

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON ELECTRONICS CIRCUIT
COURSE OF THE DIPLOMA CURRICULUM RAJAMANGALA
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ISAN



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-ED-M-281-096

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON ELECTRONICS CIRCUIT
COURSE OF THE DIPLOMA CURRICULUM RAJAMANGALA
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ISAN



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตรบัณฑิต
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553

KMITL-2010-ED-M-231-096

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON ELECTRONICS CIRCUIT
COURSE OF THE DIPLOMA CURRICULUM RAJAMANGALA
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ISAN**



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

2010

KMITL-2010-ED-M-231-096

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2010

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตร
 วิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 Computer Assisted Instruction on Electronics Circuit Course of the Diploma
 Curriculum Rajamangala University of Technology Isan

นักศึกษา นายสุชุม จุฬางตุรศิริระวีรัตน์

รหัสประจำตัว 48063506

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.สมชาย หมีนสายญาติ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดกภิบาล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์	
ดร.สมชาย หมีนสายญาติ	
รศ.ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดกภิบาล	
ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา	
รศ.ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 22 เมษายน 2553 เวลา 10.00 เป็นต้นไป
 สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์กับสมบูรณ์
วันที่ ๘ เดือน ๕ พ.ศ. ๕๓
ลงชื่อ.....

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2553
 ไม่ว่าจะกรณิใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลอีสาน
นักศึกษา	นายสุภูมิ จุฬางตุรศิริรัตน์
รหัสประจำตัว	48063506
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2553
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดภิบาล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับ ปวส. โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนครจำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แบบประเมินด้านเนื้อหา แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพด้านเนื้อหา ($\bar{X} = 4.42$, S.D = 0.36) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ($\bar{X} = 3.95$, S.D = 0.42) จัดอยู่ในระดับดี บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85.46/86.85 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่กำหนดไว้

Thesis Title	Computer Assisted Instruction on Electronics Circuit Course of the Diploma Curriculum Rajamangala University of Technology Isan
Student	Mr.Sukhum Chulachaturasirarutn
Student ID.	48063506
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2010
Thesis Advisor	Dr. Somchai Maunsaiyat
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Act.Lt.Pichai Sodbhibal

ABSTRACT

The purposes of this research were to create and to find out the quality and efficiency of Computer Assisted Instruction on Electronics Circuit Course of the Diploma Curriculum at Rajamangala University of Technology Isan. The sample used in this research consisted of 20 Diploma student in Electrical Department at Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus. The tools in this research were an CAI on Electronics Circuit Course, an evaluation of content, an evaluation of media construction and an achievement test. The statistics utilized for data analysis would be mean, standard deviation and the efficiency of CAI or E_1/E_2 .

The results of the research were found that the quality of content ($\bar{X} = 4.42$, $SD = 0.36$) and the quality of media construction of CAI on Electronics Circuit Course were at the good level ($\bar{X} = 3.95$, $S.D = 0.42$). Then the efficiency of CAI on Electronics Circuit Course of the diploma curriculum at Rajamangala University of Technology Isan or E_1/E_2 was 85.46/86.85 which was in accordance with the hypothesis of research as specified.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.สมชาย หมีนสาย ญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรศ.ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดกภิบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม รวมถึง ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสติน ณ อยุธยา และ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ รวมทั้ง รศ.ดร. กัลยาณี จิตต์การุณย์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำแนวทางรวมทั้งการแก้ไขปรับปรุง ข้อบกพร่อง ต่างๆ ในการทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา และรวมทั้งอาจารย์ทุกท่านที่ได้ ประสิทธิ์ประสาท วิชาความรู้ ตลอดจนประสบการณ์ ข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อ การศึกษาค้นคว้าและเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทำให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ที่ขาดเสียไม่ได้คือ คุณพ่อประชา จุฬาทูรศิริรัตน์ คุณแม่จรรยา จุฬาทูรศิริรัตน์ ผู้เป็น ที่เคารพรักยิ่ง พร้อมสมาชิกทุกคนในครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใยช่วยเหลือ สนับสนุน ดูแลเอาใจใส่ และให้กำลังใจ แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา และท้ายที่สุดขอขอบคุณเพื่อน สมาชิกนักศึกษาปริญญาโทสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร รุ่น 10 ทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือเป็น กำลังใจสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ประสบความสำเร็จจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบกุศลผลบุญ ดังกล่าวให้กับ บิดา มารดา ญาติสนิท มิตรสหาย ผู้มีพระคุณ ลูกศิษย์ นักศึกษา และสิ่งทั้งหลายไป

สุขุม จุฬาทูรศิริรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการ.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 หลักสูตรรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์.....	7
2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne’.....	14
2.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	23
2.4 การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียน.....	37
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	40
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล.....	55
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	60
4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	67
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	67
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	70
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	72
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก.....	76
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	77
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	81
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวงจรีเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ.....	83
แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ(ด้านเนื้อหา).....	84
แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ).....	86
แบบสอบถามทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	88
ภาคผนวก ง ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	108
ภาคผนวก จ หลักสูตรรายวิชาวงจรีเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 04-211-210.....	141
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรีเล็กทรอนิกส์.....	168
ประวัติผู้เขียน.....	172

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะรายวิชาวงจรรีเลย์เล็กทรอนิกส์.....	8
2.2 การแบ่งหน่วยการเรียน วิชาวงจรรีเลย์เล็กทรอนิกส์.....	9
2.3 การแบ่งหน่วยการเรียนภาคทฤษฎีรายวิชาวงจรรีเลย์เล็กทรอนิกส์.....	10
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรรีเลย์เล็กทรอนิกส์ (ด้านเนื้อหา).....	60
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวงจรรีเลย์เล็กทรอนิกส์ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ).....	62
4.3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_1).....	64
4.4 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_2).....	65
ง-1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพด้านเนื้อหา.....	109
ง-2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	110
ง-3 ผลการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	112
ง-4 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p).....	120
ง-5 ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r).....	126
ง-6 ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (s_1^2).....	131
ง-7 ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20).....	133
ง-9 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน ($E_1 : E_2$).....	139
จ-1 ลักษณะรายวิชาวงจรรีเลย์เล็กทรอนิกส์.....	109
จ-2 การแบ่งหน่วยการเรียน วิชาวงจรรีเลย์เล็กทรอนิกส์.....	110

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	48
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	52
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	54
จ-1 วงจรเรกติไฟร์แบบครึ่งคลื่น.....	144
จ-2 วงจรเรกติไฟร์แบบเต็มคลื่น โดยใช้หม้อแปลงที่มีแท็ปกลาง.....	144
จ-3 วงจรเรกติไฟร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์.....	145
จ-4 วงจรเรียงกระแสที่มีตัวเก็บประจุเป็นภาระ.....	146
จ-5 วงจรเรียงกระแสที่ใช้ตัวเหนี่ยวนำ.....	146
จ-6 วงจรเรียงกระแสแบบแอล.....	147
จ-7 วงจรรักษาระดับแรงดัน โดยใช้ซีเนอร์ไดโอดแบบขนาน.....	148
จ-8 วงจรรักษาระดับแบบอนุกรม.....	148
จ-9 วงจรรักษาระดับโดยใช้ไอซี.....	149
จ-10 แผนภาพบล็อกของไอซีรักษาระดับแรงดัน.....	150
จ-11 วงจรการให้ไบแอสไฟตรงแบบคงที่.....	151
จ-12 วงจรอิมิตเตอร์ร่วมที่มีตัวต้านทานต่อที่อิมิตเตอร์.....	151
จ-13 วงจรการให้ไบแอสอิมิตเตอร์ร่วมที่ไม่ขึ้นกับอัตราขยายกระแส.....	152
จ-14 วงจรให้ไบแอสไฟตรงป้อนกลับแรงดัน.....	152
จ-15 วงจรเบสร่วม.....	152
จ-16 วงจรอิมิตเตอร์ตาม.....	153
จ-17 การให้ไบแอสไฟตรงคงที่แก่เฟด.....	154
จ-18 วงจรขยายเจเฟดที่ให้ไบแอสไฟตรงตัวเอง.....	154
จ-19 วงจรการให้ไบแอสไฟตรงแบบแบ่งแรงดัน.....	155
จ-20 การให้ไบแอสไฟตรงฐานเม้นต์มอสเฟด.....	156
จ-21 วงจรข่ายงานสองทาง.....	156
จ-22 วงจรอิมิตเตอร์ร่วมและวงจรสมมูลเอชพารามิเตอร์.....	157
จ-23 วงจรเบสร่วมและวงจรสมมูลเอชพารามิเตอร์.....	158
จ-24 วงจรคอลเล็กเตอร์ร่วมและวงจรสมมูลเอชพารามิเตอร์.....	158
จ-25 วงจรสมมูลทางไฟสลับของเฟด.....	159
จ-26 วงจรขยายทางไฟสลับของเฟด.....	160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ-27 วงจรขยายสัญญาณของเฟตที่มีตัวต้านทานที่ซอร์ส	160
จ-28 วงจรขยายแครนร่วม	161
จ-29 วงจรขยายแครนร่วม	162
จ-30 วงจรขยายผลต่างพื้นฐาน	163
จ-31 สัญลัษณ์ออปแอมป์	164
จ-32 วงจรขยายกลับสัญญาณ	165
จ-33 วงจรขยายไม่กลับสัญญาณ	166
จ-34 วงจรตามแรงดัน	166
จ-35 วงจรขยายรวมแรงดัน	167
จ-36 วงจรขยายความแตกต่างแรงดัน	167
ฉ-1 แสดงตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์	169
ฉ-2 แสดงตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์	169
ฉ-3 แสดงตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์	170
ฉ-4 แสดงตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์	170
ฉ-5 แสดงตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์	171
ฉ-6 แสดงตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์	171

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีในปัจจุบันเป็นส่วนหนึ่งที่มีบทบาทความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านอุตสาหกรรม การผลิต การสื่อสารและคมนาคม ก้าวเข้าสู่สังคมที่พัฒนาโลกไร้พรมแดน ผลของการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศอีกด้านหนึ่ง

อิเล็กทรอนิกส์มีบทบาทสำคัญประการหนึ่งต่อการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม การศึกษาเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์จึงมีความจำเป็นที่ต้องเรียนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยที่นักศึกษาจะต้องมีความรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและทักษะในการใช้เครื่องมือในการเตรียมความพร้อมก่อนลงมือปฏิบัติงาน เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติและหลักการทำงานของอุปกรณ์ เนื้อหาส่วนใหญ่จะมีความสลับซับซ้อนสำหรับขั้นตอนในการคำนวณเพื่อใช้ในการออกแบบวงจร ตลอดจนไม่สามารถมองเห็นภาพเกี่ยวกับหลักการทำงานของวงจรที่ซับซ้อน เนื่องการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองด้วยตาเปล่าได้จำเป็นต้องอาศัยภาพจินตนาการเสมือนจริงเพื่อทำความเข้าใจ โดยเฉพาะในเนื้อหาเรื่องการไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นพื้นฐานวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

จากประสบการณ์การจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย พบว่าเนื้อหาวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบ่งออกเป็น 6 บทเรียน ประกอบไปด้วย วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง การให้ไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วงจรสมมูลย์ วงจรขยายสัญญาณภาคเดียว วงจรขยายความแตกต่าง และออปแอมป์ ซึ่งมีเนื้อหาวิชาที่มากแต่เวลาสอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติจำกัดเพียง ทฤษฎี 2 ชั่วโมง ปฏิบัติ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์เท่านั้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำในบทเรียน วงจรสมมูลย์ วงจรขยายสัญญาณภาคเดียว ทั้งนี้เพราะเนื้อหาที่มีความซับซ้อน นักศึกษาต้องอาศัยจินตนาการ (Imagine) ในการทำความเข้าใจ สำหรับสื่อที่ใช้ประกอบการบรรยายในเนื้อหาดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นข้อความและภาพนิ่งยากต่อการทำความเข้าใจ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของมัลติมีเดียอันประกอบด้วย เสียง ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และสามารถสร้างความชัดเจนในบทเรียนมากกว่าใช้วิธีการสอนแบบเดิมในการจำลองเหตุการณ์การทำงาน จะช่วยให้นักศึกษามีความเข้าใจและมองเห็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนผู้สอนยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนให้นักศึกษานำไปศึกษาเนื้อหาก่อนล่วงหน้า เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการเรียน อันจะช่วยทำให้นักศึกษาสามารถเข้าใจเนื้อหาในระหว่างที่อาจารย์ผู้สอนได้ทำการบรรยายได้ง่ายและรวดเร็ว และตลอดจนสามารถนำกลับไปศึกษาเพื่อทำความเข้าใจบทเรียนอันเป็นการทบทวนความรู้เพิ่มเติมหลังการบรรยายได้อีกทางหนึ่งด้วย

ด้วยความสำคัญ ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาวิชางจรอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้คิดทำงานวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชางจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชางจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่มีคุณภาพ

1.2.2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชางจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชางจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพจัดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} \geq 3.5$) ขึ้นไป

1.3.2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชางจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน หรือ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผู้วิจัยอาศัยกรอบแนวคิดกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne' ที่มีทั้งหมด 9 เหตุการณ์ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541: 41-48) ดังนี้

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)
2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)
9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

จากกระบวนการทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne' ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นกรอบแนวคิดจำนวน 7 ข้อ ในการสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนี้

1. การเร้าความสนใจ (Gain Attention) เป็นการสร้างบทเริ่มต้นของกิจกรรมที่เรียน โดยให้ผู้เรียนสนใจเนื้อหาบนจอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์
2. การบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective) ให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและรู้เค้าโครงของเนื้อหา
3. การนำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) เป็นการเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดสั้นๆ ง่ายๆ ได้ใจความชัดเจน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การอาศัยภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูดหรืออ่านเพียงอย่างเดียว
4. การชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะพยายามใช้เทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาโดยเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่
5. การกระตุ้นให้มีการตอบสนองบทเรียน (Elicit Performance) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมขั้นตอนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการช่วยเร้าความสนใจและเป็นการบอกว่า ขณะนั้นผู้เรียนอยู่จุดไหน ห่างจากเป้าหมายเพียงใด

7. การทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการทดสอบระหว่างเรียนช่วงท้ายบทซึ่งเป็น สิ่งจำเป็นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเท่าใด เพื่อจะได้เตรียมตัวในโอกาสต่อไป

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โปรรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรหัสวิชา 04-211-210 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 50 คน

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โปรรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรหัสวิชา 04-211-210 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งผู้วิจัยทำการสุ่มตัวอย่างโดยเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เลือกสุ่ม 20 คน จากประชากรทั้งหมด (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543: 38)

1.5.2 ตัวแปรที่จะศึกษา

1.5.2.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ด้านเนื้อหาและด้าน เทคนิคการผลิตสื่อ

1.5.2.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทางด้านสื่อและ เนื้อหาที่ตรงตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลธัญบุรี

1.5.2.3 เนื้อหาวิชาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประกอบด้วย เนื้อหาดังนี้

บทเรียนที่ 1. วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง

บทเรียนที่ 2. การให้ไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

บทเรียนที่ 3. วงจรสมมูลย์

บทเรียนที่ 4. วงจรขยายสัญญาณภาคเดียว

บทเรียนที่ 5. ออปแอมป์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง สื่อที่ใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการนำเสนอข้อมูล ที่เป็นข้อความ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียงบรรยายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

1.6.2 วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง วิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง การให้ไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วงจรสมมูลย์ วงจรขยายสัญญาณภาคเดียว วงจรขยายความแตกต่าง และออปแอมป์ ตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

1.6.3 คุณภาพ หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.6.4 แบบประเมิน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือแบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.6.5 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน โดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 ซึ่งกำหนดค่าเท่ากับ 85/85 ดังนี้

E_1 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละบท ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

E_2 หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.6.6 แบบทดสอบท้ายบทเรียน หมายถึง ข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างบทเรียนทางการเรียนของผู้ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.6.7 แบบทดสอบหลังการเรียน หมายถึง ข้อสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หลังจากทำการศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.6.8 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนหรือเรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ หรือ ไฟฟ้าและเคยเรียนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หรือ วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ในระดับอนุปริญญาหรือ ปริญญาตรีและมีวุฒิการศึกษามากกว่าระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สาขาวิชาไฟฟ้าสื่อสาร สาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง หรือระดับการศึกษาที่สูงกว่าปริญญาโท

1.6.9 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ชั้นปีที่1 ที่ลงทะเบียนเรียนรหัสวิชา 04-211-210 วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2/2552



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการศึกษาวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเหมาะสำหรับการเรียนรู้สำหรับสถานศึกษาและผู้สนใจด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 04-211-210 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
- 2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne'
- 2.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียน
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 04-211-210 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

(หนังสือหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2546. 2546:39)

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2546 ได้แบ่งเป็นภาควิชาชีพทั้งหมดเป็นหลายหมวด ซึ่งหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 80 หน่วยกิต โดยมีสัดส่วนหน่วยกิตแต่ละหมวดวิชาดังนี้

1. หมวดวิชาชีพพื้นฐาน	18 หน่วยกิต
2. หมวดวิชาชีพบังคับ	56 หน่วยกิต
3. หมวดวิชาชีพเลือกเสรี	6 หน่วยกิต
รวม	80 หน่วยกิต

