที่อินพุตจะมีค่าเท่าไร

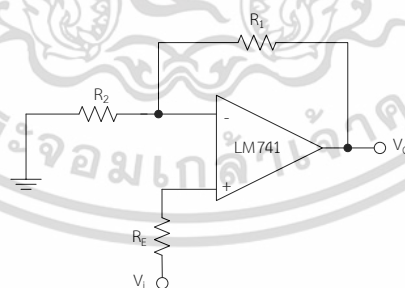
- ก. 20 mA
- ข. 40 mA
- ค. 60 mA
- ง. 80 mA

9. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_1=3.6k\Omega$ ป้อนอินพุตให้วงจร 1.2V มี
แรงดันส่งออกเอาต์ -2.3 V ค่าความต้านทาน R_2 มีค่าเท่าไร

- ก. 5.9k Ω
- ข. 6.9k Ω
- ค. 7.9k Ω
- ง. 8.9k Ω

10. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส กำหนดให้ $R_1=15k\Omega$ และ $R_2=68k\Omega$ มีแรงดันส่งออก
เอาต์ -6.2 V แรงดันอินพุตมีค่าเท่าไร

- ก. -1.367 V
- ข. 1.367 V
- ค. -2.367 V
- ง. 2.367 V



ภาพที่ ง.10 วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส ที่ต่อตัวต้านทาน R_E

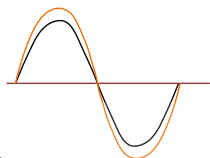
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรขยายสัญญาณที่ไม่มีการกลับเฟส

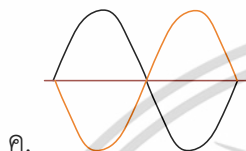
11. ข้อใดคือสัญญาณเฟสของวงจรรขยายสัญญาณที่ไม่มีการกลับเฟส



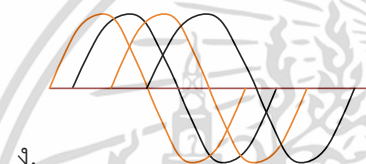
ข.



ค.



ง.



12. วงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟสเป็นวงจรรขยายที่มีสัญญาณเฟสตรงกับข้อใด

ก. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตต่างกัน 90°

ข. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตต่างกัน 160°

ค. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตมีเฟสแบบเดียวกัน

ง. สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตมีเฟสตรงกันข้ามกัน

13. วงจรรขยายสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้โอซีออปแอมป์ แล้วทำให้เฟสของสัญญาณเหมือนกันเรียกว่าวงจรรอะไร

ก. Inverting Amplifier

ข. Non Inverting Amplifier

ค. The Voltage Follower Circuit

ง. Voltage Regulator

14. ข้อใดคือคุณสมบัติของวงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส

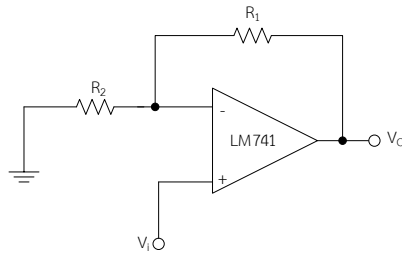
ก. อินพุตอิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าสูงมาก มีค่าเป็นเมกะโอห์ม

ข. เอาต์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าน้อยมาก

ค. สัญญาณอินพุตที่ป้อนเข้ามาไม่มีการกลับเฟส ก่อนส่งออกเอาต์พุต

ง. ถูกทุกข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.11 วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส

15. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส ข้อใดคือวิธีการคำนวณหาอัตราขยายแรงดันของวงจรขยายสัญญาณที่ไม่มีการกลับเฟส

ก. $A_v = \frac{R_2}{R_1}$

ข. $A_v = \frac{R_1}{R_2} + 1$

ค. $A_v = \frac{1}{R_1}$

ง. $A_v = \frac{1}{R_2}$

16. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส ข้อใดคือวิธีการคำนวณหาแรงดันเอาต์พุตของวงจรขยายสัญญาณที่ไม่มีการกลับเฟส

ก. $V_o = \left[\frac{R_2}{R_1} \right] + 1$

ข. $V_o = \left[1 + \frac{R_2}{R_1} \right]$

ค. $V_o = \left[\frac{R_2}{R_1} \right] \times V_i$

ง. $V_o = \left[1 + \frac{R_1}{R_2} \right] \times V_i$

17. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส กำหนดให้ $R_1 = 15k\Omega$, $R_2 = 150k\Omega$ แรงดันอินพุต $V_i = +0.6V$ จงหาอัตราขยายแรงดัน

ก. 10 เท่า

ข. 11 เท่า

ค. 12 เท่า

ง. 13 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส กำหนดให้ $R_1 = 15\text{k}\Omega$, $R_2 = 150\text{k}\Omega$ แรงดันอินพุต $V_i = +0.6\text{V}$ จงหาแรงดันเอาต์พุต

- ก. 5.0 V
- ข. 5.5 V
- ค. 6 V
- ง. 6.6 V

19. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส กำหนดให้ แรงดันเอาต์พุต $V_o = 13\text{ V}$, $R_2 = 180\text{k}\Omega$, $R_1 = 18\text{k}\Omega$ จงหาแรงดันอินพุต

- ก. 1.18 V
- ข. 2.18 V
- ค. 3.18 V
- ง. 4.18 V

20. จากภาพวงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส กำหนดให้ $R_1 = 26\text{k}\Omega$, $R_2 = 350\text{k}\Omega$ แรงดันอินพุต $V_i = -0.48\text{V}$ จงหาแรงดันเอาต์พุต

- ก. -5.94152 V
- ข. 5.94152 V
- ค. -6.94152 V
- ง. 6.94152 V

วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

21. ความถี่คัทออฟหมายถึงข้อใด

- ก. ความถี่ ณ หน้าที่อัตราขยายของวงจรมีค่าลดลงเป็น 0.707 เท่าของอัตราขยายปกติ
- ข. ความถี่ ณ หน้าที่อัตราขยายของวงจรมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.707 เท่าของอัตราขยายปกติ
- ค. ความถี่ ณ หน้าที่อัตราขยายของวงจรมีค่าลดลงเป็น 1 เท่าของอัตราขยายปกติ
- ง. ความถี่ ณ หน้าที่อัตราขยายของวงจรมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1 เท่าของอัตราขยายปกติ

22. ข้อใดคือหลักการทำงานของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

- ก. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ f_c ผ่านไปได้หมด
- ข. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ ผ่านไปได้หมด
- ค. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดผ่านได้เท่านั้น
- ง. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 100 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดผ่านได้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23. วงจรกรองความถี่ต่ำแบบพาสซีฟประกอบไปด้วยอุปกรณ์ใด

- ก. ออปแอมป์ ตัวต้านทาน
- ข. ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ
- ค. ออปแอมป์ ตัวเก็บประจุ
- ง. แอล อี ดี ทรานซิสเตอร์

24. ข้อใดคือสูตรการหาความถี่คutoff

ก.
$$A_v = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

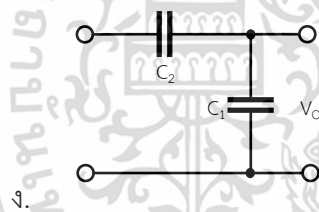
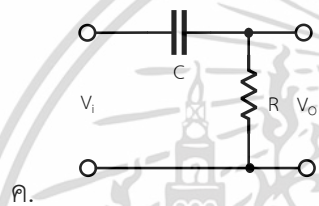
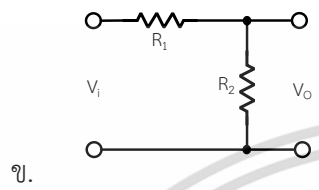
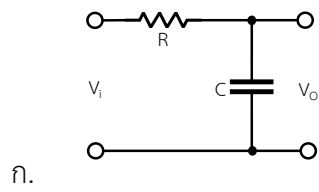
ข.
$$A_v = \left(\frac{R_1}{R_2}\right) \times V_i$$

ค.
$$f_c = \frac{1}{2\pi R}$$

ง.
$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

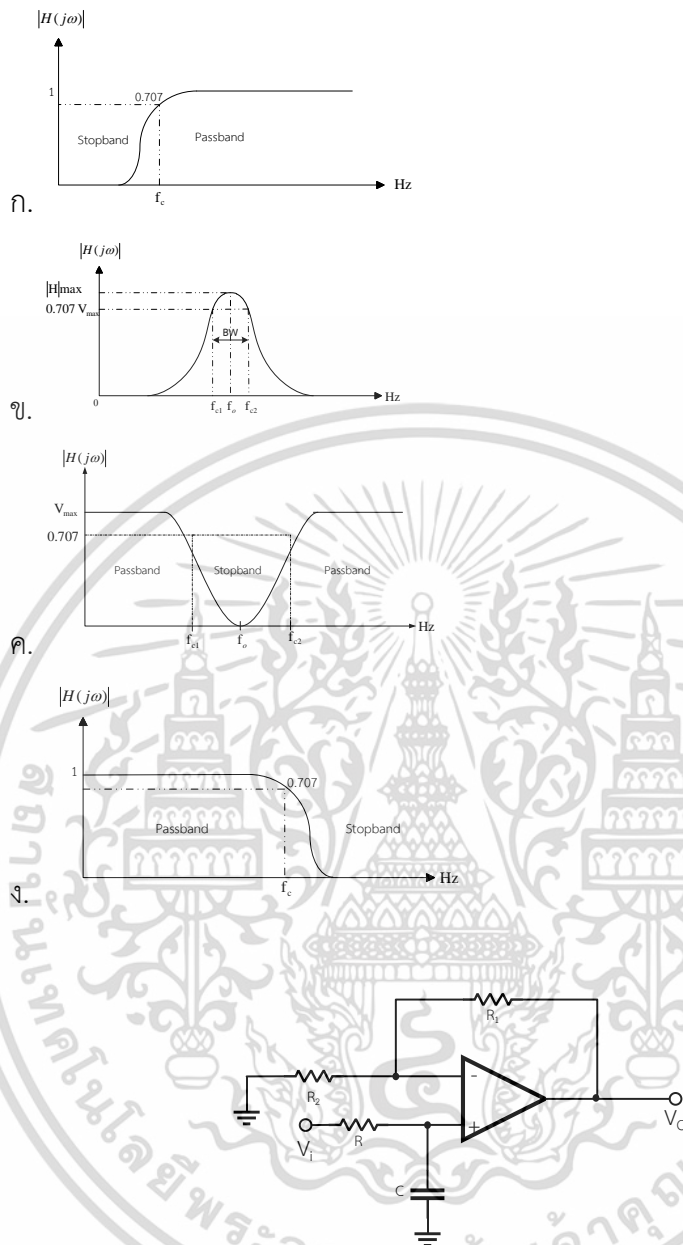
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. ข้อใดคือวงจรกรองความถี่ต่ำแบบพาสซีฟ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26. ข้อใดคือกราฟผลการตอบสนองของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านจากการประมาณ



ภาพที่ ง.12 วงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอกทีฟ

27. จากภาพวงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความต้านทาน $R_1 = 120k\Omega$ ความต้านทาน $R_2 = 12k\Omega$ ความต้านทาน $R = 4k\Omega$ ตัวเก็บประจุ $= 0.47\mu F$ ความถี่คัทออฟมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต $= 120mV$

- ก. 84.6998 Hz
- ข. 184.6998 Hz
- ค. 284.6998 Hz
- ง. 384.6998 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. จากภาพวงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอคทีฟ กำหนดให้ความต้านทาน $R_1 = 120\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R_2 = 12\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R = 4\text{k}\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.47\mu\text{F}$ แรงดันเอาต์พุตมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = 120mV

- ก. 0.32V
- ข. 1.32V
- ค. 2.32V
- ง. 3.32V

29. จากภาพวงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอคทีฟ กำหนดให้ความต้านทาน $R_1 = 560\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R_2 = 18\text{k}\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.1\mu\text{F}$ ค่าความต้านทานมีค่าเท่าใดเมื่อแรงดันอินพุต = 220mV ความถี่คัทออฟ = 5kHz

- ก. 118.4713Ω
- ข. 218.4713Ω
- ค. 318.4713Ω
- ง. 418.4713Ω

30. จากภาพวงจรกรองความถี่ต่ำแบบแอคทีฟ กำหนดให้ความต้านทาน $R_1 = 100\text{k}\Omega$ ความต้านทาน $R_2 = 10\text{k}\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.33\mu\text{F}$ ค่าความต้านทาน $R = 3.3\text{k}\Omega$ ความถี่คัทออฟมีค่าเท่าใดเมื่อแรงดันอินพุต = 1V