ซึ่งในรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 04-211-210 อยู่ในหมวดวิชาเลือกเสรี ซึ่งนักศึกษาจะต้องลงทะเบียนการเรียนในวิชานี้ทุกคนในปีการศึกษา 2552 ชั้นปีที่1 ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งได้กำหนดการเรียนการสอนตามลักษณะรายวิชาตามตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ลักษณะรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ลักษณะรายวิชา	
รหัสและชื่อวิชา	04-211-210 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ Electronics
สภาพรายวิชา	วิชาชีพเลือก ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาไฟฟ้า
ระดับรายวิชา	ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1
พื้นฐาน	-
เวลาศึกษา	90 คาบเรียน ตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ และ ปฏิบัติ 3 คาบ ต่อ สัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 2 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์
จำนวนหน่วยกิต	3 หน่วยกิต
จุดมุ่งหมายรายวิชา	<ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าใจการทำงานและการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ 2. เข้าใจวิธีการให้ไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 3. เข้าใจวิธีการทำงานของวงจรขยายความแตกต่าง 4. คำนวณวงจรออปแอมป์แบบต่างๆ 5. เข้าใจหลักการทำงานของวงจรควบคุมแรงดันและกระแส 6. เห็นความสำคัญในการหาความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มเติมด้วยตนเอง
คำอธิบายรายวิชา	ศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับวงจรแหล่งจ่ายไฟ การไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ วงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์ วงจรขยายด้วยเฟต วงจรขยายความแตกต่าง วงจรออปแอมป์ วงจรควบคุมแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การแบ่งหน่วยการเรียน วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

สัปดาห์ที่	เนื้อหาที่สอน	เวลา (คาบ)	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1-2	หน่วยที่ 1 วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง	4	-
3-4	หน่วยที่ 2 การให้ไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	4	-
5-6	หน่วยที่ 3 วงจรสมมูลย์	4	-
7-11	หน่วยที่ 4 วงจรขยายสัญญาณภาคเดียว	10	-
12-14	หน่วยที่ 5 วงจรขยายความแตกต่าง	6	-
15-16	หน่วยที่ 6 ออปแอมป์	4	-
	รวม	32	
	ทดสอบและทบทวน	6	
	รวมทั้งสิ้น	38	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ภาคทฤษฎีรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

รายการสอนทฤษฎี	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง	1. วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง
1.1 การทำงานของวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง	1.1 การทำงานของวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง
1.1.1 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น	1.1.1 อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น
1.1.2 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น	1.1.2 อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น
1.2 พารามิเตอร์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง	1.2 คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง
1.2.1 พารามิเตอร์ทางกระแสไฟตรง	1.2.1 คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ทางกระแสไฟตรง
1.2.2 พารามิเตอร์ทางกระแสไฟสลับ	1.2.2 คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ทางกระแสไฟสลับ
1.3 วงจรกรองกระแส	1.3 วงจรกรองกระแส
1.3.1 ประเภทของวงจรกรองกระแส	1.3.1 อธิบายจำแนกประเภทของวงจรกรองกระแส
1.3.2 หาค่าแรงดันไฟตรง, แรงดันกระเพื่อม(Ripple)	1.3.2 คำนวณหาค่าแรงดันไฟตรง, แรงดันกระเพื่อม(Ripple)
1.3.3 หาเปอร์เซ็นต์ กระเพื่อม (Ripple)	1.3.3 คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ กระเพื่อม (Ripple)
1.4 วงจรรักษาระดับแรงดัน	1.4 วงจรรักษาระดับแรงดัน
1.4.1 การทำงานวงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ซีเนอร์ไดโอด	1.4.1 อธิบายการทำงานของวงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ซีเนอร์ไดโอด
1.4.2 วงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ทรานซิสเตอร์	1.4.2 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ทรานซิสเตอร์
1.4.3 วงจรรักษาระดับแรงดันไอซีไอซี	1.4.3 คำนวณหาค่าต่างๆวงจรรักษาระดับแรงดันไอซีไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ภาคทฤษฎีรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

รายการสอนทฤษฎี	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. การให้ใบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	2. การให้ใบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
2.1 คุณสมบัติของทรานซิสเตอร์	2.1 เข้าใจคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์
2.1.1 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์	2.1.1 อธิบายโครงสร้างของทรานซิสเตอร์
2.1.2 การทำงานของทรานซิสเตอร์	2.1.2 อธิบายการทำงานของทรานซิสเตอร์
2.1.3 โครงสร้างของวงจรขยายทรานซิสเตอร์	2.1.3 อธิบายโครงสร้างของวงจรขยายทรานซิสเตอร์
2.2 การให้ใบอัสทรานซิสเตอร์	2.2 คำนวณการให้ใบอัสทรานซิสเตอร์
2.2.1 การให้ไฟตรงวงจรอิมิตเตอร์ร่วม	2.2.1 คำนวณการให้ไฟตรงวงจรอิมิตเตอร์ร่วม
2.2.2 การให้ใบอัสไฟตรงวงจรเบสร่วม	2.2.2 คำนวณการให้ใบอัสไฟตรงวงจรเบสร่วม
2.2.3 การให้ใบอัสไฟตรงวงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม	2.2.3 คำนวณการให้ใบอัสไฟตรงวงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม
2.3 คุณสมบัติของเฟต	2.3 เข้าใจคุณสมบัติของเฟต
2.3.1 โครงสร้างของเฟต	2.3.1 อธิบายโครงสร้างของเฟต
2.3.2 การทำงานของเฟต	2.3.2 อธิบายการทำงานของเฟต
2.3.3 คุณสมบัติและพารามิเตอร์ของเฟต	2.3.3 อธิบายคุณสมบัติและพารามิเตอร์ของเฟต
2.4 การให้ใบแอสไฟตรงเฟต	2.4 คำนวณการให้ใบแอสไฟตรงเฟต
2.4.1 การให้ใบแอสแบบคงที่	2.4.1 คำนวณ การให้ใบแอสแบบคงที่
2.4.2 การให้ใบแอสตัวเอง	2.4.2 คำนวณการให้ใบแอสตัวเอง
2.4.3 การให้ใบแอสแบบแบ่งแรงดัน	2.4.3 คำนวณการให้ใบแอสแบบแบ่งแรงดัน
2. 4.4 ค่าต่างๆ การให้ใบอัสแบบดิพลีชั่น	2. 4.4 คำนวณค่าต่างๆ การให้ใบอัสแบบดิพลีชั่น
2. 4.5 คำนวณค่าต่างๆ การให้ใบอัสเอ็นฮานซ์เม็นต์	2. 4.5 คำนวณค่าต่างๆ การให้ใบอัสเอ็นฮานซ์เม็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับควรใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) การแบ่งหน่วยการเรียนภาคทฤษฎีรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

รายการสอนทฤษฎี	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. วงจรสมมูลย์	3. วงจรสมมูลย์
3.1 ทฤษฎีโครงข่าย 4 จุด (Four Terminal)	3.1 เข้าใจหลักการวิเคราะห์ทฤษฎีโครงข่าย 4 จุด (Four Terminal)
3.1.1 ทฤษฎีวงจรสมมูลย์แบบเซต	3.1.1 เขียนวงจรสมมูลย์แบบเซต
3.1.2 ทฤษฎี วงจรสมมูลย์แบบเอช	3.1.3 เขียนวงจรสมมูลย์แบบเอช
3.2 วงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์	3.2 เข้าใจวิธีการเขียนวงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์
3.2.1 ลักษณะของวงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์	3.2.1 เขียนวงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์
3.2.2 วงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนเบส	3.2.2 เขียนวงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนเบส
3.2.3 วงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนอิมิตเตอร์	3.2.3 เขียนวงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนอิมิตเตอร์
3.2.4 วงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนคอลเล็กเตอร์	3.2.4 เขียนวงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนคอลเล็กเตอร์
3.3 วงจรสมมูลย์เฟด	3.3 เข้าใจวิธีการเขียนวงจรสมมูลย์เฟด
3.3.1 ลักษณะของวงจรสมมูลย์ของเฟด	3.3.1 เขียนวงจรสมมูลย์ของเฟด
3.3.2 วงจรสมมูลย์ของเฟดแบบคอมมอนเกต	3.3.2 เขียนวงจรสมมูลย์ของเฟดแบบคอมมอนเกต
3.3.3 วงจรสมมูลย์ของเฟดแบบคอมมอนเดรน	3.3.3 เขียนวงจรสมมูลย์ของเฟดแบบคอมมอนเดรน
3.3.4 วงจรสมมูลย์ของเฟดแบบคอมมอนซอร์ท	3.3.4 เขียนวงจรสมมูลย์ของเฟดแบบคอมมอนซอร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ภาคทฤษฎีรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

รายการสอนทฤษฎี	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
<p>4. วงจรขยายสัญญาณภาคเดียว</p> <p>4.1 การวิเคราะห์ห้วงจรขยายสัญญาณทรานซิสเตอร์</p> <p>4.1.1 เขียนวงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบเอชพารามิเตอร์</p> <p>4.1.2 การวิเคราะห์ห้วงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบเอชพารามิเตอร์</p> <p>4.2 การวิเคราะห์ห้วงจรขยายสัญญาณเฟต</p> <p>4.2.1 การวิเคราะห์ห้วงจรขยายสัญญาณแบบคอมมอนเดรน</p> <p>4.2.2 การวิเคราะห์ห้วงจรขยายสัญญาณแบบคอมมอนเกต</p> <p>4.2.3 การวิเคราะห์ห้วงจรขยายสัญญาณแบบคอมมอนซอร์ท</p>	<p>4. วงจรขยายสัญญาณภาคเดียว</p> <p>4.1 การวิเคราะห์ห้วงจรขยายสัญญาณทรานซิสเตอร์</p> <p>4.1.1 เขียนวงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบอาร์พารามิเตอร์</p> <p>4.1.2 การวิเคราะห์ห้วงจรสมมูลย์ทรานซิสเตอร์แบบอาร์พารามิเตอร์</p> <p>4.2 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจขยายสัญญาณเฟต</p> <p>4.2.1 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจขยายสัญญาณแบบคอมมอนเดรน</p> <p>4.2.2 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจขยายสัญญาณแบบคอมมอนเกต</p> <p>4.2.3 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจขยายสัญญาณแบบคอมมอนซอร์ท</p>
<p>5. วงจรขยายความแตกต่าง</p> <p>5.1 หลักการของวงจขยายความแตกต่าง</p> <p>5.1.1 คุณสมบัติของวงจขยายความแตกต่าง</p> <p>5.1.2 ค่าพารามิเตอร์ของวงจขยายความแตกต่าง</p> <p>5.1.3 การหาค่าวงจขยายแตกต่างทางคิซี</p>	<p>5. วงจรขยายความแตกต่าง</p> <p>5.1 เข้าใจหลักการของวงจขยายความแตกต่าง</p> <p>5.1.1 บอกคุณสมบัติของวงจขยายความแตกต่าง</p> <p>5.1.2 อธิบายค่าพารามิเตอร์ของวงจขยายความแตกต่าง</p> <p>5.1.3 คำนวณหาค่าวงจขยายแตกต่างทางคิซี</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ภาคทฤษฎีรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

รายการสอนทฤษฎี	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6. ออปแอมป์	6. ออปแอมป์
6.1 รู้คุณสมบัติของออปแอมป์	6.1 เข้าใจคุณสมบัติของออปแอมป์
6.1.1 คุณสมบัติของออปแอมป์ทางอุดมคติและทางปฏิบัติ	6.1.1 อธิบายคุณสมบัติของออปแอมป์ทางอุดมคติและทางปฏิบัติ
6.1.2 พารามิเตอร์ของออปแอมป์	6.1.2 อธิบายพารามิเตอร์ของออปแอมป์
6.2 วงจรพื้นฐานของออปแอมป์	6.2 เข้าใจวงจรพื้นฐานของออปแอมป์
6.2.1 วงจรขยายกลับสัญญาณ	6.2.1 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจขยายกลับสัญญาณ
6.2.2 วงจรขยายไม่กลับสัญญาณ	6.2.2 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจขยายไม่กลับสัญญาณ
6.2.3 วงจรตามแรงดัน	6.2.3 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจตามแรงดัน
6.2.4 วงจรขยายรวมแรงดัน	6.2.4 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจขยายรวมแรงดัน
6.2.5 วงจรขยายความแตกต่างแรงดัน	6.2.5 คำนวณหาค่าต่างๆของวงจขยายความแตกต่างแรงดัน

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne'

กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดของ 'Gagne' มีเป้าหมายมุ่งให้ผู้เรียนเชื่อมโยงการจัดสภาพการเรียนการสอนอันเป็นสภาวะภายนอกตัวผู้เรียน ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ภายในตัวผู้เรียน ซึ่งได้มีผู้นำไปประยุกต์ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำไปออกแบบการเรียนการสอนทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ซึ่งการออกแบบไม่จำเป็นต้องทำครบทั้ง 9 ตอน แต่ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหา Gagne' ได้กล่าวถึงบทบาทของสื่อว่า สื่อมีบทบาทในทุกขั้นตอนของสถานการณ์หรือกระบวนการสอน ซึ่ง Gagne' ได้แบ่งสถานการณ์หรือเหตุการณ์สำหรับการสอนออกเป็น 9 เหตุการณ์ด้วยกัน คือ (รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2545) [Internet].

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)
 2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)
 3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
 4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
 5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
 6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)
 7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
 8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)
 9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)
- รายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

2.2.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

2.2.1.1 เลือกใช้ภาพกราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อเร่งเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

- 1) ใช้ภาพกราฟฟิกที่มีขนาดใหญ่ ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน
- 2) ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ
- 3) ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่งจนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยน ไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน
- 4) เลือกใช้ภาพกราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2.2.1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพผลพิเศษเข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย

2.2.1.3 เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม

2.2.1.4 เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

2.2.1.5 ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

2.2.2 บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียนนับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเอง หลังจบบทเรียนแล้วจะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบด้วยว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียนจะสามารถจำและเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะสามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบ ถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

2.2.2.1 บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความอ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีกครั้ง

2.2.2.2 หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยอมรับของผู้เรียน โดยทั่วไป

2.2.2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ

2.2.2.4 ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

2.2.2.5 ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ

2.2.2.6 อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพที่ละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.7 เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟฟิงง่ายๆเข้าช่วย เช่น ติกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

2.2.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียนเพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน หรือเพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน แต่อย่างไรก็ตามในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับการทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจวิธีการหาความต้านทานรวม กรณีนี้ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะคำนวณค่าต่างๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรม และแบบขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าวเพื่อเป็นการทบทวนก่อนก็ได้สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิมมีดังนี้

2.2.3.1 ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน

2.2.3.2 แบบทดสอบต้องมีคุณภาพสามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด

2.2.3.3 การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด

2.2.3.4 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจากบทเรียน เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

2.2.3.5 ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

2.2.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่าภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อยแต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดีโอ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิทัลต่างๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ กล้องถ่ายภาพวิดีโอ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควรหากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลามากไป ในการปรากฏบนจอภาพไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ชับซ้อน เข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุล องค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น ดังนั้นการเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

2.2.4.1 เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญๆ

2.2.4.2 เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2.2.4.3 ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่แทนข้อความคำอธิบาย

2.2.4.4 การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของคุณสมบัติสำคัญ ซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การติกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังเกตที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น

2.2.4.5 ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

2.2.4.6 จัดรูปแบบของคำอธิบายให้นำอ่านหากเนื้อหาควรจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอนๆ

2.2.4.7 คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย

2.2.4.8 หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟฟิกที่จำเป็นเท่านั้น

2.2.4.9 ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร

2.2.4.10 คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คำนึงและเข้าใจความหมายตรงกัน

2.2.4.11 ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้างแทนที่จะให้กดแป้นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยวิธีการพิมพ์หรือตอบคำถาม

2.2.5 ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์ และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่าง และเข้าใจในคติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น เนื้อหาบางหัวเรื่องผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีลคมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึงการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้นำจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้นการใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่ง ที่สามารถนำไปใช้ในการชี้นำแนวทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ยากกว่า ตามลำดับขั้น สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้นำแนวทางการเรียนในขั้นนี้มีดังนี้

2.2.5.1 บทเรียนควรแสดงให้เห็นให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

2.2.5.2 ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่ กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

2.2.5.3 นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดน้ำกลิ้งหลายๆ ค่า เพื่อให้เห็นถึงเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง เป็นต้น

2.2.5.4 นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้องเพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ

2.2.5.5 การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม

2.2.5.6 บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

2.2.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถามจะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบกว่าสื่อทัศนูปกรณ์อื่นๆ เช่น วิทยุทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนคิดนำหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

2.2.6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียน ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

2.2.6.2 ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป

2.2.6.3 ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา

2.2.6.4 เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ

2.2.6.5 ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก

2.2.6.6 หลีกเลียงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้งเมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป

2.2.6.7 เฟรมตอบสนองของผู้เรียน เฟรมคำถามและเฟรมการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้

2.2.6.8 ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข one ควรเคาะเว้นวรรคประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไปตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัว พิมพ์เล็กเป็นต้น

2.2.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้นถ้าบทเรียนนั้นทำทนาย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยให้แรงเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตามการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผลว่าหากทำผิดแล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบแวนคอสสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการแวนคอส วิธีหลีกเลียงก็คือเปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขยับยานสู่ดวงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

2.2.7.1 ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน

2.2.7.2 ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถามคำตอบ และการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน

2.2.7.3 ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้

2.2.7.4 หลีกเลียงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

2.2.7.5 อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลนในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

2.2.7.6 เฉลยคำตอบที่ถูกต้องหลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2-3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยให้เสียไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7.7 อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้

2.2.7.8 พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

2.2.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่าการทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้วการทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรมีรูปแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหาโดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

2.2.8.1 ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบ โดย ประมาณ

2.2.8.2 แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนและควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

2.2.8.3 ข้อคำถามคำตอบและการตรวจปรับคำตอบควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว

2.2.8.4 หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์

2.2.8.5 ในแต่ละข้อควรมีคำถามเดียวเพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม

2.2.8.6 แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพมีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่าย เหมาะสม และมีความเชื่อมั่นเหมาะสม

2.2.8.7 อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษร แต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลขควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิดและไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิดหรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

2.2.8.8 แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้างเพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกันบทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้มีข้อ เสนอแนะดังนี้

2.2.9.1 สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว

2.2.9.2 ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป

2.2.9.3 เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2.2.9.4 บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

ขั้นตอนการสอนทั้ง 9 ประการของ Robert Gagne' เป็นมโนคติกว้างๆ แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเทคนิคอีกอย่างหนึ่ง ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ที่ใช้เป็นหลักพื้นฐานก็คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกลึกซึ้งเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียน โดยการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการใช้งานของคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด

2.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียกกันย่อว่า CAI (Computer Assisted Instruction) หมายถึง การเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย ซึ่งบทเรียนลักษณะนี้ภายหลังจากเรียนบทเรียนแล้ว สิ่งที่ได้รับก็คือ ความรู้และความทรงจำ ส่วนบทเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถ เกิดทักษะนำไปปฏิบัติได้นั้น เรียกว่า CBT (Computer Based Training) ซึ่งหมายถึง การสอนที่เน้นให้มีการฝึกหัดโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก

2.3.2 ประโยชน์การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน

1. ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถสร้างงานได้ตามเกณฑ์จากการฝึกปฏิบัติ ในขณะที่เรียนบทเรียนในแต่ละเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น ก่อให้เกิดความสนใจ และกระตือรือร้นมากขึ้น
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนและวิธีการเรียนได้หลายรูปแบบ ทำให้ไม่เบื่อหน่าย เช่น ถ้าเมื่อการอ่านหนังสือ หรือฟังคำบรรยาย ก็เปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่น โดยใช้คอมพิวเตอร์ได้
4. ทำให้ไม่ต้องมีการท่องจำ
5. ทำให้สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนได้เหมาะสม กับความต้องการของ นักศึกษาแต่ละคน
6. ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการที่จะเรียน ไม่ต้องคอยเพื่อนร่วมชั้น และครูอาจารย์จะใช้ คอมพิวเตอร์เมื่อไรก็ได้ทำได้อย่างอิสระ
7. ทำให้ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการ เพื่อหาสาระของบทเรียนได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

2.3.3 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบัน สามารถพัฒนาเป็นแบบ IMMCI คือ Interactive Multi-Media Computer Instruction ซึ่งเป็นสภาพการสอนเหมือนจริง (Virtual Instruction) ลักษณะการจัดการสอนถือได้ว่าเกือบจะเป็นการสอนจริง (Live Instruction) จากผู้สอนไม่ว่าจะเป็นการเรียนแบบทางไกลแบบอิสระบนทางด่วนข้อมูล (Internet) โดยไม่จำกัด เวลา สถานที่ และวัยของผู้เรียน รวมทั้งไม่จำกัดภาษาหรือประเทศระยะทางไกลใกล้ บทเรียนการ สอนแบบ IMMCAI บนทางด่วนข้อมูลจะทำให้การสอนทุกอย่างเป็นจริงได้

ในการพัฒนาบทเรียน IMMCI รูปแบบการสอน (Instruction) หากเริ่มจากหัวเรื่องวิชา เป้าหมายที่กำหนดวัตถุประสงค์ และกลุ่มเป้าหมายผู้ใช้ที่กำหนดมาด้วยการพัฒนาที่จะดำเนิน ไปเป็น 5 ขั้นตอนเช่นเดิม คือ

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)
2. การออกแบบบทเรียน (Design)
3. การพัฒนาบทเรียน (Development)
4. การนำเสนอบทเรียนบทคอมพิวเตอร์ (Implementation) และ
5. การประเมินผล (Evaluation)

การพัฒนาบทเรียน IMMCI

จากลำดับขั้นการสร้างบทเรียน IMMCI 5 ขั้น สามารถทำการแจกแจงขั้นตอนการพัฒนา ออกเป็นทั้งหมด 16 ขั้นตอน เพื่อสะดวกกับผู้เริ่มต้นที่จะพัฒนาบทเรียน IMMCAI ดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

1.1 สร้างแผนภูมิมะดุมสมอง (Brain Storm Chart) โดยเริ่มจากเขียนชื่อวิชาไว้ตรงกลางกระดานแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้นๆ จำนวน 4-5 คนช่วยกันระดมสมองให้หัวข้อที่ควรจะสอนในวิชานั้นเขียนโยงกับชื่อวิชาอย่างอิสระหรือหากเป็นหัวข้อย่อยก็โยงกับหัวข้อหลักต่อไป โดยไม่ทำการลอกแบบของตำราเล่มใดเล่มหนึ่งเลย เมื่อเสร็จสิ้นการระดมสมองแผนภูมิที่ได้เป็นแผนภูมิมะดุมสมอง

1.2 สร้างแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ (Concept Chart) จากแผนภูมิมะดุมสมองนำมาทำการวิเคราะห์ความถูกต้องของทฤษฎีหลักการและเหตุผลความสัมพันธ์และต่อเนื่องกันอย่างละเอียด อาจมีการตัด-เพิ่มหัวข้อตามเหตุผลและความเหมาะสมจนสามารถอธิบายและตอบคำถามได้ผลที่ได้เป็นแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ (Concept Chart)

1.3 สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) นำหัวข้อต่างๆ จากแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์มาเขียนเป็นโครงข่าย โดยคำนึงถึงความก่อน-หลังต่อเนื่องหรือขนานกันตามหลักการเทคนิคโครงข่าย แล้วทำการวิเคราะห์เหตุผลความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis) จนสมบูรณ์ผลที่ได้จะเป็นโครงข่ายเนื้อหาที่ต้องการ

2. การออกแบบบทเรียน (Design)

2.1 การกำหนดกลวิธีการนำเสนอและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Strategic Presentation Plan vs. Behavior Objective) โดยเริ่มจากแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา นำมาพิจารณาหัวข้อเรื่องที่ สามารถจัดไว้ในหน่วยเดียวกันได้ ภายใต้กรอบเวลาที่กำหนดไว้ดีเป็นกรอบๆ ไว้จนครบหัวข้อ บนโครงข่ายเนื้อหา จากนั้นกำหนดเป็นหน่วยๆ และกำหนดอันดับไว้แล้วเขียนกำกับด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละตอนให้ชัดเจน จากนั้นนำกรอบหน่วย (Module) มา ลำดับการนำเสนอตามอันดับและความสัมพันธ์แนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาซึ่งจะได้ผลเป็น แผนภูมิบทเรียน (Course Flow Chart)

2.2 สร้างแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) ซึ่งเป็นการ ออกแบบการสอน (Instructional Design) จะต้องออกแบบลำดับ การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนตาม หลักการสอนจริง อันเป็นส่วนที่สำคัญมากในการประกันคุณภาพ การเรียนจากบทเรียน IMMCAI

3. การพัฒนาบทเรียน (Development)

3.1 เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด (Script Development) โดยเขียนเป็น กรอบๆ จะต้องเขียนให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยเฉพาะถ้าเป็น IMM จะต้องกำหนดภาพ เสียง สี ฯลฯ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้ให้สมบูรณ์ด้วย

3.2 จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard Development) เป็นการนำกรอบเนื้อหา หรือที่เขียนเป็น Script มาเรียงเรียงตามลำดับการนำเสนอตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะยังเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์อยู่ การลำดับกรอบนี้สำคัญมาก

3.3 นำเนื้อหาที่ยังเป็นสิ่งพิมพ์นี้มา ตรวจสอบความถูกต้อง (Content Correctness) โดยเฉพาะเป็นการสร้าง IMMCI ที่เป็นการเขียนตำราใหม่ทั้งเรื่อง ควรอาศัยผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้นๆ (Subject Specialist) เป็นผู้ตรวจสอบให้ จากนั้นจะต้องนำเนื้อหาไปทดลองหาค่า Content Validity และ Reader Reliability โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายมาทดสอบด้วย แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

3.4 การสร้างแบบทดสอบส่วนต่างๆ ต้องนำมาหาความยากง่าย อานาจจำแนกความเที่ยง และความเชื่อมั่นทุกแบบทดสอบ และต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ผลที่ได้ทั้งหมดทั้งเนื้อหา (ที่จัดอยู่ใน โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว) และแบบทดสอบต่างๆรวมกันจะเป็นตัวบทเรียน (Courseware)

4. การนำเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์ (Implementation)

4.1 เลือก Software หรือ โปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองต่อความต้องการที่กำหนดไว้ เป็นตัวจัดการนำเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

4.2 จัดเตรียมรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอ หรือภาพนิ่ง หรือ Caption ไว้พร้อมที่จะใช้งาน สร้างไว้เป็นแฟ้มๆ

4.3 จัดการนำ Courseware เข้าในโปรแกรม (Coding) ด้วยความปราณีต และด้วยทักษะที่ดี ทำการ Edit ภาพ เสียง VDO ให้เรียบร้อยสมบูรณ์ ซึ่งจะให้เป็นบทเรียน (วิชา) บนคอมพิวเตอร์ ตามที่ต้องการ [(Subject) IMMCI Software]

5. การประเมินผล (Evaluation)

5.1 การตรวจสอบคุณภาพของ Package (Quality Evaluation) จัดการให้คณะผู้เชี่ยวชาญทาง IMMCI ตรวจสอบคุณภาพของ Package ปรับปรุงให้สมบูรณ์

5.2 ทำการทดลองการดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพ ด้วยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวนไม่เกิน 10 คน ทำการปรับปรุง และนำผลมากำหนดกลวิธีการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

5.3 ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency E1/E2) ของ Package และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) จากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน หากได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการเป็นอันใช้ได้

5.4 จัดทำคู่มือการใช้ Package (User Manual) หรือ Package Instruction ควรประกอบด้วย หัวเรื่องดังนี้ บทนำ อุปกรณ์ที่ใช้งานการกำหนดหน้าจอคอมพิวเตอร์การเริ่มเข้าบทเรียน เป้าหมายของบทเรียน ข้อมูลเสริมที่สำคัญ ข้อควรระวังข้อมูลผู้พัฒนาบทเรียน และวันที่เผยแพร่

2.3.4 การออกแบบการสอน (Instructional Design) สำหรับ Computer Instruction

ในการจัดทำ Module Presentation Chart จะเป็นผลที่ได้จากการออกแบบการสอน แล้วนำมาเรียบเรียงเป็นแผนภูมิ ในการกำหนดรูปแบบการสอน มักจะมีขั้นตอนดังนี้

1. นำเข้าบทเรียน
2. นำเสนอเนื้อหาบทเรียน
3. สรุปบทเรียน
4. เสริมความเข้าใจบทเรียน
5. ทดสอบผลการเรียน

การออกแบบการสอนสำหรับ IMMCI จะทำการออกแบบเช่นเดียวกับการออกแบบการสอนจริงด้วยคน (live Instruction) เพราะศักยภาพของ IMMCI ในปัจจุบันทำได้ทุกอย่าง ยกเว้นเรื่องของการคิด การตัดสินใจ เท่านั้น ดังนั้นควรระวังความสับสนที่จะเกิดขึ้นจากความเข้าใจการออกแบบ บทเรียนโมดูลหรือบทเรียนสำเร็จรูปอื่นๆ จำไว้ว่า การออกแบบบทเรียนแบบ IMMCI เป็นการ ออกแบบการสอนจริง (Live Instruction) การออกแบบการสอน (Instruction Design) นี้จะเข้าใจและออกแบบได้ง่ายขึ้น ด้วยการนำหลักการ 9 ข้อของ กาย์ (Gagne', 1992) มาใช้ประกอบการพิจารณาออกแบบดังนี้

1.การนำเข้าบทเรียน (Pre-view or Warm-up)

การนำเข้าบทเรียน เป็นกระบวนการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการเรียนรู้สิ่งที่มุ่งหมายที่จะสอน ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญในการสร้างเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมากในการนำเข้าบทเรียนควรดำเนินการดังนี้

1.1 ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้ (Inform the learner of the Objectives) การเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะต้องดำเนินการให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่จะเรียน รวมถึงเค้าโครงของเนื้อหา ซึ่งเป็นการทำให้ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ จะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และทำให้ผู้เรียนสามารถจำและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าด้วย การทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงสิ่งที่จะเรียนรู้สามารถจัดทำได้หลายแบบ เช่น เป็นการสร้างความเข้าใจอย่างกว้างๆ จนถึงการรับรู้ในหัวข้อย่อยด้วย ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อความหรือภาพวิดีโอ ภาพต่อเนื่อง หรือคำบรรยาย ที่เสนอบนจอควรที่จะสั้นและได้ใจความและสิ่งเสนอนั้น ถ้าเป็นไปได้ควรมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ใช้คำ ภาพ แผนภูมิที่สั้นๆ สื่อความหมายดี และเข้าใจได้ง่าย
2. หลีกเลี่ยงสิ่งที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป
3. ไม่ควรยืดยาวจนเกินไป โดยเฉพาะในเนื้อหาย่อยในแต่ละส่วนๆ
4. การทำให้ผู้เรียนมีโอกาสทราบส่วนที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ จะทำให้น่าสนใจได้บ้าง
5. การนำเสนอเรื่องราวเพื่อสร้างความสนใจในการนำเข้าบทเรียนเป็นสิ่งที่ดีแต่ควรคำนึงถึงด้านเวลากำหนดช่วงที่เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อข้ามช่วงไปก็ได้
6. หากบทเรียนมีหลายบทเรียน การนำเสนอแผนภูมิบทเรียนแทน Menu จะทำให้ง่ายขึ้น

1.2 การสร้างความสนใจให้เกิดขึ้น (Gaining Attention) ในการนำเข้าบทเรียนควรจะทำให้ผู้เรียนได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะเรียน ดังนั้นควรจะเริ่มด้วยลักษณะการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นนั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียนและเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไป ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียน จะต้องเริ่มตั้งแต่ Title ของบทเรียน ในการสร้าง Title นั้นจะต้องออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ ถึงแม้ต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยผ่านแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น การกด Space Bar หรือการกด Key ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหาและกราฟิกนั้นควรจะมีขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน
2. ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว
3. ควรใช้สีเข้าช่วย โดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้มอื่นๆ ที่ตัดกับพื้นชัดเจน
4. ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก
5. กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพไม่นานจนเกินไป หรือให้ผู้เรียนกด Key หรือ Space Bar
6. ในกราฟิกดังกล่าวควรแสดงชื่อเรื่องบทเรียน หรือหัวเรื่องเนื้อหาไว้ด้วย
7. ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว มีการเคลื่อนไหว

เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กราฟิคนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้วต้องเหมาะสมกับวัยผู้เรียนด้วย

2. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (Presenting Main Content)

การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรจะเริ่มจากส่วนที่มีความสัมพันธ์กับการนำเข้าบทเรียนและจะต้องยึดหลักการสอนที่จะต้องเริ่มจากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้ จากพื้นฐานไปสู่สิ่งที่สูงขึ้น จากสิ่งที่เข้าใจง่ายไปสู่สิ่งที่สลับซับซ้อน และการนำเสนอสิ่งต่างๆ ที่สร้างเสริมความเข้าใจเป็นกลุ่มก้อนที่เหมาะสม เพื่อเป็นการสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่สูงขึ้น ในการนำเสนอเนื้อหาควรดำเนินการดังนี้

2.1. ทำการกระตุ้นให้หวนนึกถึงความรู้เดิม (Stimulate Recall of Prerequisites) ในการเรียนความรู้ใหม่ของผู้เรียนเนื้อหา และแนวความคิดอาจต้องมีส่วนอาศัยพื้นฐานความรู้บางเรื่องมาก่อน หากผู้เรียนสามารถจำเรื่องเหล่านั้นได้ จะทำให้ผลการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ง่ายขึ้น ดังนั้นผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องหาวิธีการชี้แนะและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้หวนนึกถึงความรู้เดิมให้ได้ก่อน ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว ยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนด้วย เช่น จัดให้ทำกิจกรรมที่จะหวนสัมพันธ์กับเนื้อหาเดิม การนำเสนอเรื่องราว ภาพ หรือ เหตุการณ์ที่จะโยงไปยังเนื้อหาเดิมได้ หรือใช้วิธีการตรวจสอบต่างๆ ที่จะวัดและชี้แนะให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้เดิม เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (หมายเหตุ การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) นี้จะต่างจากการทดสอบก่อนเรียนเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ซึ่งจะเป็นการทดสอบเพื่อหาระดับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนรู้อ่อนเข้าเรียนบทเรียน) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ

การทบทวนความรู้เดิมนี้ อาจใช้การทดสอบเสมอสำหรับการเข้าบทเรียนใหม่ แต่หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นหน่วยๆ ต่อๆ กัน ไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้า ซึ่งเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วว่าการกระตุ้นอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมจะมากบ้าง น้อยบ้าง ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับเนื้อหา

ข้อควรที่จะพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ห้ามใช้การคาดคะเนว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนการเรียนเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
2. การทบทวนหรือทดสอบควรให้กระชับและตรงตามเนื้อหามากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในระหว่างการเรียนเนื้อหาใหม่ ควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจากบททดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนเนื้อหาเดิมได้ตลอดเวลา
4. อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนสนใจขึ้น

2.2 การเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ (Presenting the Stimulus Material) ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ สามารถนำเสนออย่างน่าสนใจโดยการเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือข้อเขียนเพียงอย่างเดียว เพราะภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ บางครั้งในเนื้อหาบางช่วงมีความยากในการที่จะสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรหาวิธีการอื่นๆ ที่จะนำเสนอแทนด้วยภาพได้ ซึ่งจะได้ผลดีกว่าข้อเขียนทั้งหมด

ภาพที่สามารถใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง (Still Picture) ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ และอื่นๆ ส่วนภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) ได้แก่ ภาพจากสัญญาณวิดีโอ (Video) ภาพจากสัญญาณดิจิทัลอื่น ๆ เช่น ภาพถ่ายดิจิทัลจาก Laser Disc จากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์โดยตรง เป็นต้น การใช้ภาพประกอบเนื้อหาจะต้องมีความเหมาะสม ดังนี้