- ก. 40.2219 Hz
- ข. 140.2219 Hz
- ค. 46.2219 Hz
- ง. 146.2219 Hz

วงจรรองความถี่สูงผ่าน

31. ข้อใดคือหลักการทำงานของวงจรรองความถี่สูงผ่าน

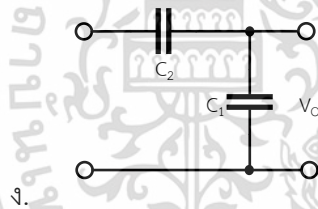
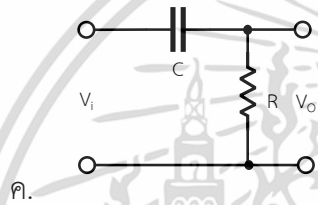
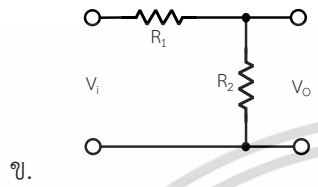
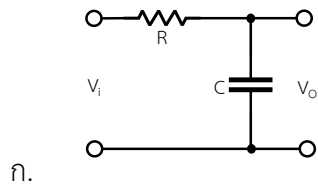
- ก. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ความถี่ที่กำหนด f_c ผ่านไปได้หมด
- ข. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ ผ่านไปได้หมด
- ค. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดผ่านได้เท่านั้น
- ง. ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 100 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนดผ่านได้เท่านั้น

32. วงจรรองความถี่สูงผ่านแบบพาสซีฟประกอบไปด้วยอุปกรณ์ใด

- ก. ออปแอมป์ ตัวต้านทาน
- ข. ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ
- ค. ออปแอมป์ ตัวเก็บประจุ
- ง. แอล อี ดี ทรานซิสเตอร์

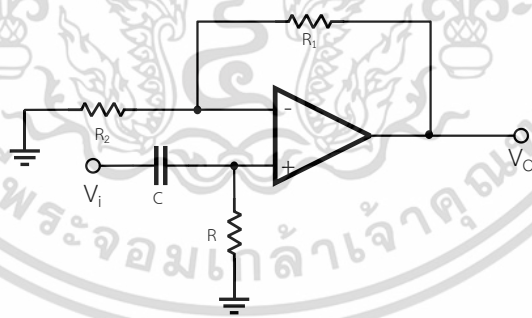
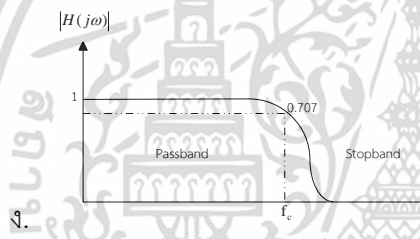
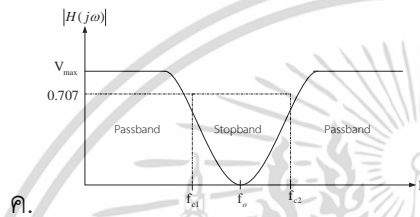
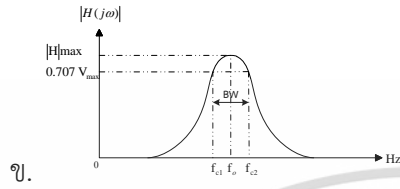
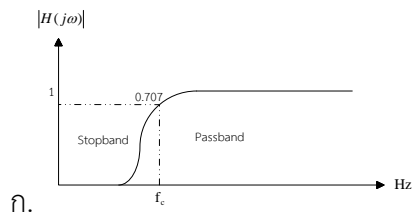
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33. ข้อใดคือวงจรกรองความถี่สูงผ่านแบบพาสซีฟ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34. ข้อใดคือกราฟผลการตอบสนองของวงจรกรองความถี่สูงผ่านจากการประมาณ



ภาพที่ ง.13 วงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35. จากภาพวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความต้านทาน $R_2 = 2k\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 16k\Omega$ ความต้านทาน $R = 2.2k\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.1\mu F$ ค่าความถี่คัทออฟมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = $2V$

- ก. 623.7984 Hz
- ข. 723.7984 Hz
- ค. 623.7984 kHz
- ง. 723.7984 kHz

36. จากภาพวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความต้านทาน $R_2 = 2k\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 16k\Omega$ ความต้านทาน $R = 2.2k\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.1\mu F$ แรงดันเอาต์พุตมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = $2V$

- ก. 12 V
- ข. 14 V
- ค. 16 V
- ง. 18 V

37. จากภาพวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความถี่คัทออฟ $f_c = 68kHz$ ความต้านทาน $R_2 = 15k\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 250k\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.001\mu F$ แรงดันอินพุต $V_{in} = 100mV$ ค่าความต้านทาน R มีค่าเท่าใด

- ก. 234.1701 Ω
- ข. 2,341.701 Ω
- ค. 23,417.01 Ω
- ง. 234,170.1 Ω

38. จากภาพวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความต้านทาน $R_2 = 1.2k\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 22k\Omega$ ความต้านทาน $R = 3.3k\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.001\mu F$ ค่าความถี่คัทออฟมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = $120mV$

- ก. 48.2532 kHz
- ข. 482.532 kHz
- ค. 4,825.32 kHz
- ง. 48,253.2 kHz

39. จากภาพวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความต้านทาน $R_2 = 1.2k\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 22k\Omega$ ความต้านทาน $R = 3.3k\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.001\mu F$ แรงดันเอาต์พุตมีค่าเท่าใด เมื่อแรงดันอินพุต = $120mV$

ก. $0.32 V$

ข. $1.32 V$

ค. $2.32 V$

ง. $3.32 V$

40. จากภาพวงจรกรองความถี่สูงแบบแอกทีฟ กำหนดให้ความถี่คัทออฟ $f_c = 35kHz$ ความต้านทาน $R_2 = 330\Omega$ ความต้านทาน $R_1 = 180k\Omega$ ตัวเก็บประจุ = $0.0047\mu F$ แรงดันอินพุต $V_{in} = 20mV$ ค่าความต้านทาน R มีค่าเท่าใด