- 1) มีรายละเอียดไม่มากเกินไป
- 2) ใช้เวลาให้ภาพปรากฏบนจอไม่ล่าช้าเกินไป
- 3) ภาพจะต้องเกี่ยวข้องโดยตรงกับเนื้อหาเท่าที่ควร
- 4) ไม่สลับซับซ้อนเป็นที่เข้าใจยาก

หากจะต้องมีเนื้อหาที่เสนอเป็นข้อความหรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะข้อเขียนเหล่านั้นจะเบียดเสียด ทำให้อ่านยาก จะทำให้ผู้เรียนต้องพยายามอ่านออกจู้จึ๊กเพื่อที่ได้อ่านนานๆ ด้วย

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ควรใช้ภาพนิ่งประกอบในการเสนอเนื้อหาเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
2. พยายามใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อนและที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น
3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์หรือภาพเปรียบเทียบในส่วนที่ควรจะมีเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนจะต้องเน้นให้ชัดเจน โดยเฉพาะในส่วนของ ข้อความสำคัญ ซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การติกรอบ การกะพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น คู่มือด้านล่างของภาพ
5. จัดรูปแบบของคำอ่านให้หน้าอ่าน หากเนื้อหาควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน
6. การนำเสนอในแต่ละกรอบที่ต่อเนื่องกัน ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมามากเกินไป และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
7. การกำหนดส่วนของปฏิสัมพันธ์จะต้องกำหนดให้สามารถกระทำได้หลายรูปแบบ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นแทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว
8. ต้องให้เหมาะสมในเรื่องเทคนิค

2.3 กำกับแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสม (Providing Learning Guidance) ในการเรียนรู้ หากมีการจัดระบบการเรียนรู้เนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิม จะทำให้การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningful Learning) และทำให้สามารถวิเคราะห์และตีความ ในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่โดยทั่วไปผู้เรียนจะไม่ทราบ รวมทั้งอาจจะไม่ชำนาญในแนวทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพก็ได้ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องพยายามหาเทคนิคในการที่จะชี้แนะ กำกับ และกระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ในแนวทางที่เหมาะสม นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดด้วย เทคนิคของการดำเนินเนื้อเรื่อง บทเรียน การใช้ภาพเปรียบเทียบ การใช้ตัวอย่าง จะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจในแนวคิดต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น Guided Discovery หรือการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการชี้นำการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ แล้วค่อยๆ แคบลง หรือการใช้คำถามตรေးล้อมถามจนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง เป็นต้น

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ต้องชี้นำให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหา และช่วยให้เห็นว่าเนื้อหานั้นมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่อย่างไร
2. ให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบายแนวคิด (Concept) ใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของเครื่องกลึงหลายๆ ชนิด หลายๆ ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น ให้คุณภาพเครื่องกัด ภาพของเครื่องเจียร และบอกว่าเครื่องเหล่านี้ไม่ใช่เครื่องกลึง เป็นต้น
4. ในการนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรมีตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม
5. จะต้องออกแบบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้เดิม และประสบการณ์เดิมด้วย

2.4 การเสริมความเข้าใจในบทเรียน (Re-enforcement) ในการศึกษาเนื้อหาบทเรียนตามขั้นตอนในการนำเสนอในข้อ ข อาจสร้างความเข้าใจในเนื้อหาได้ระดับหนึ่ง ซึ่งอาจจะยังไม่ชัดเจนสมบูรณ์ ดังนั้น การจัดให้มีกิจกรรมเสริมความเข้าใจเพิ่มขึ้น จะเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ และมีประสิทธิผลยิ่งขึ้น กระบวนการเสริมความเข้าใจในบทเรียน สามารถดำเนินการได้ดังนี้

2.5 กระตุ้นให้เกิดการตอบสนอง (Eliciting Performance) ประสิทธิภาพการเรียนรู้จะมีมากหรือน้อยเพียงใด เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการกระบวนการเรียนรู้ หากผู้เรียนได้มีโอกาสดำเนินการเรียนรู้อย่างถูกต้อง ได้ร่วมคิด ร่วม กิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การตอบสนองต่อการถาม การได้ตอบในด้านกิจกรรมอื่นๆ ที่ จำเป็นและเหมาะสม เช่น การทำการทดลอง การทำแบบฝึกหัด หรือการแสดงออกอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ดีกว่าผู้ที่เรียนโดยการอ่าน หรือการคัดลอกข้อความเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่นๆมาก ทำให้การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้นสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ (Interactive) ได้ ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมได้หลายลักษณะแม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม และการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกรู้สึกระส่ำกระริ้ว และเมื่อมีส่วนร่วมคิดหรือติดตาม ซึ่งทำให้เกิดความผูกพันประสาสนให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น อุปกรณ์อื่นๆ ที่จัดเป็นการสอนแบบ Non-interactive เช่น วิทยุทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่นๆ เป็นต้น

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ออกแบบให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้นๆ เพื่อสร้างความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
3. ควรมีกระบวนการสร้างความคิด และจินตนาการจากการตระร่วมด้วยคำถาม

4. หลีกเลียงถามและการตอบสนองซ้ำๆ หลายครั้ง การถามแต่ละครั้ง เมื่อทำ ผิดสักครั้งสองครั้งควรจะให้ Feedback แล้วเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป
5. ในการตอบสนองจากผู้เรียน ควรไม่ให้มีความผิดพลาด แต่หากเป็นส่วน เข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 หรือ Space ในการพิมพ์อาจเกินไป หรือขาดหาย บางครั้งใช้ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก ก็อาจใช้วิธีการ เตือนให้แก้ไขได้
6. จะต้องแสดงให้การตอบสนองของผู้เรียนบนกรอบเดียวกับคำถาม และการตรวจปรับ คำตอบจะต้องอยู่บนกรอบเดียวกันด้วย ซึ่งอาจจะเป็น กรอบซ้อนขึ้นมาในกรอบหลักเดิมก็ได้

2.6 การประเมินความเข้าใจในการเรียนรู้ (Assessing Performance) บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การตรวจสอบระดับความรู้ใหม่ที่เรียนเพื่อผล ทางการเสริมการให้ความรู้เพิ่มหรือซ้ำ จะทำให้การเรียนรู้จากบทเรียน สำเร็จรูปได้ผลสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนหรือจัดทำกิจกรรมใดๆ ที่เหมาะสมและสัมพันธ์กับ เนื้อหา จะมีผลทำให้เกิดการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วยการประเมินผลหรือกระทำกิจกรรมควรร ครอบคลุมและเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายส่วน อาจจำแนกแบบ ประเมิน (ทดสอบ) หรือกิจกรรม ออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหาซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบเรียนว่าจะ ต้องการแบบใด การประเมินหรือกิจกรรมเหล่านี้ จะต้องย้อนกลับด้วยการเฉลยให้ผู้เรียนได้รับรู้ ระดับการเรียนรู้ของตนเองด้วย

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. สิ่งที่ต้องการประเมินและกิจกรมนั้นต้องตรงกับวัตถุประสงค์ของ บทเรียน
2. การย้อนกลับ (Feedback) จะเป็นสิ่งที่ถูกต้องและเสริมความเข้าใจมากขึ้น และต้องอยู่บนกรอบเดียวกัน และแสดงโต้ตอบเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
3. ไม่ควรให้ผู้เรียนจะต้องพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกจากจะทำให้ เสียเวลาแล้วผู้เรียนอาจจะเกิดความเบื่อหน่าย
4. ให้ผู้เรียนตอบได้หลายครั้งในแต่ละคำถามและจะต้องมีคำเฉลยที่ถูกต้อง แสดงให้ดูด้วย
5. จะต้องกำกับการโต้ตอบให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน เช่น ควรจะตอบ คำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูกและกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น

2.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน IMCCI สามารถกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้นและทำทนายผู้เรียนได้ดี เมื่อมีการย้อนผลกลับ (Feedback) โดยการบอกเป้าหมายที่จะเรียนให้ชัดเจนและให้ตำแหน่ง ณ ที่เรียนขณะนั้น ผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายอย่างไร ทำให้ผู้เรียนไม่เรียนรู้ในความมืด ผู้เรียนจะทราบสภาพแวดล้อมการเรียนอย่างโปร่งใสชัดเจน การย้อนกลับที่เป็นรูปภาพจะช่วยเร้าความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้น เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน หรือด้วยคำเขียน คำตอบต่างๆ รวมทั้งเป็น กราฟ ก็เป็นการเหมาะสมดี

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ให้ผลย้อนกลับทันทีที่หลังจากผู้เรียน ได้ตอบ
2. จะต้องทำให้ผู้เรียนทราบว่าถูกหรือผิด โดยแสดงผลย้อนกลับบนกรอบเดิม
3. ถ้าใช้ภาพย้อนกลับ จะต้องเป็นภาพที่ง่ายและที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
4. อาจใช้ภาพกราฟฟิคที่ในการย้อนกลับ แต่ควรให้เหมาะสมและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาด้วย ถ้าหากหาภาพที่เกี่ยวข้องตรงๆ ไม่ได้ ก็อาจใช้ภาพใกล้เคียงได้
5. สามารถใช้เสียงสำหรับการย้อนผลกลับได้ แต่คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ผิดควรใช้เสียงที่ต่างกัน
6. ถ้าเป็นคำถามหรือโจทย์มีตัวเลือก ควรเฉลยคำตอบที่ถูกหลังจากผู้เรียนทำผิด 2-3 ครั้ง (เฉพาะในส่วนที่เป็น Re-enforcement เท่านั้น)
7. สามารถใช้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
8. ในการนำเสนอลำดับข้อในการเสริมความเข้าใจ จะต้องใช้การสุ่มย้อนกลับเพื่อเร้าความสนใจ และจะไม่สามารถจำได้หากจะต้องทำซ้ำ

3. การสรุปบทเรียน (Re-view)

4. การเสริมการจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer)

ในการออกแบบการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นสุดท้ายข้อเสนอแนะของกาเย่ (Gagne) จะให้เป็นกิจกรรม สรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักซ้อมปัญหาที่ก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้ออกแบบการสอนจะได้แนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมกิจกรรมเหล่านี้ จะทำให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนจากจำจากความจำชั่วคราวเป็นการจำระยะยาวได้และจะสามารถถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้อื่นได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบ มีดังนี้

1. ให้สรุปให้ชัดเจนว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียน ค้นเคยแล้วอย่างไร
2. ทำการทบทวนหลักการหรือแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นจัดหมวดหมู่ให้เหมาะสม
3. ชี้นำเสนอแนะการนำความรู้ใหม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
4. เสนอแนะแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการค้นคว้าศึกษาต่อไปให้ชัดเจน

5. การทดสอบบทเรียน (Test or Examination)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง ซึ่งใช้สำหรับศึกษาด้วยตนเอง โดยเฉพาะบทเรียน IMMCI นี้สามารถใช้สอนแทนผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพผู้เรียนที่กำลังเรียนบทเรียน IMMCI จะเสมือนกำลังถูกสอนโดยผู้สอน ซึ่งเป็นสภาพการสอนเสมือนจริง (Virtual Instruction) เมื่อเรียนแล้วทำการสอบคอมพิวเตอร์ก็สามารถตรวจสอบความถูกต้องของการตอบ และประเมินผลออกมาได้โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องไปตรวจคำตอบเอง การทดสอบความรู้ใหม่ในช่วงท้ายของบทเรียนที่เรียกว่า Post Test เป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะการทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการทดสอบ เพื่อเก็บคะแนนหรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ค่าสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือไม่ การทดสอบนี้จะย้อนผลกลับเฉพาะระดับผลสอบเท่านั้น จะไม่เฉลยคำตอบ และจะไม่ให้ตอบหลายครั้งด้วย

ในการออกแบบทดสอบหลังเรียนนี้ จะต้องพิจารณาประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. ต้องแน่ใจสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
2. ต้องตรวจสอบพฤติกรรมตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้เขียนไว้
3. ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม โดยไม่แสดงความถูกต้องในขณะที่ทำข้อทดสอบ
4. คำนึงถึงความเป็นมาตรฐานของข้อสอบต้องแม่นยำและเชื่อถือได้
5. อย่าทดสอบโดยการใช้อธิบายเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบบ้าง
6. หากการตอบจะเป็นการพิมพ์คำ ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดหากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็ก แทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 โปรแกรมสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ระบบนิพนธ์บทเรียน (Authoring System) โปรแกรมระบบนี้เขียนและ พัฒนาขึ้นด้วยผู้ชำนาญการ และผู้ทรงคุณวุฒิทางการเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ซึ่ง ออกแบบไว้สำหรับสร้างและนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะ ดังนั้นการใช้งานจึง ง่ายและสะดวกต่อผู้ใช้ที่ไม่มีทักษะทางการเขียนโปรแกรม เพื่อสร้างบทเรียน ก่อนหน้านี้เป็น เรื่องที่สร้างปัญหาในการใช้ภาษาไทยมาก เนื่องจากได้มีการประยุกต์ใช้ภาษาไทยกับ ระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ ถึงแม้ว่าจะยังไม่มีมาตรฐานรองรับ แต่ก็เป็นที่ยอมรับได้ โดยทั่วไป ตัวอย่างโปรแกรมระบบนิพนธ์บทเรียน ได้แก่ ระบบ PLATO, Author ware, Multimedia Tool book, Icon Author, PINE, Ten CORE, Quest เป็นต้น ข้อดีของระบบนิพนธ์ บทเรียนเหล่านี้ ก็คือ ใช้งานง่ายและสะดวก ส่วนข้อจำกัดก็คือราคาค่อนข้างสูง และต้องใช้กับ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบที่มีขีดความสามารถค่อนข้างสูง

2. ระบบการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ไป ได้แก่ PC Story Board, Show Partner, Paint Brush, Fat vision เป็นต้น เพื่อใช้ในการสร้างและพัฒนาบทเรียน ซึ่งมีข้อจำกัดและความ สมบูรณ์ในหลายๆ ด้าน เนื่องจากเป็น โปรแกรมสำหรับสร้างภาพต่างๆ ไป เหมาะสำหรับการสร้าง ภาพเพื่อนำเสนอมากกว่าที่จะเป็นการโต้ตอบบทเรียน แม้ว่าบางโปรแกรมจะสามารถโต้ตอบได้ แต่ก็ยากเกินกว่าบุคคลทั่วไปที่จะทำได้เนื่องจากการสร้างบทเรียนต้องใช้หลักการ โปรแกรมจึงไม่ เป็นที่นิยมใช้กัน

2.3.6 โปรแกรมที่ใช้สนับสนุนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ใช้โปรแกรม Flash สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่ง Flash เป็นโปรแกรมสำหรับ งานแอนิเมชัน และ มัลติมีเดียที่ได้รับความนิยมอยู่ขณะนี้ เรียกได้ว่าเป็นมาตรฐานใหม่สำหรับ เว็บไซด์ และ งานอินเทอร์เน็ตที่ต่างๆ เพราะรูปแบบการใช้งานง่าย มีศักยภาพสูง และ รองรับงาน ออนไลน์ต่างๆ เช่น งานพัฒนาเว็บไซด์ต่างๆ ทำให้คุณสามารถนำงานที่สร้างจาก Flash ไปแสดง บนเว็บไซด์ได้ทันที อีกทั้งในปัจจุบันมีผู้เล่นอินเทอร์เน็ตที่ติดตั้ง Flash Player แล้วกว่า 98% และ เริ่มขยายไปยังสื่อระบบอื่นๆ เช่น Pocket PC, Palm PDA, Mobile Phone, Web TV เป็นต้น

Flash ได้ถูกนำไปพัฒนางานรูปแบบต่างๆ มากมาย เช่น งานวิดีโอ, งานมัลติมีเดีย, งานเว็บ แอปพลิเคชัน, ระบบ e-Learning และ ระบบแอปพลิเคชันขนาดใหญ่ เป็นการพัฒนาแอนิเมชันใน เว็บไซด์หรือสร้างงานฟรีเซ็นเทชันแนวใหม่ที่ไม่ซ้ำใครในรูปแบบของการโต้ตอบกับผู้ชม Interactive เสริมด้วยภาพวิดีโอ และ เสียงประกอบเพิ่มสีสันของงานของคุณให้ตื่นตาตื่นใจยิ่งขึ้น โดยมีโปรแกรมกราฟิกพื้นฐาน การวาดภาพใน Flash การวาดการ์ตูนด้วย Flash เทคนิคการใช้งาน การสร้างแอนิเมชันรูปแบบต่างๆ การสร้างเอฟเฟกซ์ Motion Guide และ Masking ไปจนถึงการใช้

งาน Action Scrip's เบื้องต้นที่สามารถครอบคลุมการใช้งานแอนิเมชัน และฟรีเซ็นเทชันทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียน

2.4.1 การหาคุณภาพของบทเรียน

แบบสอบถามเป็นเครื่องมือใช้วัดความคิดเห็น ความรู้สึกอารมณ์ของบุคคล เช่น จิตใจ ความรู้ ความเชื่อ การเห็นคุณค่าของเรื่องต่างๆ เป็นต้น แบบสอบถามที่สร้างขึ้นอาจถามลูกค้า หรือสมาชิกที่มาพักในโรงแรม ผู้โดยสารเครื่องบิน ลูกค้าในร้านอาหาร ในศูนย์การค้าหรือบุคคลทั่วไปตามท้องถนน อาจถามเกี่ยวกับการขึ้นค่าทางด่วน หรือถามผู้จัดการ พนักงานขาย ตัวแทนจำหน่ายในเวลาที่มิประชุม หรือถามผู้บริหาร อาจารย์ นักเรียน เกี่ยวกับการดำเนินงานของสถานศึกษา (จิระ ว่องวรรณกร. 2548: 58)

หลักการสร้างแบบสอบถาม ก่อนสร้างแบบถาม ผู้วิจัยจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนเสียก่อน แล้วจึงสร้างแบบสอบถามขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการตอบคำถามหรือปัญหาของผู้วิจัย ซึ่งลักษณะของแบบสอบถามมีดังนี้

1) แบบกำหนดคำตอบให้เลือกตอบ (Check List) คำถามแต่ละข้อจะมีตัวเลือกให้เลือกตอบ โดยครอบคลุมสิ่งที่คิดว่าจะเป็นคำตอบ คำถามบางคำถามอาจมีคำว่าอื่นๆ (โปรดระบุ) เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบข้อคำถามนั้น

2) แบบให้ตอบเสรี (Open End) โดยกำหนดหัวข้อให้แล้วให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบได้อย่างเสรี

3) แบบประมาณค่า (Rating Scale) ผู้ตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินค่าและจะกำหนดค่าน้ำหนักไว้ให้ เช่น ค่าน้ำหนักเป็น 5, 4, 3, 2, 1 หรือ 4, 3, 2, 1 หรือ 0, 1, 2 โดยคำตอบประเมินค่าตามตัวเลขที่กำหนดไว้ ในการสร้างแบบสอบถามแบบประเมินค่าผู้สร้างจะต้องสร้างให้มีคำตอบเท่ากันทุกข้อกระทง (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 39-40)

ในการหาคุณภาพของบทเรียนผู้วิจัยได้จัดทำเป็นแบบสอบถาม โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ในการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
4 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพดี
3 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
1 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง

และมีเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยคุณภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์นี้ แต่ละข้อดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับดี
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

2.4.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ชัยยง พรหมวงศ์ และคณะ (2541: 134-140) กล่าวถึงขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้

2.4.2.1 กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยการกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจโดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ย เป็นค่าร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติ อาจตั้งไว้ที่ 70/70, 75/75

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนนิยมกำหนดเป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ

80 ตัวแรก หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ผลเฉลี่ย 80percentage

80 ตัวหลัง หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

2.4.2.2 คำนวณหาประสิทธิภาพ โดยการ ใช้สูตร E_1/E_2 โดย E_1 และ E_2 ได้มาจาก

1) การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum \frac{X}{n}}{A} \times 100 \quad (2.1)$$

เมื่อ E_1 แทนประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทนคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
A แทนคะแนนเต็มของแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียนรวมกัน
n แทนจำนวนผู้เข้าเรียน

2) การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

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

เมื่อ E_2 แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ แทนคะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนครบทุกบทเรียน
B แทนคะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนครบทุกบทเรียน
n แทนจำนวนผู้เข้าเรียน

3) การหาประสิทธิภาพของบทเรียนมี 3 ขั้นตอนดังนี้

3.1) แบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็ก 1 คน โดยทดลองกับเด็กเก่ง ปานกลาง และเด็กอ่อน การทดลองควรทำกับเด็กอ่อนก่อนทำการปรับปรุง แล้วทำการทดลองใช้กับเด็กปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น อย่างไรก็ดีตาม หากเวลาไม่อำนวยและสถานการณ์ไม่เหมาะสมให้ทดลองกับเด็กอ่อนหรือปานกลาง โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่เมื่อได้รับการปรับปรุงแล้วคะแนนที่ได้จะสูงขึ้นมากก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่ม ในขั้นนี้ E_1/E_2 ที่ได้ จะมีค่าประมาณ 60/60

3.2) แบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็กไม่เกิน 10 คน ที่มีความสามารถคล้ายกัน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ในครั้งนี้คะแนนของผู้เรียนจะ

เพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3.3) ภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดลองครู 1 คน กับเด็กนักเรียนทั้งชั้นไม่เกิน 10 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่ควรเกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับได้ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนใหม่ โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หิรัณย์ ศุภวานนิมิต (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องหลักการพันหม้อแปลงไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องหลักการพันหม้อแปลงไฟฟ้า และหาประสิทธิภาพโดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องหลักการพันหม้อแปลงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการพันหม้อแปลงไฟฟ้า ของกลุ่มผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนปกติตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนกรุงเทพเทคนิคนนท์ 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่ม 2 เรียนจาก วิธีการสอนตามแผนการสอน โดยวิเคราะห์ทางสถิติ t-test ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องหลักการพันหม้อแปลงไฟฟ้าที่สร้างขึ้นนั้น มีประสิทธิภาพ $E_1 : E_2 = 84.62:86.75$ สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80:80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติตามคู่มือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

นางสาวจันนิภา อิศรัตน์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่อง สารกึ่งตัวนำ ไดโอด และ ทรานซิสเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่อง สารกึ่งตัวนำ ไดโอด และ ทรานซิสเตอร์ โดยมีสมมุติฐานของการวิจัยว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น สามารถใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนด 80/80 การดำเนินการวิจัย ได้นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาแผนกเทคนิคคอมพิวเตอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนนทบุรี ปีการศึกษา 2541 จำนวน 16 คน

ผลการทดลองใช้พบว่านักศึกษาทั้ง 16 คนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อหาประสิทธิภาพจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการทำแบบทดสอบหาผลสัมฤทธิ์รวม พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 86.74/81.25 และผู้เชี่ยวชาญที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี สามารถนำไปใช้ประกอบในการเรียนการสอนได้

วรรณรจ ภูมิทัศน์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอนคอนโทรลเรกติฟายร์ วิทยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจร เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรล เรกติฟายร์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิโดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่กำลังเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างไฟฟ้ากำลังของวิทยาลัยการอาชีพกาญจนาภิเษกหนองจอกจำนวน 80 คนพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ซิลิคอน คอนโทรลเรกติฟายร์ ที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.16 : 83.60 สูงกว่ามาตรฐาน 80:80ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปราณี ทิพย์สุวรรณ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เฟด การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เฟด และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพเครื่องมือสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิโดยใช้ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 พ.ศ. 2545 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวนประมาณ 60 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 พ.ศ. 2545 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยให้กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเฟด ที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.33 : 82.00 สูงกว่ามาตรฐาน 80:80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปาริฉัตร หอมนาน (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศที่สร้างขึ้น สามารถใช้เป็นการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรีที่กำลังเรียนวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ จำนวน 7 หน่วย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.43 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.02 – 0.80 และค่าความเชื่อมั่นกับ 0.88 ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.40/84.03 ซึ่งสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สามารถใช้เป็นการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

พิพัฒน์ วัฒนกุล (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา พร้อมทั้งหาคุณภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนกับก่อนเรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องสนามที่แปรเปลี่ยนตามเวลา สมการของแมกซ์เวลล์ คลื่นระนาบคงที่ สายนำสัญญาณ การนำสมการแมกซ์เวลล์ไปประยุกต์ใช้ และแบบทดสอบ โดยนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 11 คน การทดลองให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นทดสอบด้วยแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้งหนึ่ง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์คุณภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาแล้วจึงทำการสรุปผล ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้นมีคุณภาพดีโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.63 และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รจนา อินถ์ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา
บทเรียนโปรแกรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียน และหาประสิทธิภาพบทเรียนบน
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาบทเรียนโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80:80 และเพื่อ
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยบทเรียนเครือข่าย
อินเทอร์เน็ต กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการ
สอนอาชีวศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง ได้มาโดยทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 20 คน จากจำนวน
43 คน จากนั้นนำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้าทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คน
และทดลองแบบกลุ่มย่อยจำนวน 6 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขสื่อให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลอง
กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบน
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาบทเรียนโปรแกรม โดยประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3
คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผลการประเมินได้ค่าเฉลี่ยทั้งสองด้านเท่ากับ 4.46
แสดงว่าการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาบทเรียนโปรแกรม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นอยู่
ในระดับดี ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปว่าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาบทเรียนโปรแกรม ที่
ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.75:82.00 เป็นไปเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80 และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไป
ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

สมพร กระจ่อมแก้ว (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่าน
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการจัดการ โปรเซสเซอร์ วิชาระบบปฏิบัติการ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ
พัฒนา หาคคุณภาพและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่องการจัดการ โปรเซสเซอร์วิชาระบบปฏิบัติการ 1 โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป และมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า
เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ลงทะเบียน
เรียนวิชาระบบปฏิบัติการ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน
30 คน หาได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการจัดการโปรเซสเซอร์ วิชาระบบปฏิบัติการ 1 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์
เนื้อหาเป็นหน่วยย่อยและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมตามเนื้อหาที่แบ่งไว้ สร้าง
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกแบบบทเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นำ
เนื้อหาที่ออกแบบมาสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้โปรแกรม Macromedia Dream
weaver แล้วนำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบหาข้อบกพร่อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น หลังจากนั้นนำเสนอ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อทำการประเมินคุณภาพพร้อมทั้ง ข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยนำผลการประเมินดังกล่าวมาหาคุณภาพบทเรียนและปรับปรุงแก้ไขตาม คำแนะนำ แล้วนำมาทดลองเพื่อหาข้อบกพร่องกับกลุ่มทดลอง กลุ่ม 3 คน และ กลุ่ม 6 คน เมื่อ แก้ไขแล้วนำมาดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ โดยหาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม ตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการจัดการโปรเซสเซอร์ วิชา ระบบปฏิบัติการ1 มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.57$) และด้านเทคนิคการผลิต สื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.41$)

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการจัดการโปรเซสเซอร์วิชา ระบบปฏิบัติการ 1 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.67/83.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นันทรัตน์ ศรีน้อย (2548 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องกระบวนการผลิตเส้นใยแสง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพร้อมทั้งหาคุณภาพ และ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลังเรียนกับก่อนเรียน โดยบทเรียนผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องกระบวนการผลิตเส้นใยแสง วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้พัฒนา บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องกระบวนการผลิตเส้นใยแสง จำนวน 4 หน่วยเรียน ซึ่ง ประกอบด้วยเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบ โดยนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลอง กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม โทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง จำนวน 20 คน การทดลองให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นทดสอบ ด้วยแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้งหนึ่ง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์คุณภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา แล้วจึงทำการสรุปผล ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องกระบวนการผลิตเส้นใยแสง ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.63 และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีดังต่อไปนี้

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรหัสวิชา 04-221-101 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวนรวมทั้งสิ้น 50 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 04-221-101 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งผู้วิจัยทำการสุ่มตัวอย่างโดยเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 20 คนจากประชากรทั้งหมด (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543: 38)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชา วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 04-210-101 สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จะบรรจุลงในโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2) วิเคราะห์เนื้อหารายวิชาและคำอธิบายรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ออกเป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามตารางการแบ่งหน่วยเรียนที่ได้ดังตารางที่ 2.1-2.3 (หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี: 2548)

3) ออกแบบและสร้าง โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยการกำหนดเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยเพื่อให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4) เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

5) นำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

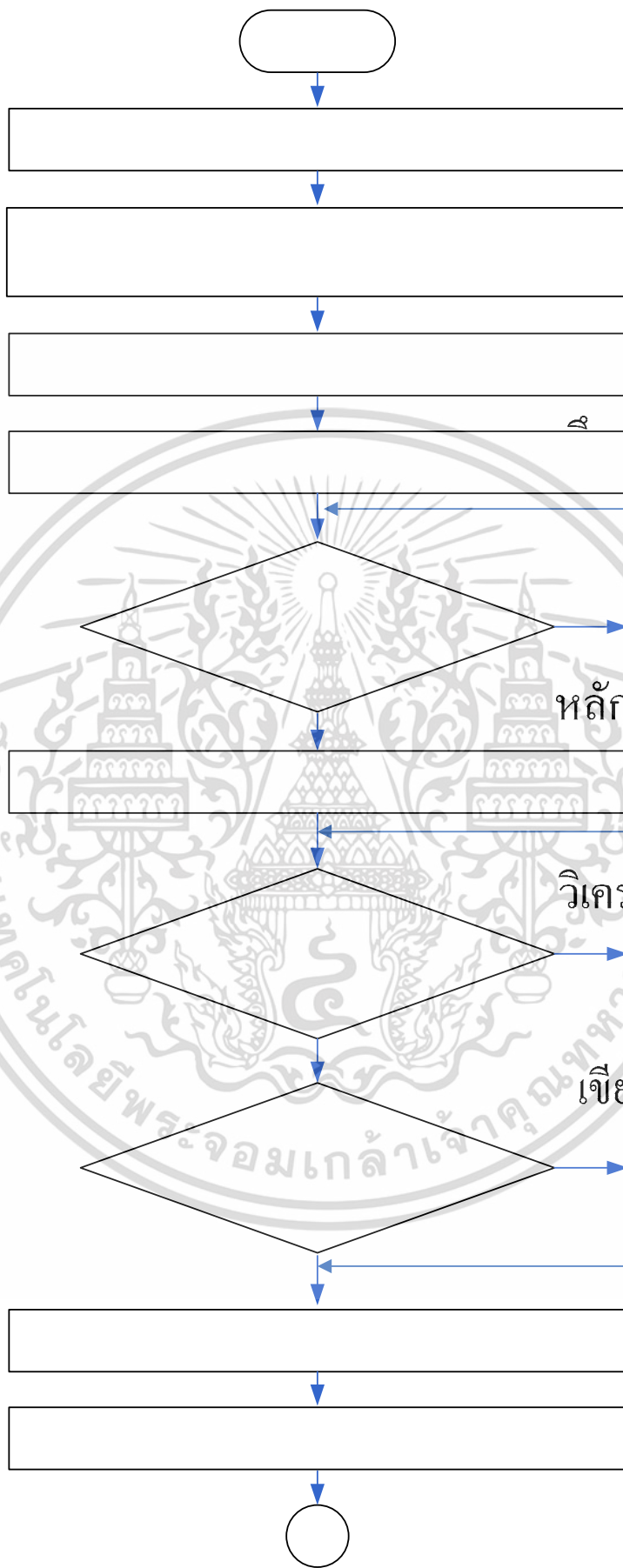
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ดร. ระวี พรหมหลวงศรี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
2. อาจารย์บัญชา แสนโสดา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3. อาจารย์สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตขอนแก่น

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. ดร. นิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสกลนคร
2. ผศ. พิระพัฒน์ พิสุทธรพงศ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตขอนแก่น
3. อาจารย์สมพงษ์ วะทันติ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสกลนคร

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



เริ่มต้น

วิเคราะห์เนื้อหาวิชา

รายละเอียด

หลักการและวิธีการสร้างบทเรียน

วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนด

เขียนแบบร่างบทเรียนบทเรียน

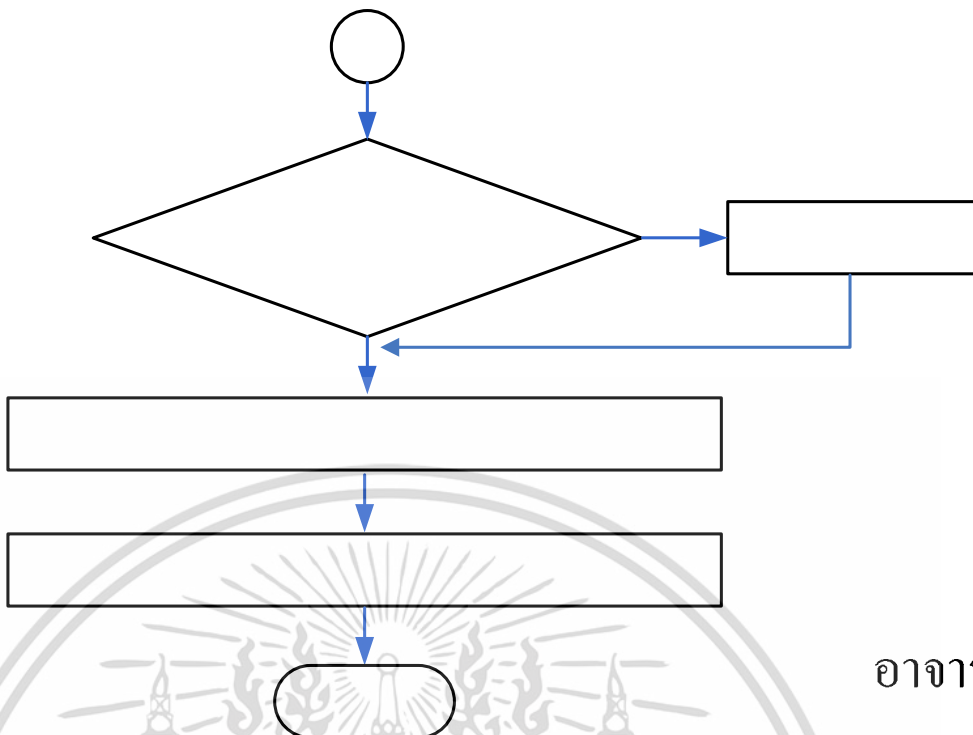
ผ่าน

อาจารย์ที่ปรึกษา

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างบทเรียนบทเรียน



A

อาจารย์ที่ปรึกษา

รูปที่ 3.1(ต่อ) ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงและสร้างเสร็จแล้วไปทดลองใช้กับ ผ่าน นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้าจำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียน ด้วยการสอบถามความคิดเห็นเพื่อนำข้อบกพร่องที่ได้รับไป ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ผลการปรับปรุงแก้ไขจากการสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา 3 คนมีดังนี้ คือ

1. เปลี่ยนสีตัวให้เหมาะสม สบายตาขึ้น(จากพื้นสีส้มเป็นสีน้ำเงิน)
2. ปรับข้อสอบให้มีรูปประกอบมากขึ้น

หาประสิทธิภาพของบทเรียนบท

7) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนแล้ว ไปทดลองใช้ กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ไม่เคยเรียนวิชางจรอิเล็กทรอนิกส์มาก่อน จำนวน 6 คน เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

จบ

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาทฤษฎีและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรรายวิชาและคำอธิบายรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

2) วิเคราะห์เนื้อหาและคำอธิบายรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