ก. 967.9979Ω

ข. $9,679.979 \Omega$

ค. $96,799.79 \Omega$

ง. $967,997.9 \Omega$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพ ด้านเนื้อหา

| ข้อที่ | รายการประเมิน | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | x | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|---------------------|---|---------------|-----------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| | | ท่านที่ 1 | ท่านที่ 2 | ท่านที่ 3 | | | |
| 1. | เนื้อหา มีความสอดคล้อง ครอบคลุม กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | 5 | 5 | 4 | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรขยาย สัญญาณไฟฟ้าแบบกลับเฟส | 4 | 4 | 5 | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 3. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรขยาย สัญญาณไฟฟ้าแบบไม่กลับเฟส | 4 | 5 | 5 | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 4. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรกรอง ความถี่ต่ำ | 4 | 5 | 4 | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 5. | ความถูกต้องของเนื้อหา วงจรกรอง ความถี่สูง | 4 | 4 | 5 | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 6. | รูปภาพ มีความถูกต้องสอดคล้องกับ เนื้อหา | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 7. | เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับของ ผู้เรียน | 5 | 4 | 5 | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 8. | เนื้อหา สามารถเข้าใจได้ง่าย | 4 | 5 | 4 | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 9. | การจำลองวงจร สามารถปฏิบัติตามได้ ง่าย | 4 | 5 | 5 | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| ค่าเฉลี่ยรวม | | | | | 4.56 | 0.51 | ดีมาก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

| ข้อที่ | รายการประเมิน | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | \bar{x} | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|---------------------|--|---------------|-----------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| | | ท่านที่ 1 | ท่านที่ 2 | ท่านที่ 3 | | | |
| 1. | ความเหมาะสมในการจัดวางรูปแบบองค์ประกอบ | 5 | 5 | 4 | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2. | ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและพื้นหลัง | 4 | 4 | 5 | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 3. | ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 4. | ความเหมาะสมของรูปภาพประกอบ | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 5. | บทเรียนมีความน่าสนใจ | 5 | 5 | 4 | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 6. | ความสะดวกในการใช้บทเรียน | 4 | 5 | 5 | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 7. | เสียงมีความชัดเจน | 4 | 4 | 5 | 4.33 | 0.58 | ดี |
| ค่าเฉลี่ยรวม | | | | | 4.67 | 0.41 | ดีมาก |

ตารางที่ จ.3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์

| ข้อที่ | รายการประเมิน | \bar{x} | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|---------------------|--|-------------|-------------|------------------|
| 1. | ภาพที่ใช้ในบทเรียนมีความน่าสนใจ สอดคล้องกับ เนื้อหา | 4.72 | 0.46 | มากที่สุด |
| 2. | ขนาดและสีตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสมชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย | 4.76 | 0.44 | มากที่สุด |
| 3. | การจัดองค์ประกอบในบทเรียนมีความเหมาะสม สะดุดตา น่าสนใจ น่าติดตาม | 4.60 | 0.50 | มากที่สุด |
| 4. | มีเนื้อหาที่พอเพียงสำหรับการทำความเข้าใจ | 4.92 | 0.28 | มากที่สุด |
| 5. | เนื้อหาและแบบทดสอบกระตุ้นให้เรียนรู้ด้วยตนเอง | 4.72 | 0.46 | มากที่สุด |
| 6. | ความสะดวกในการใช้บทเรียน | 4.76 | 0.44 | มากที่สุด |
| 7. | เสียงมีความชัดเจน | 4.80 | 0.41 | มากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยรวม | | 4.75 | 0.42 | มากที่สุด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.4 ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| ข้อที่ | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | วิเคราะห์ ioc | ความหมาย |
|--------|---------------|-----------|-----------|---------------|-------------|
| | ท่านที่ 1 | ท่านที่ 2 | ท่านที่ 3 | | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 0.33 | ไม่สอดคล้อง |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | ไม่สอดคล้อง |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 14 | 0 | 1 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 15 | 1 | 1 | 0 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.4 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | วิเคราะห์ ioc | ความหมาย |
|--------|---------------|-----------|-----------|---------------|-------------|
| | ท่านที่ 1 | ท่านที่ 2 | ท่านที่ 3 | | |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 30 | 1 | 0 | 0 | 0.33 | ไม่สอดคล้อง |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 33 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 34 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 35 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 36 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 37 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 38 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 40 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 41 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 42 | 0 | 1 | 1 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 43 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 44 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 45 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 46 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 47 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 48 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.4 (ต่อ)

| ข้อที่ | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | วิเคราะห์ ioc | ความหมาย |
|--------|---------------|-----------|-----------|---------------|----------|
| | ท่านที่ 1 | ท่านที่ 2 | ท่านที่ 3 | | |
| 49 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 50 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | สอดคล้อง |

ตารางที่ จ.5 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบหาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| ข้อที่ | กลุ่มเก่ง (R _H) | กลุ่มอ่อน (R _L) | p | แปลความหมาย | r | แปล ความหมาย | ผลการ ประเมิน |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|------|----------------|-------|-----------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 0.25 | ค่อนข้างยาก | -0.10 | จำแนกต่ำ | ใช้ไม่ได้ |
| 2 | 4 | 4 | 0.40 | ยากง่ายปานกลาง | 0.00 | จำแนกต่ำ | ใช้ไม่ได้ |
| 3 | 7 | 2 | 0.45 | ยากง่ายปานกลาง | 0.50 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 4 | 5 | 2 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 5 | 4 | 1 | 0.25 | ค่อนข้างยาก | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 6 | 5 | 1 | 0.30 | ค่อนข้างยาก | 0.40 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 7 | 5 | 3 | 0.40 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 8 | 6 | 3 | 0.45 | ยากง่ายปานกลาง | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 9 | 5 | 3 | 0.40 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 10 | 4 | 2 | 0.30 | ค่อนข้างยาก | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 11 | 6 | 2 | 0.40 | ยากง่ายปานกลาง | 0.40 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 12 | 5 | 3 | 0.40 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 13 | 4 | 1 | 0.25 | ค่อนข้างยาก | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 14 | 2 | 1 | 0.15 | ยากมาก | 0.10 | จำแนกต่ำ | ใช้ไม่ได้ |
| 15 | 1 | 3 | 0.20 | ค่อนข้างยาก | -0.20 | จำแนกต่ำ | ใช้ไม่ได้ |
| 16 | 7 | 4 | 0.55 | ยากง่ายปานกลาง | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 17 | 4 | 2 | 0.30 | ค่อนข้างยาก | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 18 | 6 | 4 | 0.50 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.5 (ต่อ)