3) ร่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ 4 ตัวเลือก

ผู้วิจัยได้ทำการร่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมดจำนวน 155 ข้อ และนำมาใช้จริงจำนวน 65 ข้อ โดยที่จำนวนข้อสอบที่คัดเลือกมานั้นครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จำนวน 5 บทเรียนดังนี้

บทเรียนที่ 1. เรื่องวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง จำนวน 15 ข้อ

บทเรียนที่ 2. เรื่องการไบอัสให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 ข้อ

บทเรียนที่ 3. เรื่องวงจรขยายสัญญาณทรานซิสเตอร์ จำนวน 10 ข้อ

บทเรียนที่ 4. เรื่องวงจรขยายสัญญาณเฟต จำนวน 10 ข้อ

บทเรียนที่ 5. เรื่องออปแอมป์ จำนวน 10 ข้อ

4) เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบและทำการปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาค่าคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้ 1.ค่าความตรงของเนื้อหา กับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2.ค่าความยากง่ายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3.ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4.ค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ค่าความตรงของเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดเกณฑ์ว่าค่าเฉลี่ย ≥ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา

ผลที่ได้จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ออกแบบจำนวนทั้งหมด 155 ข้อ มี 145 ข้อมีค่า IOC อยู่ในช่วงระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งใช้เป็นแบบทดสอบความรู้ได้ และมี 10 ข้อมีค่า IOC อยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.67 ที่ไม่สามารถใช้เป็นแบบทดสอบความรู้ได้ จึงทำการตัดข้อสอบทั้ง 10 ข้อนี้ออก

5.2) หาค่าดัชนีความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 145 ข้อ ที่ผ่านการพิจารณาการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาแล้วจำนวน 20 คน ซึ่งมาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความยากง่ายและอำนาจจำแนก

ผลที่ได้จากการหาค่าความยากง่ายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดังนี้
 ข้อสอบอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00-0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก มีทั้งหมด 0 ข้อ
 ข้อสอบอยู่ในช่วงระหว่าง 0.20-0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) มีทั้งหมด 10 ข้อ
 ข้อสอบอยู่ในช่วงระหว่าง 0.40-0.59 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอ เหมาะ (ดี) มีทั้งหมด 60 ข้อ
 ข้อสอบอยู่ในช่วงระหว่าง 0.60-0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้) มีทั้งหมด 68 ข้อ
 ข้อสอบอยู่ในช่วงระหว่าง 0.80-1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก มีทั้งหมด 7 ข้อ

ผลที่ได้จากการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดังนี้
 0.40-ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูงคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีมีทั้งหมด 37 ข้อ
 0.30-0.39 อำนาจจำแนกปานกลางคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีมีทั้งหมด 39 ข้อ
 0.20-0.29 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพอใช้มีทั้งหมด 46 ข้อ
 0.00-0.19 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้ไม่ได้มีทั้งหมด 23 ข้อ

โดยสรุปในการคัดเลือกข้อสอบที่นำมาใช้สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากข้อสอบ 155 ข้อ เมื่อนำมาหาคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามหลักการดำเนินการ 1.ค่าความตรงของเนื้อหา 2.ค่าความยากง่ายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3.ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4.ค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเหลือข้อสอบที่ใช้ได้ทั้งหมด 115 ข้อ จากนั้นทำการคัดเลือกให้เหลือเพียง 65 ข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในระดับปานกลางไว้ซึ่งข้อสอบยังคงสามารถครอบคลุมเนื้อหาตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแต่ละบทได้ครบทุกจุดประสงค์

5.3) ค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้จากการวิเคราะห์ ของ Kuder Richardson : KR-20 (รวีวรรณ ชินะตระกูล, 2542: 142)

ผลที่ได้จากการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.94 ซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นสูงสามารถนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ได้

ขั้นตอนการออกแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน แสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็นแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีการดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) กำหนดหัวข้อที่จะประเมินและสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน โดยผู้วิจัยได้แบ่งรายละเอียดของแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1.1) ด้านเนื้อหา ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยแบ่งเป็นหัวข้อย่อยที่พิจารณาดังนี้

ด้านตัวอักษร (Text)

ด้านภาพนิ่ง (Image)

ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)

ด้านเสียง (Audio)

ด้านอื่นๆ

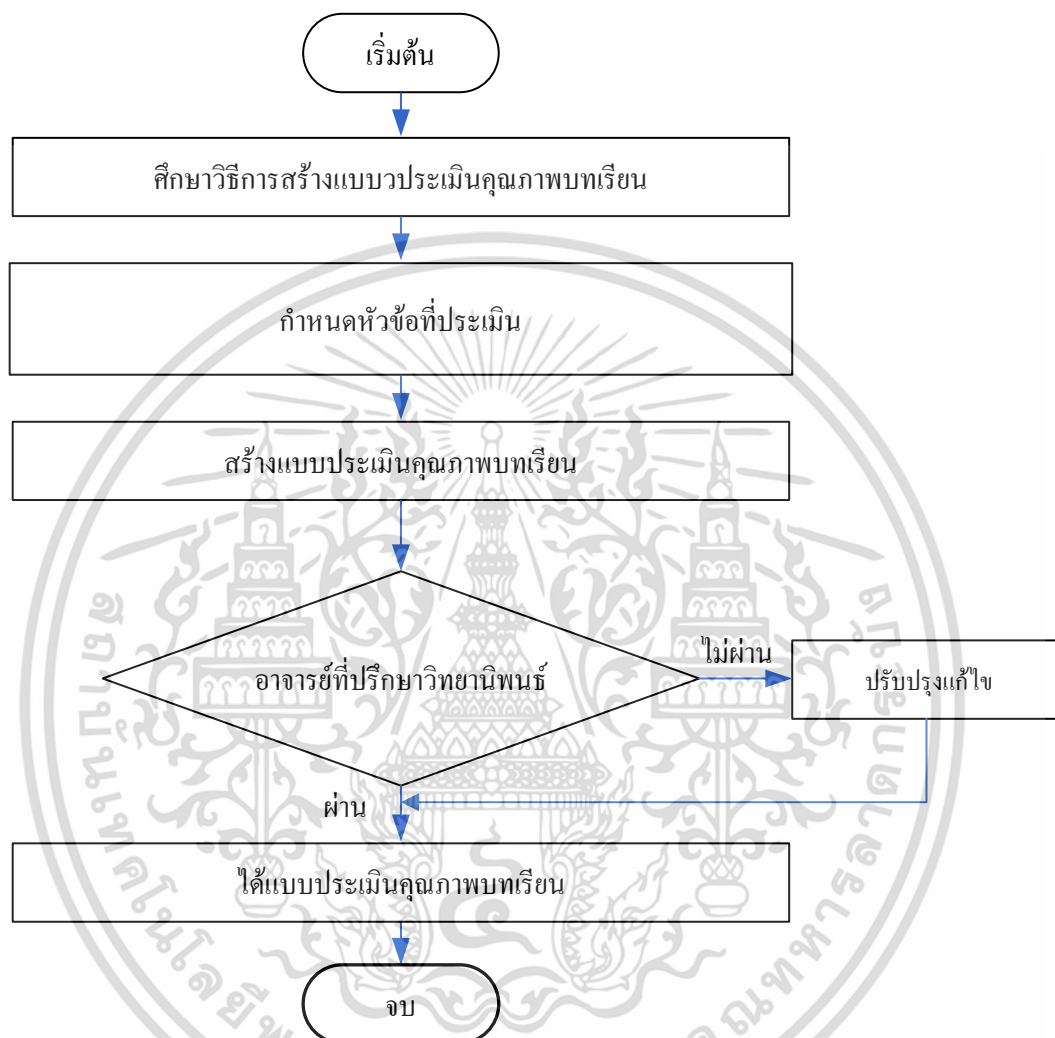
(รายละเอียดของแบบประเมินสามารถดูได้ตามเอกสารภาคผนวก ก หน้า 89-93)

2) ร่างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3) นำแบบประเมินคุณภาพ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

4) นำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมินบทเรียน

ขั้นตอนการออกแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน แสดงได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการทดลองและเก็บข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ขอนหนังสือจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวนด้านละ 3 ท่าน เพื่อขอความร่วมมือในการวิจัยและเข้าชี้แจงรายละเอียดต่างๆกับผู้ทรงคุณวุฒิด้วยตนเอง เพื่อขอคำยืนยันในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3.2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์และแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน

3.3.3 ขอนหนังสือจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงรองอธิการบดีวิทยาเขตสกลนคร สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานประจำวิทยาเขตสกลนคร และคณบดีคณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานประจำวิทยาเขตสกลนคร เพื่อขออนุญาตนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดตลอดจนขออนุญาตใช้สถานที่ในการวิจัย

ขั้นตอนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนคร จำนวน 20 คน โดยมีการสอนและทดสอบแบบทดสอบท้ายบทเรียน หลังจากเรียนครบทุกบทเรียนแล้วทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นสุดท้าย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่สร้างขึ้น ทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จะใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่สร้างขึ้น จะใช้ E_1/E_2 ซึ่งกำหนดค่าเท่ากับ 85/85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 สถิติพื้นฐาน

3.5.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ขอบคูณ ไชยวงศ์, 2552: 51) ใช้สูตร

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

โดยที่

\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ย
N	หมายถึง	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
X	หมายถึง	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนน

3.5.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ขอบคูณ ไชยวงศ์, 2552: 51)

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

โดยที่

S.D.	หมายถึง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	หมายถึง	จำนวนข้อมูล
$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนน

เกณฑ์การแปลผลให้คะแนนค่าเฉลี่ยที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานมีดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพดี
2.50-3.49	หมายถึง	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณภาพน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 สถิติที่ใช้พัฒนาแบบทดสอบ วัดหาประสิทธิภาพทางการเรียน การพัฒนาแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ใช้สถิติในการวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.5.2.1 วิเคราะห์หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยการนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาให้คะแนนความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (วัดนิพนธ์สุวรรณเจริญ.2546: 51-52) โดยใช้สูตรดังนี้

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

โดยที่

IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม
N	หมายถึง	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ
R	หมายถึง	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
$\sum R$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

การกำหนดคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิอาจจะเป็น +1 หรือ 0 หรือ -1 ดังนี้

+1 = แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นมีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

0 = ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นมีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

-1 = ข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่า ≥ 0.50 ขึ้นไป

3.5.2.2 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson-20) (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542: 142)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่		
r_u	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด
N	หมายถึง	จำนวนข้อในเครื่องมือวัด
p	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั่นคือสัดส่วนของคนทำถูกต้องกับคนทั้งหมด
q	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ $1-p$
S_t^2	หมายถึง	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือวัดฉบับนั้น

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

โดยที่		
s_t^2	หมายถึง	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือวัดฉบับนั้น
N	หมายถึง	จำนวนคนที่ทำข้อสอบ
X	หมายถึง	ค่าของคะแนนแต่ละคน

3.5.3.3 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Difficulty) และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบ โดยใช้สถิติดังนี้

ค่าความยากง่าย (Difficulty) และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (รวิวรรณ ชินะ ตระกูล. 2542: 237)

$$\text{สูตร } p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}, \quad \text{สูตร } r = \frac{R_H - R_L}{N_H, N_L}$$

โดยที่		
p	หมายถึง	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
r	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
R_H	หมายถึง	จำนวนคนที่ตอบข้อคำถามถูกในกลุ่มสูง
R_L	หมายถึง	จำนวนคนที่ตอบข้อคำถามถูกในกลุ่มต่ำ
N_H	หมายถึง	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
N_L	หมายถึง	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

3.5.3.4 การวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมความรู้ ตามเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 85/85 (ล้วน และอังคณา, 2545: 73)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad \text{และ} \quad E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

โดยที่

E_1	หมายถึง	ประสิทธิภาพทางการเรียนระหว่างเรียน โดยคิดจากคะแนนที่ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนได้ถูกต้องโดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ
E_2	หมายถึง	ประสิทธิภาพทางการเรียนหลังเรียน โดยคิดจากคะแนนที่ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องโดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ
$\sum X$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนระหว่างเรียน
$\sum Y$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
N	หมายถึง	จำนวนผู้เรียน
A	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละบทเรียน
B	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยมีดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

4.1.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานด้านเนื้อหา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประเมินและตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลการประเมินแสดงตามตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง			
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.33	0.58	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง	4.00	0.00	ดี
3. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องการไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรขยายสัญญาณทรานซิสเตอร์	5.00	0.00	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
5. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรขยายสัญญาณเฟด	4.00	0.00	ดี
6. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องออปแอมป์	4.00	0.00	ดี
7. เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.67	0.58	
9. รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และมีความสอดคล้องกับเนื้อหาอย่างชัดเจน	4.00	0.00	ดี
10. การสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนมีความเหมาะสม	3.67	0.58	ดี
11. เนื้อหา มีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี	5.00	0.00	ดีมาก
ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			
12. ความเหมาะสมของจำนวนคำถาม	4.67	0.58	ดีมาก
13. ความชัดเจนของคำถาม	4.67	0.58	ดีมาก
14. ความชัดเจนของคำตอบ	4.33	0.58	ดี
15. ความเหมาะสมของคำถาม	4.67	0.58	ดีมาก
16. ความเหมาะสมของตัวเลือก	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.42	0.36	ดี

จากตารางที่ 4.1 ในภาพรวม ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ด้านเนื้อหา พบว่าจัดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.42, S.D. = 0.36$) เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า คุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหาจัดอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องการไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรขยายสัญญาณทรานซิสเตอร์ การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน เนื้อหา มีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี ความเหมาะสมของจำนวนคำถาม ความชัดเจนของคำถาม ความเหมาะสมของคำถาม ความเหมาะสมของตัวเลือก ส่วนคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดอยู่ในระดับดี ได้แก่ เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรขยายสัญญาณเฟดรวมทั้งความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องออปแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีด้านเทคนิคการผลิต

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประเมินและตรวจสอบคุณภาพด้านเทคนิคการผลิต โดยทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ผลการประเมินแสดงตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิต

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
ด้านตัวอักษร (Text)			
1. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	4.33	0.58	ดี
2. รูปแบบตัวอักษร สวยงาม อ่านง่ายและชัดเจน	4.33	0.58	ดี
3. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้	4.00	0.00	ดี
4. ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษรในแต่ละกรอบ	4.00	0.00	ดี
5. ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	4.33	0.58	ดี
ด้านภาพนิ่ง (Image)			
6. ความเหมาะสมของขนาดภาพ	4.33	0.58	ดี
7. ความชัดเจนของภาพ	4.67	0.58	ดีมาก
8. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4.33	0.58	ดี
9. ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ	3.67	0.58	ดี
10. ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)			
11. ความเหมาะสมของขนาดภาพเคลื่อนไหว	4.33	0.58	ดี
12. ความชัดเจนของภาพเคลื่อนไหว	4.33	0.58	ดี
13. ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวในการสื่อความหมาย	4.33	0.58	ดี
14. ความเหมาะสมของการจัดวางภาพเคลื่อนไหวในกรอบ	4.33	0.58	ดี
15. ความเหมาะสมของจำนวนภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบเนื้อหา	4.00	0.00	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
ด้านเสียง (Audio)			
16. ระดับความดังของเสียงที่ใช้อธิบายเนื้อหาเหมาะสม	3.67	0.58	ดี
17. ระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้มีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
18. ความชัดเจนของเสียงที่อธิบาย	3.67	0.58	ดี
19. ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา	3.67	0.58	ดี
ด้านอื่นๆ			
20. การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4.00	0.00	ดี
21. การออกแบบจอภาพน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ	4.00	0.00	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.15	0.61	ดี

จากตารางที่ 4.2 ในภาพรวมผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่าจัดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.15, S.D. = 0.61$) เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่า คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิต สื่อจัดอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ความชัดเจนของภาพ ส่วนคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนจัดอยู่ในระดับดี ได้แก่ ขนาดของตัวอักษรที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน รูปแบบตัวอักษร สวยงาม อ่านง่ายและชัดเจน ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้ ความเหมาะสมของการจัด วางตัวอักษรในแต่ละกรอบ ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา ความเหมาะสมของขนาดภาพ ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา ความเหมาะสมของขนาดภาพเคลื่อนไหว ความชัดเจนของภาพเคลื่อนไหว ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวในการสื่อความหมาย ความเหมาะสมของการจัดวางภาพเคลื่อนไหวในกรอบ ความเหมาะสมของจำนวนภาพเคลื่อนไหว ที่ใช้ประกอบเนื้อหา ระดับความดังของเสียงที่ใช้อธิบายเนื้อหาเหมาะสม ระดับความดังของ เสียงดนตรีที่ใช้มีความเหมาะสม ความชัดเจนของเสียงที่อธิบาย ความถูกต้องของเสียงอธิบายตาม หลักภาษา การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกันรวมทั้งการออกแบบจอภาพ น่าสนใจและดึงดูดความสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ไปใช้กับนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนหลังเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบบทดสอบเป็นแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 65 ข้อจากในจำนวนรวมทั้งสิ้น 5 บทเรียน ผลที่ได้และการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_p)

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัดแต่ละหน่วย (E_p)					รวม
	1	2	3	4	5	
	เต็ม 15	เต็ม 20	เต็ม 10	เต็ม 10	เต็ม 10	
1	14	18	9	9	9	59
2	14	19	8	10	8	59
3	13	16	9	8	9	55
4	12	15	8	8	9	52
5	14	18	9	9	8	58
6	12	15	8	8	8	51
7	14	17	8	9	8	56
8	14	18	8	9	8	57
9	13	18	9	8	9	57
10	12	18	8	8	9	55
11	13	17	8	9	8	55
12	14	19	8	8	4	53
13	13	16	8	8	7	52
14	13	18	8	7	8	54
15	14	19	9	8	8	58
16	12	18	8	9	9	56
17	14	17	9	8	9	57

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_1)