| ข้อที่ | กลุ่มเก่ง (R _H) | กลุ่ม อ่อน (R _L) | p | แปลความหมาย | r | แปล ความหมาย | ผลการ ประเมิน |
|--------|--------------------------------|------------------------------------|------|----------------|-------|-----------------|------------------|
| 19 | 7 | 4 | 0.55 | ยากง่ายปานกลาง | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 20 | 7 | 4 | 0.55 | ยากง่ายปานกลาง | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 21 | 6 | 1 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.50 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 22 | 4 | 1 | 0.25 | ค่อนข้างยาก | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 23 | 6 | 1 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.50 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 24 | 5 | 3 | 0.40 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 25 | 5 | 2 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 26 | 2 | 3 | 0.25 | ค่อนข้างยาก | -0.10 | จำแนกต่ำ | ใช้ไม่ได้ |
| 27 | 4 | 2 | 0.30 | ค่อนข้างยาก | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 28 | 5 | 2 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 29 | 6 | 3 | 0.45 | ยากง่ายปานกลาง | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 30 | 6 | 4 | 0.50 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 31 | 2 | 1 | 0.15 | ค่อนข้างยาก | 0.10 | จำแนกต่ำ | ใช้ไม่ได้ |
| 32 | 5 | 2 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 33 | 5 | 2 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 34 | 5 | 3 | 0.40 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 35 | 4 | 0 | 0.20 | ค่อนข้างยาก | 0.40 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 36 | 6 | 4 | 0.50 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 37 | 6 | 4 | 0.50 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 38 | 6 | 2 | 0.40 | ยากง่ายปานกลาง | 0.40 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 39 | 2 | 3 | 0.25 | ค่อนข้างยาก | -0.10 | จำแนกต่ำ | ใช้ไม่ได้ |
| 40 | 4 | 2 | 0.30 | ค่อนข้างยาก | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 41 | 8 | 4 | 0.60 | ค่อนข้างง่าย | 0.40 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 42 | 4 | 4 | 0.40 | ยากง่ายปานกลาง | 0.00 | จำแนกต่ำ | ใช้ไม่ได้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ซึ่งในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้เห็นว่าไปใช้ประโยชน์อื่นใด กรุณา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.5 (ต่อ)

| ข้อที่ | กลุ่มเก่ง (R _H) | กลุ่มอ่อน (R _L) | p | แปลความหมาย | r | แปล ความหมาย | ผลการ ประเมิน |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|------|----------------|------|-----------------|------------------|
| 43 | 4 | 0 | 0.20 | ค่อนข้างยาก | 0.40 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 44 | 4 | 2 | 0.30 | ค่อนข้างยาก | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 45 | 9 | 6 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.30 | จำแนกดี | ใช้ได้ |
| 46 | 6 | 4 | 0.50 | ยากง่ายปานกลาง | 0.20 | จำแนกพอใช้ | ใช้ได้ |
| 47 | 6 | 1 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.50 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |
| 48 | 8 | 4 | 0.60 | ค่อนข้างง่าย | 0.40 | จำแนกดีมาก | ใช้ได้ |

ตารางที่ จ.6 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบหาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม

| ข้อที่ | กลุ่มเก่ง (R _H) | กลุ่มอ่อน (R _L) | p | r | q | pq | ผลการประเมิน |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| 1 | 7 | 2 | 0.45 | 0.50 | 0.55 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 2 | 5 | 2 | 0.35 | 0.30 | 0.65 | 0.23 | ยอมรับได้ |
| 3 | 4 | 1 | 0.25 | 0.30 | 0.75 | 0.19 | ยอมรับได้ |
| 4 | 5 | 1 | 0.30 | 0.40 | 0.70 | 0.21 | ยอมรับได้ |
| 5 | 5 | 3 | 0.40 | 0.20 | 0.60 | 0.24 | ยอมรับได้ |
| 6 | 6 | 3 | 0.45 | 0.30 | 0.55 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 7 | 5 | 3 | 0.40 | 0.20 | 0.60 | 0.24 | ยอมรับได้ |
| 8 | 4 | 2 | 0.30 | 0.20 | 0.70 | 0.21 | ยอมรับได้ |
| 9 | 6 | 2 | 0.40 | 0.40 | 0.60 | 0.24 | ยอมรับได้ |
| 10 | 5 | 3 | 0.40 | 0.20 | 0.60 | 0.24 | ยอมรับได้ |
| 11 | 4 | 1 | 0.25 | 0.30 | 0.75 | 0.19 | ยอมรับได้ |
| 12 | 7 | 4 | 0.55 | 0.30 | 0.45 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 13 | 4 | 2 | 0.30 | 0.20 | 0.70 | 0.21 | ยอมรับได้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.6 (ต่อ)

| ข้อที่ | กลุ่มเก่ง (R _H) | กลุ่มอ่อน (R _L) | p | r | q | pq | ผลการประเมิน |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| 14 | 6 | 4 | 0.50 | 0.20 | 0.50 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 15 | 7 | 4 | 0.55 | 0.30 | 0.45 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 16 | 7 | 4 | 0.55 | 0.30 | 0.45 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 17 | 6 | 1 | 0.35 | 0.50 | 0.65 | 0.23 | ยอมรับได้ |
| 18 | 4 | 1 | 0.25 | 0.30 | 0.75 | 0.19 | ยอมรับได้ |
| 19 | 6 | 1 | 0.35 | 0.50 | 0.65 | 0.23 | ยอมรับได้ |
| 20 | 5 | 3 | 0.40 | 0.20 | 0.60 | 0.24 | ยอมรับได้ |
| 21 | 5 | 2 | 0.35 | 0.30 | 0.65 | 0.23 | ยอมรับได้ |
| 22 | 4 | 2 | 0.30 | 0.20 | 0.70 | 0.21 | ยอมรับได้ |
| 23 | 5 | 2 | 0.35 | 0.30 | 0.65 | 0.23 | ยอมรับได้ |
| 24 | 6 | 3 | 0.45 | 0.30 | 0.55 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 25 | 6 | 4 | 0.50 | 0.20 | 0.50 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 26 | 5 | 2 | 0.35 | 0.30 | 0.65 | 0.23 | ยอมรับได้ |
| 27 | 5 | 2 | 0.35 | 0.30 | 0.65 | 0.23 | ยอมรับได้ |
| 28 | 5 | 3 | 0.40 | 0.20 | 0.60 | 0.24 | ยอมรับได้ |
| 29 | 4 | 0 | 0.20 | 0.40 | 0.80 | 0.16 | ยอมรับได้ |
| 30 | 6 | 4 | 0.50 | 0.20 | 0.50 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 31 | 6 | 4 | 0.50 | 0.20 | 0.50 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 32 | 6 | 2 | 0.40 | 0.40 | 0.60 | 0.24 | ยอมรับได้ |
| 33 | 4 | 2 | 0.30 | 0.20 | 0.70 | 0.21 | ยอมรับได้ |
| 34 | 8 | 4 | 0.60 | 0.40 | 0.40 | 0.24 | ยอมรับได้ |
| 35 | 4 | 0 | 0.20 | 0.40 | 0.80 | 0.16 | ยอมรับได้ |
| 36 | 4 | 2 | 0.30 | 0.20 | 0.70 | 0.21 | ยอมรับได้ |
| 37 | 9 | 6 | 0.75 | 0.30 | 0.25 | 0.19 | ยอมรับได้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.6 (ต่อ)

| ข้อที่ | กลุ่มเก่ง (R _H) | กลุ่มอ่อน (R _L) | p | r | q | pq | ผลการประเมิน |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|--------------|
| 38 | 6 | 4 | 0.50 | 0.20 | 0.50 | 0.25 | ยอมรับได้ |
| 39 | 6 | 1 | 0.35 | 0.50 | 0.65 | 0.23 | ยอมรับได้ |
| 40 | 8 | 4 | 0.60 | 0.40 | 0.40 | 0.24 | ยอมรับได้ |
| รวม | | | | | | 9.05 | |

ตารางที่ จ.7 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน

| ผู้ทดสอบ | X | X ² |
|------------------|----|----------------|
| กลุ่มสูงคนที่ 1 | 29 | 841 |
| กลุ่มสูงคนที่ 2 | 24 | 576 |
| กลุ่มสูงคนที่ 3 | 24 | 576 |
| กลุ่มสูงคนที่ 4 | 22 | 484 |
| กลุ่มสูงคนที่ 5 | 22 | 484 |
| กลุ่มสูงคนที่ 6 | 19 | 361 |
| กลุ่มสูงคนที่ 7 | 19 | 361 |
| กลุ่มสูงคนที่ 8 | 18 | 324 |
| กลุ่มสูงคนที่ 9 | 17 | 289 |
| กลุ่มสูงคนที่ 10 | 17 | 289 |
| กลุ่มต่ำคนที่ 1 | 16 | 256 |
| กลุ่มต่ำคนที่ 2 | 16 | 256 |
| กลุ่มต่ำคนที่ 3 | 15 | 225 |
| กลุ่มต่ำคนที่ 4 | 15 | 225 |
| กลุ่มต่ำคนที่ 5 | 15 | 225 |
| กลุ่มต่ำคนที่ 6 | 12 | 144 |
| กลุ่มต่ำคนที่ 7 | 10 | 100 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.7 (ต่อ)

| ผู้ทดสอบ | X | X ² |
|------------------|-----|----------------|
| กลุ่มต่ำคนที่ 8 | 9 | 81 |
| กลุ่มต่ำคนที่ 9 | 8 | 64 |
| กลุ่มต่ำคนที่ 10 | 7 | 49 |
| รวม | 334 | 6210 |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม มีค่าเท่ากับ 0.7466

$$s_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$

$$s_t^2 = \frac{(20 \times 6210) - 334^2}{20(20-1)}$$

$$s_t^2 = 33.2736$$

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้สูตร KR-20

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

$$r_{tt} = \frac{40}{40-1} \left[1 - \frac{9.05}{33.2736} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{40}{40-1} \left[1 - \frac{\sum 9.05}{33.2736} \right]$$

$$r_{tt} = 0.7466$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.8 ค่าคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

| คนที่ | คะแนนแบบทดสอบ (40) | | | | | |
|-------|--------------------|--------|---------|-----------|--------|---------|
| | ก่อนเรียน | ร้อยละ | เกณฑ์ | หลังเรียน | ร้อยละ | เกณฑ์ |
| 1 | 12 | 30.00 | ไม่ผ่าน | 33 | 82.50 | ผ่าน |
| 2 | 15 | 37.50 | ไม่ผ่าน | 35 | 87.50 | ผ่าน |
| 3 | 16 | 40.00 | ไม่ผ่าน | 38 | 95.00 | ผ่าน |
| 4 | 7 | 17.50 | ไม่ผ่าน | 32 | 80.00 | ผ่าน |
| 5 | 6 | 15.00 | ไม่ผ่าน | 39 | 97.50 | ผ่าน |
| 6 | 6 | 15.00 | ไม่ผ่าน | 33 | 82.50 | ผ่าน |
| 7 | 9 | 22.50 | ไม่ผ่าน | 37 | 92.50 | ผ่าน |
| 8 | 12 | 30.00 | ไม่ผ่าน | 30 | 75.00 | ไม่ผ่าน |
| 9 | 10 | 25.00 | ไม่ผ่าน | 38 | 95.00 | ผ่าน |
| 10 | 13 | 32.50 | ไม่ผ่าน | 39 | 97.50 | ผ่าน |
| 11 | 18 | 45.00 | ไม่ผ่าน | 35 | 87.50 | ผ่าน |
| 12 | 18 | 45.00 | ไม่ผ่าน | 32 | 80.00 | ผ่าน |
| 13 | 9 | 22.50 | ไม่ผ่าน | 39 | 97.50 | ผ่าน |
| 14 | 8 | 20.00 | ไม่ผ่าน | 37 | 92.50 | ผ่าน |
| 15 | 10 | 25.00 | ไม่ผ่าน | 34 | 85.00 | ผ่าน |
| 16 | 16 | 40.00 | ไม่ผ่าน | 31 | 77.50 | ไม่ผ่าน |
| 17 | 13 | 32.50 | ไม่ผ่าน | 35 | 87.50 | ผ่าน |
| 18 | 17 | 42.50 | ไม่ผ่าน | 37 | 92.50 | ผ่าน |
| 19 | 15 | 37.50 | ไม่ผ่าน | 38 | 95.00 | ผ่าน |
| 20 | 16 | 40.00 | ไม่ผ่าน | 39 | 97.50 | ผ่าน |
| 21 | 14 | 35.00 | ไม่ผ่าน | 34 | 85.00 | ผ่าน |
| 22 | 20 | 50.00 | ไม่ผ่าน | 40 | 100.00 | ผ่าน |
| 23 | 12 | 30.00 | ไม่ผ่าน | 38 | 95.00 | ผ่าน |
| 24 | 12 | 30.00 | ไม่ผ่าน | 36 | 90.00 | ผ่าน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.8 (ต่อ)

| คนที่ | คะแนนแบบทดสอบ (40) | | | | | |
|-------|--------------------|--------|---------|-----------|--------|-------|
| | ก่อนเรียน | ร้อยละ | เกณฑ์ | หลังเรียน | ร้อยละ | เกณฑ์ |
| 25 | 15 | 37.50 | ไม่ผ่าน | 37 | 92.50 | ผ่าน |