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัดแต่ละหน่วย (E_1)					
	1	2	3	4	5	รวม
	เต็ม 15	เต็ม 20	เต็ม 10	เต็ม 10	เต็ม 10	เต็ม 65
18	11	17	8	6	7	49
19	15	18	9	10	9	61
20	14	18	8	9	8	57
ค่าเฉลี่ย	13.25	17.45	8.35	8.40	8.10	55.55
ผลรวม	265	349	167	168	162	1111
ร้อยละ	88.33	87.25	83.5	84	81	85.46

จากตารางที่ 4.3 พบว่าพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้น มีคะแนนเต็มจากแบบทดสอบท้ายบทเรียน (บทเรียนที่ 1-5) เท่ากับ 65 คะแนน นักศึกษาสามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้เท่ากับ 55.55 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 85.46 (E_1)

จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการ โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เมื่อเรียนครบทุกบทเรียน หลังจากเรียนรู้ด้วยพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ โดยแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 65 ข้อผลที่ได้และการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_2)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_2)	
	เต็ม 65	เปอร์เซ็นต์ (ร้อยละ)
1	61	93.85
2	57	87.69
3	58	89.23
4	50	76.92
5	55	84.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) แสดงค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_2)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_2)	
	เต็ม 65	เปอร์เซ็นต์ (ร้อยละ)
6	60	92.31
7	52	80.00
8	58	89.23
9	62	95.38
10	57	87.69
11	61	93.85
12	53	81.54
13	59	90.77
14	42	64.62
15	57	87.69
16	61	93.85
17	50	76.92
18	54	83.08
19	62	95.38
20	60	92.31
ค่าเฉลี่ย	56.45	86.85

จากตารางที่ 4.4 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้น มีคะแนนเต็มจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 65 คะแนน นักศึกษาสามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้เท่ากับ 56.45 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 86.85 (E_2)

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจึงมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85.46/86.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน โดยมีสาระสำคัญในการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.6 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยได้เป็นขั้นตอนดังนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่มีคุณภาพ

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

5.1.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่พัฒนาขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} \geq 3.5$) ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หรือ E₁/E₂ เท่ากับ 85/85

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรหัสวิชา 04-211-210 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 50 คน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรหัสวิชา 04-211-210 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งผู้วิจัยทำการสุ่มตัวอย่างโดยเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เลือกสุ่ม 20 คน จากประชากรทั้งหมด (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543: 38)

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประกอบด้วย

5.1.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประกอบด้วยเนื้อหาบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ ปรนัย 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้จำนวน 65 ข้อ 5 บทเรียนได้แก่ วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง การไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การวิเคราะห์วงจรขยายทรานซิสเตอร์ การวิเคราะห์วงจรขยายเฟลด์ และออปแอมป์ โดยหลังจากปรับปรุงแล้วมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ค่าดัชนีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94

5.1.4.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียน

3.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียน

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาไฟฟ้า สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนครที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 20 คน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

5.1.5.1 ดำเนินติดต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยไปยังรองอธิการบดีประจำวิทยาเขตสกลนครเพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัยในโปรแกรมวิชาไฟฟ้า สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

5.1.5.2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ไปทดลองกับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

5.1.5.2.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

5.1.5.2.2 นักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้นักศึกษา 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เมื่อเสร็จจากการเรียนในแต่ละหน่วยแล้วผู้เรียนต้องทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (E_1)

5.1.5.2.3 เมื่อสิ้นสุดจากการเรียนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพหลังจากเรียนจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ (E_2)

5.1.5.2.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ($E_1; E_2$)

5.1.6 สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีดังนี้

5.1.6.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ

5.1.6.1.1 ด้านเนื้อหาจัดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.42, S.D. = 0.36$)

5.1.6.1.2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อจัดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.15, S.D. = 0.61$)

5.1.6.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85.46/86.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่กำหนดไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประกอบด้วย

ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 3 ท่าน พบว่าจัดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.42, S.D. = 0.36$) แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับเนื้อหาของ บทเรียนตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนได้ โดยการ กำหนดเนื้อหาพิจารณาถึงระดับความรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื้อหาที่ประกอบเข้าด้วยกันมีความ เหมาะสม มีการบอกวัตถุประสงค์ก่อนการเรียนทำให้ผู้เรียนทราบและทำให้ผู้เรียนศึกษาได้โดย ไม่ผิดวัตถุประสงค์ และจากการประเมินคุณภาพของในส่วนของปรับปรุงแก้ไขนั้น ควรที่จะมี การสรุปท้ายบทเรียนในแต่ละบทเรียนเพื่อทบทวนเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 3 ท่าน พบว่าจัดอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.15, S.D. = 0.61$) แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับ ขบวนการ ขั้นตอนและเทคนิคการถ่ายทอดองค์ความรู้ของบทเรียนมายังผู้เรียน เนื่องมาจาก บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้งานง่ายไม่สับสน การนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม การนำเสนอเนื้อหา ตามลำดับขั้น หน้าจอมีความสวยงาม ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสมรวมถึงเสียงดนตรีที่ประกอบช่วยทำ ให้ผู้เรียนมีความเพลิดเพลิน และในส่วนของปรับปรุงแก้ไขนั้น ควรปรับปรุงภาษา(เสียง)ที่ใช้ ในสื่อ ควรที่จะสามารถปรับลดระดับความดังของเสียงได้ ความชัดเจนของคำที่มีความชัดเจนที่ เสมอเสมอ และการจัดรูปภาพในแต่ละกรอบควรมีการจัดวางให้มีเป็นระเบียบและสามารถดึงดูด ความสนใจจากผู้เรียน

ผลการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจำนวน 20 คน กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่า ประสิทธิภาพ E_1/E_2 พบว่าคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบท (E_1) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 85.46 และ คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_2) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 86.85 จากผลการทดลองพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ย $E_2 > E_1$ แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมาในภาพรวม เมื่อผู้เรียนได้ทำการศึกษาแล้วสามารถที่จะจดจำเรื่องราวที่เรียนผ่านมาได้เป็นอย่างดีเพราะ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนี้ได้ถูกจัดทำขึ้นโดยเน้นขบวนการถ่ายทอดความรู้โดยอาศัย รูปภาพในการสื่อความหมายระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่เมื่อพิจารณา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนย่อยพบว่า มีนักศึกษา 1 ท่านที่ทำคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนได้ดี แต่กลับทำคะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ไม่ดีขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดจากสาเหตุที่ เนื้อหาและจำนวนข้อสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวนมาก ทำให้นักศึกษามีความเครียดจึงทำให้คะแนนในการทำแบบทดสอบออกมาได้ไม่ดี แต่ในภาพรวมแล้วแนวโน้มของการทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่าการทำคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

จากผลการวิจัยการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีประสิทธิภาพ 85.46/86.85 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 85/85 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ปราณี ทิพย์สุวรรณ เรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเฟด มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเฟด และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนแบบปกติกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 พ.ศ. 2545 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน

พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเฟด ที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.33 : 82.00 สูงกว่ามาตรฐาน 80:80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การเลือกใช้สื่อแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องคำนึงถึงความพร้อมของสถานที่เรียน และ ผู้ใช้ เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเลือกใช้สื่อที่ได้จัดทำขึ้นได้อย่างคุ้มค่า

5.3.1.2 เนื้อหาในการผลิตควรพิจารณาแบ่งเป็นตอนๆ เพื่อสะดวกในการวัดและประเมินผล คอมพิวเตอร์ควรมีความสามารถสูงจึงไม่มีปัญหา การออกแบบบทเรียนที่จัดทำเป็นขั้นตอนสั้น ๆ จะนำมาต่อกันจนเป็นบทเรียนที่สมบูรณ์ได้ ทำให้สะดวกในการพัฒนาและปรับแก้ไขในส่วนที่ต้องการได้ง่าย

5.3.1.3 ควรส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถที่จะเรียนรู้เนื้อหาวิชาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง และมีอิสระในการเรียนมากขึ้น โดยที่สถานศึกษาต่าง ๆ ควรจัดให้มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มากขึ้น โดยอาจจะจัดอยู่ภายในห้องสมุด เพื่อให้ นักศึกษาสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้ได้สะดวกและสามารถเรียนได้ตามความสามารถของนักศึกษาซึ่งจะส่งผลให้นักศึกษามีการเรียนดีขึ้น

5.3.1.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเสียงประกอบบทเรียน ควรจัดเตรียมเครื่องมือที่มีหูฟัง เพื่อไม่ให้ เสียงไปรบกวนสมาธิ นักศึกษาคนอื่น

5.3.2 ข้อเสนอสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้ วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สอนเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนแบบบรรยายปกติหรือใช้วิธีเรียนแบบอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบหาคุณภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของวิธีการเรียนการสอนแบบต่างๆ เพื่อวิเคราะห์หาวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสม

5.3.2.2 ควรมีเพิ่มสถานที่ใช้ในการวิจัยเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้ วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนในสถานที่ต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบหาคุณภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บรรณานุกรม

- ขอขอบคุณ ไชยวงศ์. 2552. “การพัฒนาชุดทดลองวิชาวงจรดิจิทัลเบื้องต้นโดยการใช้ CPLD สำหรับ
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.”
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง.
- คณาจารย์แผนกอิเล็กทรอนิกส์. 2548. วงจรอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
- คณาจารย์แผนกอิเล็กทรอนิกส์. 2548. หนังสือหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขา
อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน พ.ศ.2546 ปรับปรุงปี พ.ศ.2548 :
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- จันนิภา อิศรัตน์. 2541. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียเรื่องสารกึ่งตัวนำ ไดโอด
และ ทรานซิสเตอร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จิระ ว่องวรรณกร. 2548. “บทเรียนการสอนผ่านเว็บเรื่องอินเทอร์เน็ตวิชาคอมพิวเตอร์เพื่องาน
อาชีพ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2541. ระบบการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สารมวลชน.
- ดิษฐพล วชิรตระการวงศ์. 2548. “บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการใช้งานคำสั่งเอส
คิวแอล ของวิจาาระบบการจัดการฐานข้อมูล.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : วงกลม โปรดักชัน จำกัด.
- ธนันต์ชัย บันเทิงจิตร. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทบทวน
วิจาาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2543. ที่ระลึกวันเกษียณอายุราชการ. ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์.
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทรัตน์ ศรีน้อย 2548. “ทำการวิจัยการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง
กระบวนการผลิตเส้นใยแสง.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตวิทยาลัย.
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปาริฉัตร หอมมาน. 2549. “บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์หนึ่งวิชาเครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ.”

วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปราณี ทิพย์สุวรรณ. 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเฟด.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์

อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิพัฒน์ วัฒนกุล. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องคลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้า.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ภัทรา นิคมานนท์. 2534. การประเมินและการสร้างข้อสอบ. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.

มงคล เดชนครินทร์ และ ดร.ชาตรี ศรีไพพรรณ. 2545. อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มงคล ทองสงคราม. 2538. อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. ห้างหุ้นส่วน วิ.เจ.พริ้งตึง.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535 คู่มือการทำวิจัยการศึกษา. (Manual for Education Researches.) กรุงเทพฯ. ที.พี.พรีนซ์

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535 วิธีวิจัยการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2545. หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่.

[Online]. Available: <http://www.thaicai.com/articles/cai4.html>.

รจนา อินกลับ. 2548. “บทเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาบทเรียนโปรแกรม”

วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2545. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุวีริณสาสน์.

วุฒินันท์ สุวรรณเจริญ. 2546. “การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการปฏิบัติการทดลองโดยผ่านระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเครื่องมือวัดดิจิทัลวิชาเครื่องมือและการวัดอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลกลุ่มวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.”

วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- วรรณรงค์ ปฏิทัศน์. 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องซิลิคอนคอนโทลเร็กติฟายร์”
 วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
 ทหารลาดกระบัง.
- ศุภวานนิมิต. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องหลักการพันหม้อแปลงไฟฟ้า.”
 วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
 คุณทหารลาดกระบัง.
- สามารถ แก้วแรมเรือน. คู่มือการใช้ระบบบริหารการเรียนการสอน.
 Available:<http://department.utcc.ac.th/cte/images/stories/Data/LMS.pdf>
- สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์. 2546. โครงการเรียนรู้แบบออนไลน์แห่ง สวทช.
 Available:<http://www.nectec.or.th/media/seminar/E-Learning-index.php>
- สมพร กระจ่อมแก้ว. 2547. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการ
 จัดการโปรเซสเซอร์.” วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบัน
 เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- หิรัญย์ ศุภวานนิมิต. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องหลักการพันหม้อแปลงไฟฟ้า.”
 วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
 ทหารลาดกระบัง.
- Best, John W. 1977. *Research in Education*. 3 rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice
 Hill.
- Mitchell E. Schultz. *Electronic Devices*. Western Wisconsin Technical College



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งคณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 133 /2550

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์ของ นายสุชุม จุฬางตุรศิริระรัตน์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นายสุชุม จุฬางตุรศิริระรัตน์ รหัสประจำตัว
48063506 เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อปรึกษาและ
พิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
รศ. ว่าที่ ร.ท.พิชัย	สดภิบาล	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

ศศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสดิน ฌ อยุธยา	ประธานกรรมการ
ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	กรรมการ
รศ. ว่าที่ ร.ท.พิชัย	สดภิบาล	กรรมการ
ดร.พรพิมล	ฉายรัมย์	กรรมการ
รศ.ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 11 เมษายน พ.ศ. 2550

(รองศาสตราจารย์ รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 0157

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑ มกราคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์สมศักดิ์ ธนพุทธวิโรจน์/อาจารย์บัญชา แสนโสคา/ดร.ระวี พรหมหลวงศรี
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสุภูมิ จุฬางกูระศิริรัตน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนิวาจอร์อิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาไฟฟ้า
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 (ปรับปรุง 2548) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
อีสาน” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ว่าที่ ร.ท.พิชัย
สศกิบาล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีเนื้อหา
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นายสุภูมิ จุฬางกูระศิริรัตน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศร 0524.04/ 0157

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 มกราคม 2552

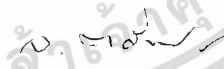
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์สมพงษ์ วัฒันติ / ศศ.พีระพัฒน์ พิสุทธิพงษ์ / ดร.นิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสุชุม จุฬางตุระศิริรัตน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาไฟฟ้า
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 (ปรับปรุง 2548) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
อีสาน” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ว่าที่ ร.ท.พิชัย
สถลภิบาล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีความ
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นายสุชุม จุฬางตุระศิริรัตน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน พ.ศ. 2546

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน พ.ศ. 2546

2. แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน พ.ศ. 2546

3. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน พ.ศ. 2546

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีจำนวน 3 ท่าน โดยมีรายนามดังนี้

1. ดร. ระวี พรหมหลวงศรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
2. อาจารย์บัญญัติ แสนโสคา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3. ผศ. สมศักดิ์ ธนพุทธิวิโรจน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีจำนวน 3 ท่าน โดยมีรายนามดังนี้

1. ดร. นิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
2. ผศ. พิระพัฒน์ พิสุทพวงศ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
3. อาจารย์สมพงษ์ เวทีนติ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2546

แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2546

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โปรแกรมวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2546

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับค่าความคิดเห็นของท่านที่มีต่อคุณภาพของบทเรียนในด้านต่าง ๆ โดยระดับค่าคะแนนความคิดเห็นเป็นดังนี้

5 หมายถึง ระดับดีมาก 4 หมายถึง ระดับดี 3 หมายถึง ระดับปานกลาง
2 หมายถึง ระดับพอใช้ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง						
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องการไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์						
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรมายสัญญาณทรานซิสเตอร์						
1.5 ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรมายสัญญาณเฟด						
1.6 ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องออปแอมป์						
1.7 เนื้อหา มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน						
1.8 การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน						
1.9 รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และมีความสอดคล้องกับเนื้อหา อย่างชัดเจน						
1.10 การสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนมีความเหมาะสม						
1.11 เนื้อหา มีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
2. ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน						
2.1 ความเหมาะสมของจำนวนคำถาม						
2.2 ความชัดเจนของคำถาม						
2.3 ความชัดเจนของคำตอบ						
2.4 ความเหมาะสมของคำถาม						
2.5 ความเหมาะสมของตัวเลือก						
รวมคะแนน						ได้คะแนน รวม คะแนน

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เป็นการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับค่าความคิดเห็นของท่านที่มีต่อคุณภาพของบทเรียนในด้านต่าง ๆ โดยระดับค่าคะแนนความคิดเห็นเป็นดังนี้

5 หมายถึง ระดับดีมาก 4 หมายถึง ระดับดี 3 หมายถึง ระดับปานกลาง

2 หมายถึง ระดับพอใช้ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ด้านตัวอักษร (Text)						
1.1 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ อ่านง่ายและชัดเจน						
1.2 รูปแบบตัวอักษร สวยงาม อ่านง่ายและชัดเจน						
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้						
1.4 ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษรในแต่ละกรอบ						
1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา						
2. ด้านภาพนิ่ง (Image)						
2.1 ความเหมาะสมของขนาดภาพ						
2.2 ความชัดเจนของภาพ						
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย						
2.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ						
2.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา						
3. ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)						
3.1 ความเหมาะสมของขนาดภาพเคลื่อนไหว						
3.2 ความชัดเจนของภาพเคลื่อนไหว						
3.3 ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวในการสื่อความหมาย						
3.4 ความเหมาะสมของการจัดวางภาพเคลื่อนไหวในกรอบ						
3.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบเนื้อหา						

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น	ข้อเสนอแนะ
---------------	---------------------	------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

						เพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
4. ด้านเสียง (Audio)						
4.1 ระดับความดังของเสียงที่ใช้อธิบายเนื้อหาที่เหมาะสม						
4.2 ระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้มีความเหมาะสม						
4.3 ความชัดเจนของเสียงที่อธิบาย						
4.4 ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา						
5. ด้านอื่นๆ						
5.1 การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน						
5.2 การออกแบบจอภาพน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ						
รวมคะแนน						ได้คะแนน รวม คะแนน

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

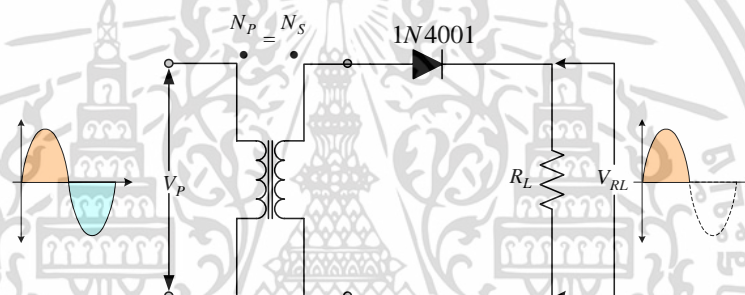
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (ทั้งหมด 65 ข้อ)

1. วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit) มีหน้าที่อะไร?