ตารางที่ จ.9 ค่าคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียนและคะแนนระหว่างภาคเพื่อหาประสิทธิภาพ
เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

| คนที่ | แบบทดสอบ (40) | | | คะแนนระหว่างเรียน (80) | | | ผลการประเมิน |
|-------|---------------|--------|---------|------------------------|--------|---------|--------------|
| | หลังเรียน | ร้อยละ | เกณฑ์ | แบบฝึกหัด | ร้อยละ | เกณฑ์ | |
| 1 | 33 | 82.50 | ผ่าน | 72 | 90.00 | ผ่าน | ผ่าน |
| 2 | 35 | 87.50 | ผ่าน | 75 | 93.75 | ผ่าน | ผ่าน |
| 3 | 38 | 95.00 | ผ่าน | 69 | 86.25 | ผ่าน | ผ่าน |
| 4 | 32 | 80.00 | ผ่าน | 71 | 88.75 | ผ่าน | ผ่าน |
| 5 | 39 | 97.50 | ผ่าน | 72 | 90.00 | ผ่าน | ผ่าน |
| 6 | 33 | 82.50 | ผ่าน | 74 | 92.50 | ผ่าน | ผ่าน |
| 7 | 37 | 92.50 | ผ่าน | 75 | 93.75 | ผ่าน | ผ่าน |
| 8 | 30 | 75.00 | ไม่ผ่าน | 58 | 72.50 | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| 9 | 38 | 95.00 | ผ่าน | 78 | 97.50 | ผ่าน | ผ่าน |
| 10 | 39 | 97.50 | ผ่าน | 80 | 100.00 | ผ่าน | ผ่าน |
| 11 | 35 | 87.50 | ผ่าน | 76 | 95.00 | ผ่าน | ผ่าน |
| 12 | 32 | 80.00 | ผ่าน | 74 | 92.50 | ผ่าน | ผ่าน |
| 13 | 39 | 97.50 | ผ่าน | 78 | 97.50 | ผ่าน | ผ่าน |
| 14 | 37 | 92.50 | ผ่าน | 74 | 92.50 | ผ่าน | ผ่าน |
| 15 | 34 | 85.00 | ผ่าน | 71 | 88.75 | ผ่าน | ผ่าน |
| 16 | 31 | 77.50 | ไม่ผ่าน | 55 | 68.75 | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| 17 | 35 | 87.50 | ผ่าน | 69 | 86.25 | ผ่าน | ผ่าน |
| 18 | 37 | 92.50 | ผ่าน | 70 | 87.50 | ผ่าน | ผ่าน |
| 19 | 38 | 95.00 | ผ่าน | 75 | 93.75 | ผ่าน | ผ่าน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับโรงเรียนเพื่อใช้ในห้องเรียนเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้คนอื่นไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.9 (ต่อ)

| คนที่ | แบบทดสอบ (40) | | | คะแนนระหว่างเรียน (80) | | | ผลการประเมิน |
|-------|---------------|--------|-------|------------------------|--------|-------|--------------|
| | หลังเรียน | ร้อยละ | เกณฑ์ | แบบฝึกหัด | ร้อยละ | เกณฑ์ | |
| 20 | 39 | 97.50 | ผ่าน | 76 | 95.00 | ผ่าน | ผ่าน |
| 21 | 34 | 85.00 | ผ่าน | 78 | 97.50 | ผ่าน | ผ่าน |
| 22 | 40 | 100.00 | ผ่าน | 80 | 100.00 | ผ่าน | ผ่าน |
| 23 | 38 | 95.00 | ผ่าน | 74 | 92.50 | ผ่าน | ผ่าน |
| 24 | 36 | 90.00 | ผ่าน | 73 | 91.25 | ผ่าน | ผ่าน |
| 25 | 37 | 92.50 | ผ่าน | 71 | 88.75 | ผ่าน | ผ่าน |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า

ดร.ผู้สอน
นางสาวสุภาวดี ถักดีฉิมภักดิ์

1 วงจรขยายแบบกลับเฟส

2 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส

Ja Sup Pakdeejum | kru.ja.supawadee@gmail.com | 094-7072368

ภาพที่ ๑.1 นำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า

การวิเคราะห์วงจร

วงจรวอร์ขยายสัญญาณแบบกลับเฟส

Node V_a → ใช้กฎของ KCL (Kirchoff's current Law)

$$I_1 = I_2 \quad \text{--- (1)}$$

$$\frac{V_i - V_a}{R_1} = \frac{V_a - V_o}{R_2} \quad \text{--- (2)}$$

Node V_b

$V_b = 0$ แต่ $V_a = V_o$ ทำให้งาน $V_a = 0$

ภาพที่ ๑.2 การวิเคราะห์สมการ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 1

โจทย์กำหนด Input = 0.4 Vp-p R_1 เท่ากับ 15 k Ω R_2 เท่ากับ 120 k Ω

ความต้านทาน R_c

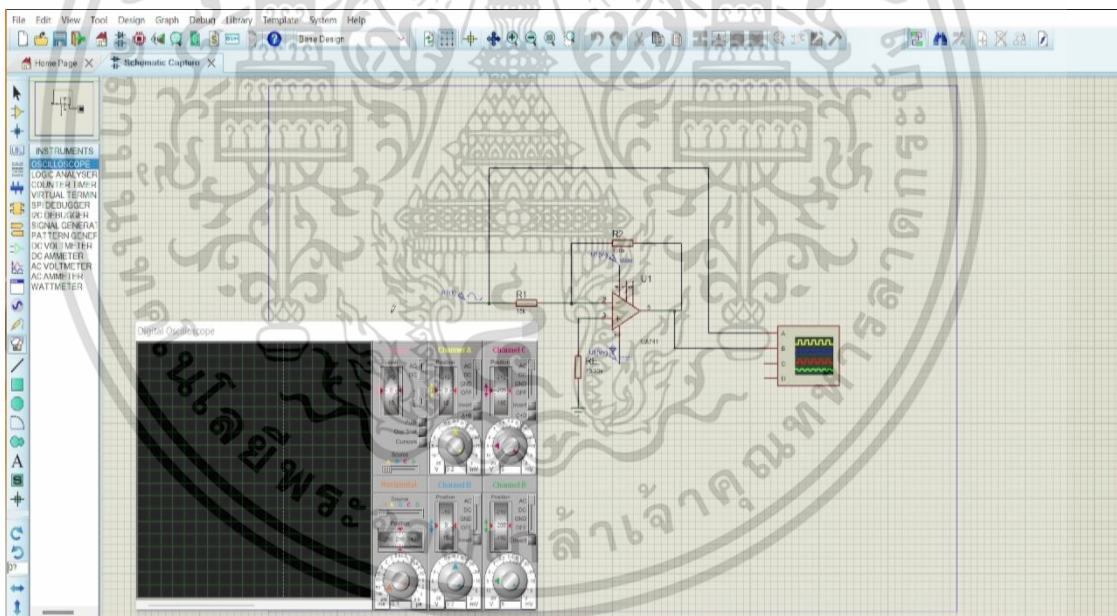
$$R_c = R_2 // R_1$$

$$R_c = \frac{R_2 \times R_1}{R_2 + R_1}$$

$$R_c = \frac{120\text{k}\Omega \times 15\text{k}\Omega}{120\text{k}\Omega + 15\text{k}\Omega}$$

$$R_c = 13.33\text{k}\Omega$$

ภาพที่ ๓.3 ตัวอย่างการคำนวณ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า



ภาพที่ ๓.4 การจำลองการต่อวงจร เรื่อง วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

เรื่อง วงจรกรองความถี่

วงจรกรองความถี่ต่ำ

วงจรกรองความถี่สูง

ดร.สุพอระ วงศาวัสสุภาวดี รัตติฉัตร

ภาพที่ ๑.5 นำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง วงจรกรองความถี่

ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี
วงจรกรองความถี่

วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

ความถี่คutoff (Cutoff Frequency) f_c คือ ความถี่ ณ ขณะที่อัตราขยายของวงจรมีค่าลดลงเป็น 0.707 เท่าของอัตราขยายปกติ

ยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ ตั้งแต่ 0 เฮิรตซ์ จนถึงความถี่ที่กำหนด ผ่านได้เท่านั้น

ความถี่ของสัญญาณเข้ามีค่าเกินที่กำหนด ให้อัตราขยายของวงจรจะมีค่าเป็นศูนย์แต่ ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะทำเช่นนั้นได้

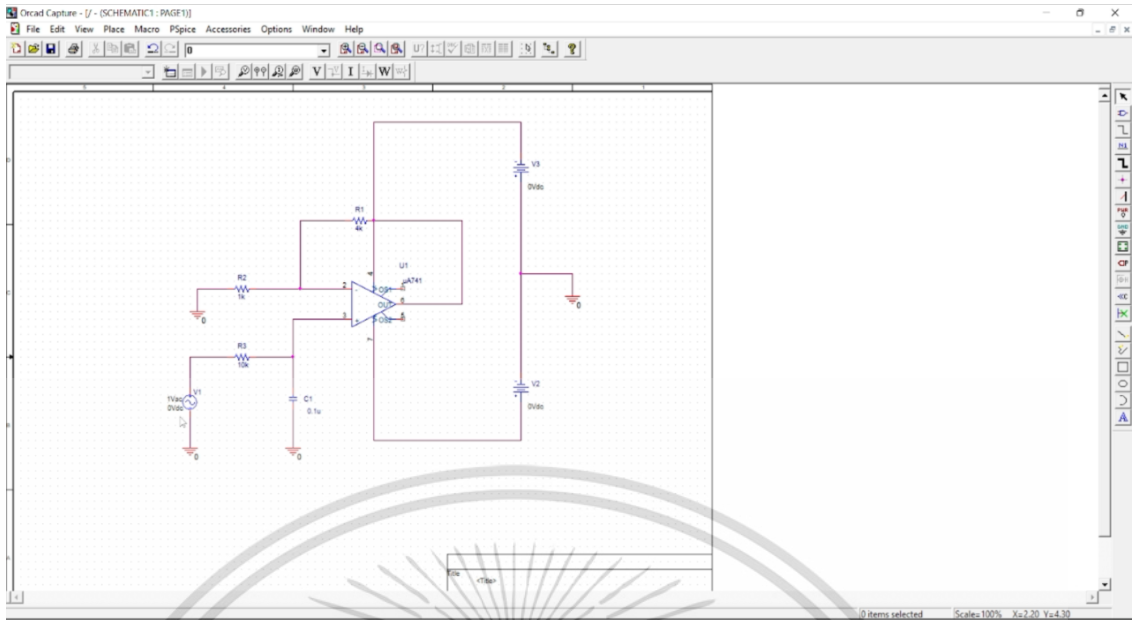
เนื่องจากจากการตอบสนองสัญญาณของอุปกรณ์ประเภทพาสซีฟ จะค่อยเป็นค่อยไปไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใด

วงจรกรองความถี่ต่ำ

๖๒ Sup Paktdee_jun | kru.j.supawadee@gmail.com | 094-7072368

ภาพที่ ๑.6 ทฤษฎีวงจรกรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๑.7 การจำลองการต่อวงจร เรือง วงจรกรองความถี่



ภาพที่ ๑.7 ผลแสดงการต่อวงจร เรือง วงจรกรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ประวัติส่วนตัว

| | |
|------------------|--|
| ชื่อ-สกุล | นางสาวสุภาวดี ภัคดิจันทร์ |
| วัน-เดือน-ปีเกิด | 20 พฤศจิกายน 2535 |
| สถานที่เกิด | จังหวัดนครสวรรค์ |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | บ้านเลขที่ 99/193 หมู่ 4 ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ |

ประวัติการศึกษา

| | |
|-----------------|---|
| ปีการศึกษา 2553 | สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเพชรพิทยาคม |
| ปีการศึกษา 2558 | สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม แขนงวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| ปีการศึกษา 2565 | สำเร็จการศึกษาปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

สถานที่ทำงาน

| | |
|--------------|---|
| สถานที่ทำงาน | วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ 400 ถนนสวรรค์วิถี ตำบลนครสวรรค์ตก อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ |
| ตำแหน่ง | ครูประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้