- ก. แปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าสูงขึ้น
- ข. แปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ
- ค. แปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง
- ง. แปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับให้มีค่าสูงขึ้น

2. จากรูปวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half-Wave Rectifier) เมื่อทำการป้อนสัญญาณอินพุตเข้ามาในวงจร ไดโอดจะมีลักษณะการทำงานคล้ายกับสวิตช์ตรงตามลักษณะการทำงานของสวิตช์แบบใด?



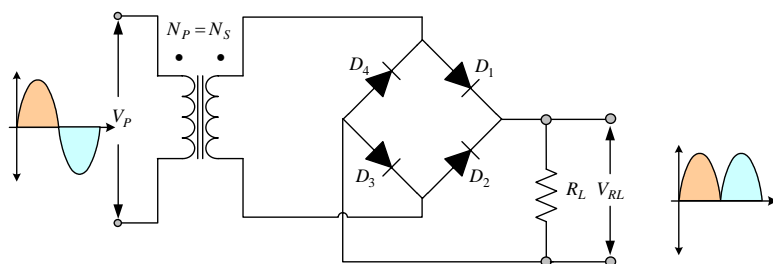
- ก. ปิดสวิตช์เมื่อให้ไบอัสตรง และเปิดสวิตช์เมื่อให้ไบอัสกลับ
- ข. เปิดสวิตช์เมื่อให้ไบอัสตรง และเปิดสวิตช์เมื่อให้ไบอัสกลับ
- ค. ปิดสวิตช์เมื่อให้ไบอัสตรง และเปิดสวิตช์เมื่อให้ไบอัสกลับ
- ง. ปิดสวิตช์เมื่อให้ไบอัสตรง และปิดสวิตช์เมื่อให้ไบอัสกลับ

3. ค่าแรงดันเฉลี่ยที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นมีค่าตรงกับข้อใด?

- ก. $V_{dc} = 0.707 V_p$
- ข. $V_{dc} = 1.414 V_p$
- ค. $V_{dc} = 0.318 V_p$
- ง. $V_{dc} = 0.636 V_p$

4. จากรูปวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier) เมื่อทำการป้อนสัญญาณอินพุตช่วงบวกเข้ามาในวงจร ไดโอด D_1 , D_2 , D_3 และ D_4 จะมีลักษณะการทำงานตรงตามข้อใด?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- ก. D_1 และ D_3 จะคล้ายเปิดสวิตช์ D_2 และ D_4 จะคล้ายเปิดสวิตช์ **สัญญาณอินพุต**
 ข. D_1 และ D_3 จะคล้ายปิดสวิตช์ D_2 และ D_4 จะคล้ายเปิดสวิตช์
 ค. D_1 และ D_3 จะคล้ายเปิดสวิตช์ D_2 และ D_4 จะคล้ายปิดสวิตช์
 ง. D_1 และ D_3 จะคล้ายปิดสวิตช์ D_2 และ D_4 จะคล้ายปิดสวิตช์

5. ค่าแรงดันเฉลี่ยที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นโดยใช้หม้อแปลงแท่งกลางมีค่าตรงกับข้อใด?

- ก. $V_{dc} = 0.707 V_p$ ข. $V_{dc} = 1.414 V_p$
 ค. $V_{dc} = 0.318 V_p$ ง. $V_{dc} = 0.636 V_p$

6. แรงดันที่ตกคร่อมไดโอดขณะที่ไดโอดได้รับการไบอัสกลับในวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นโดยใช้หม้อแปลงแท่งกลางมีค่าตรงกับข้อใด?

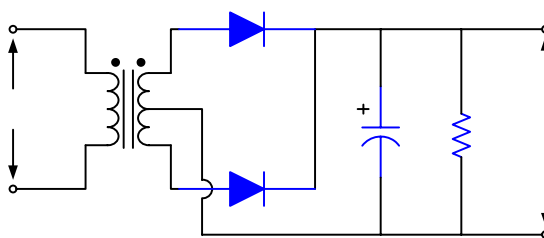
- ก. $PIV = V_p$ ข. $PIV = 2V_{dc}$
 ค. $PIV = V_{dc}$ ง. $PIV = 2V_p$

7. ค่าแรงดันเฉลี่ยที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์มีค่าตรงกับข้อใด?

- ก. $V_{dc} = 0.707 V_p$ ข. $V_{dc} = 1.414 V_p$
 ค. $V_{dc} = 0.318 V_p$ ง. $V_{dc} = 0.636 V_p$

8. วงจรกรองกระแสที่ทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟตรงที่ได้จากวงจรเรียงกระแสให้มีความราบเรียบมากยิ่งขึ้นนั้นจากรูปแสดงให้เห็นลักษณะของวงจรกรองกระแสแบบใด?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

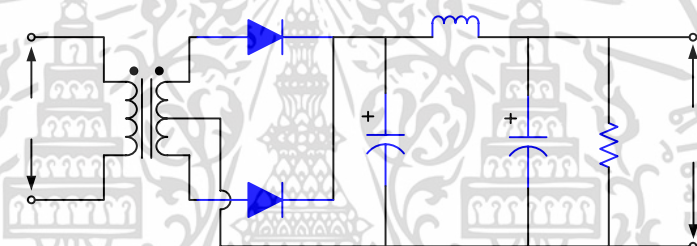


- ก. วงจรกรองกระแสโดยการใช้ตัวเก็บประจุ
- ข. วงจรกรองกระแสโดยการใช้ตัวเหนี่ยวนำ
- ค. วงจรกรองกระแสแบบพาย
- ง. วงจรกรองกระแสแบบแอล

T₁

V_{IN}

9. จากรูปแสดงให้เห็นลักษณะของวงจรกรองกระแสแบบใด ?



- ก. วงจรกรองกระแสโดยการใช้ตัวเก็บประจุ
- ข. วงจรกรองกระแสแบบ RC
- ค. วงจรกรองกระแสแบบพาย
- ง. วงจรกรองกระแสแบบแอล

10. ค่าแรงดันริปเปิ้ล หาได้จากสมการใดต่อไปนี้ ?

ก.
$$VR_{p-p} = \left(\frac{0.0024}{R_L C} \right) V_{P(IN)}$$

ข.
$$VR_{p-p} = \left(1 - \frac{0.00417}{R_L C} \right) V_{P(IN)}$$

ค.
$$VR_{p-p} = \sqrt{3} \frac{2.4I_{DC}}{C}$$

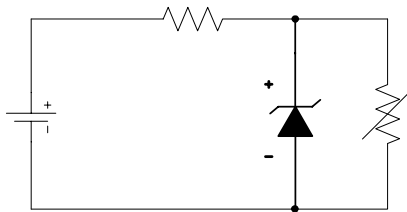
ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ค.

D₁

11. วงจรรักษาระดับแรงดันหมายถึงวงจรที่ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันทางด้านเอาต์พุตให้มีความคงที่
จากรูปวงจรแรงดันเอาต์พุตควรจะมีค่าเท่าใด ?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญ V_{IN} นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D₂



- ก. 0.3 V
- ข. 0.7 V
- ค. 30 V
- ง. 10 V

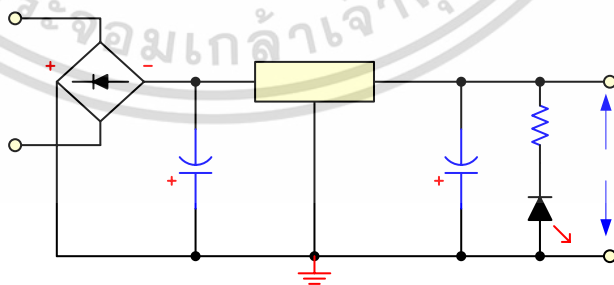
12. วงจรรักษาระดับแรงดันที่ใช้ซีเนอร์ไดโอดมีขีดจำกัดในการจ่ายกระแสให้กับโหลดได้เป็น 30 mA เราต้องการค่ากระแสในวงจรรักษาระดับแรงดันให้มากขึ้นเราสามารถทำได้โดยการนำอุปกรณ์ใดต่อไปนี้อามาเชื่อมเข้ากับวงจรซีเนอร์ไดโอด ?

- ก. Dido
- ข. Power Diode
- ค. Zener Diode
- ง. Transistor

13. จากวงจรรักษาระดับแรงดันที่ใช้ทรานซิสเตอร์กับซีเนอร์ไดโอดค่าแรงดันเอาต์พุตของวงจรมีค่าตรงตามข้อใด?

- ก. V_D
- ข. V_Z
- ค. V_{BE}
- ง. $V_Z - V_{BE}$

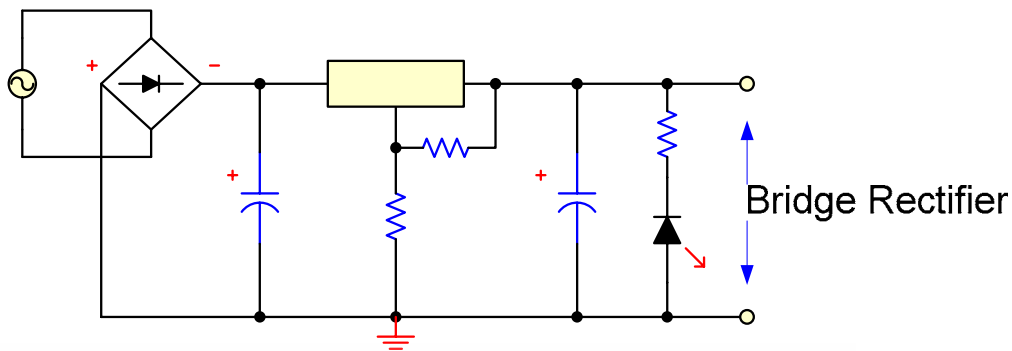
14. จากวงจรรักษาระดับแรงดันที่ใช้ไอซีเบอร์ 7909 แรงดันเอาต์พุตของวงจรควรมีค่าเท่ากับเท่าใด?



- ก. 15 V
- ข. 9V
- ค. -15 V
- ง. -9 V

15. วงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ไอซีสามขาที่มีชนิดค่าคงที่และปรับค่าได้ ถ้าวจรไอซีชนิดปรับค่าได้ที่ใช้ไอซีเบอร์ LM317 นั้นสามารถปรับค่าแรงดันเอาต์พุตได้ตรงตามข้อใด?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

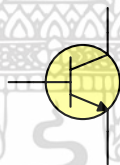


- ก. 1.0V-30V
- ข. 1.2V-37V
- ค. 1.0V-37V
- ง. 1.2V-30V

16. ทรานซิสเตอร์เกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและสารกึ่งตัวนำชนิดพีนำมาต่อเชื่อมกันทำให้เกิดรอยต่อเป็นชั้นๆ มีกี่รอยต่อและมีกี่ชั้น ? $C_1 = 2200 \mu F$

- ก. 1 รอยต่อ 2 ชั้น
- ข. 2 รอยต่อ 2 ชั้น
- ค. 1 รอยต่อ 3 ชั้น
- ง. 2 รอยต่อ 3 ชั้น

17. จากรูปสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ อยากรทราบว่า เป็นสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิดใด ?



- ก. PNP
- ข. NPN
- ค. TNT
- ง. EBC

18. การไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ทำงานมีหลักในการไบอัสตรงตามข้อใด?

- ก. ไบอัสตรงทั้งทางด้านอินพุตและเอาต์พุต
- ข. ไบอัสตรงทางด้านอินพุตและไบอัสกลับทางด้านเอาต์พุต
- ค. ไบอัสกลับทางด้านอินพุตและไบอัสตรงทางด้านเอาต์พุต
- ง. ไบอัสกลับทั้งทางด้านอินพุตและ เอาต์พุต

19. เมื่อเราทำการไบอัสตรงที่รอยต่อเบส-อิมิตเตอร์ ในขณะที่เบสกับคอลเลคเตอร์ยังไม่มีกรไบอัส จะทำให้เกิดการนำกระแสของทรานซิสเตอร์เป็นอย่างไร?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ก. ทำให้เกิดกระแสไหลจากขาเบสไปยังขาอิมิตเตอร์
 ข. ทำให้เกิดกระแสไหลจากขาเบสไปยังขาคอลเลคเตอร์
 ค. ทำให้เกิดกระแสไหลจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาอิมิตเตอร์
 ง. ไม่มีกระแสไหลในทรานซิสเตอร์

20. วงจรขยายคอลเลคเตอร์ร่วมมีลักษณะตรงตามข้อใด ?

- ก. สัญญาณอินพุตป้อนเข้าที่ขาเบสเอาต์พุตออกที่ขาคอลเลคเตอร์
 ข. สัญญาณอินพุตป้อนเข้าที่ขาเบสเอาต์พุตออกที่ขาอิมิตเตอร์
 ค. สัญญาณอินพุตป้อนเข้าที่ขาคอลเลคเตอร์เอาต์พุตออกที่ขาเบส
 ง. สัญญาณอินพุตป้อนเข้าที่อิมิตเตอร์เอาต์พุตออกที่ขาเบส

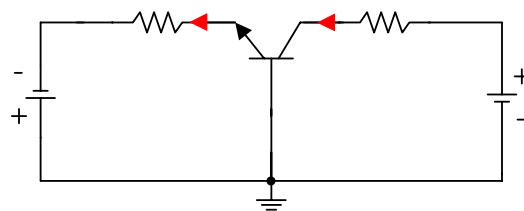
21. ในการเขียนเส้นภาระโหลด(Dc Load Line) นั้นเราจะต้องนำสมการเอาต์พุตที่ได้จากวงจรมาหาค่าจุดตัดแกน X และจุด ตัดแกน Y ถ้าสมการแรงดันทางด้านเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ จุดตัดแกน X จะมีค่าตรงกับข้อใด?

ก. $V_{CE(\max)} = V_{CC} - I_C R_C$ ข. $V_{CE(\max)} = V_{CC}$
 ค. $I_{C(\max)} = -\frac{V_{CC}}{R_C}$ ง. $I_{C(\max)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$

22. ในการเขียนเส้นภาระโหลด(Dc Load Line) นั้นเราจะต้องนำสมการเอาต์พุตที่ได้จากวงจรมาหาค่าจุดตัดแกน X และจุด ตัดแกน Y ถ้าสมการแรงดันทางด้านเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$ จุดตัดแกน Y จะมีค่าตรงกับข้อใด?

ก. $V_{CE(\max)} = V_{CC} - I_C R_C$ ข. $V_{CE(\max)} = V_{CC}$
 ค. $I_{C(\max)} = -\frac{V_{CC}}{R_C}$ ง. $I_{C(\max)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$

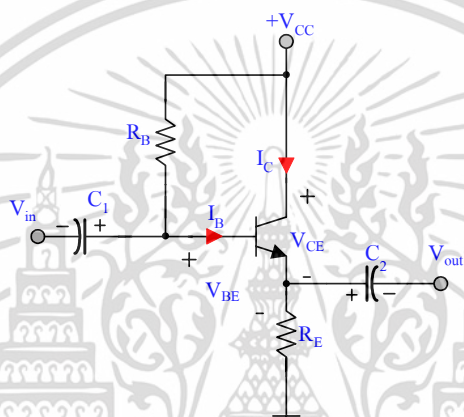
23. จากรูปวงจรอิมิตเตอร์ร่วมค่าแรงดัน V_{CB} มีค่าตรงตามสมการข้อใดกับข้อใด?



R_E I_E

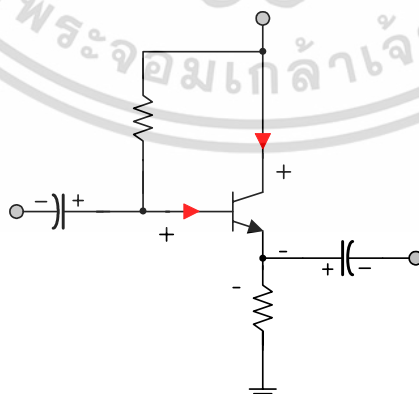
- ก. $V_{CB} = V_{CC} - I_C R_C$ ข. $V_{CB} = V_{CC} + I_C R_C$
 ค. $V_{CB} = V_{CC} - I_C (R_C - R_E)$ ง. $V_{CB} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$

24. จากรูปวงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม ค่ากระแสเบส I_B มีค่าตรงตามสมการข้อใด? V_{BE}



- ก. $I_B \cong \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$ ข. $I_B \cong \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + \beta R_E}$
 ค. $I_B \cong \frac{V_{CC}}{R_B}$ ง. $I_B \cong \frac{V_{CC} - V_{BE}}{\beta (R_B + R_E)}$

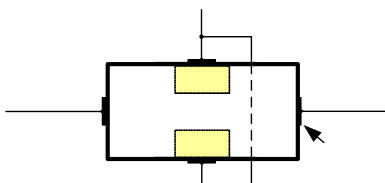
25. จากรูปวงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม ค่าแรงดัน V_{CE} มีค่าตรงตามสมการข้อใด?



- ก. $V_{CE} = V_{CC} - I_E R_E$ ข. $V_{CE} = V_{CC} + I_E R_E$
 ค. $V_{CE} = V_{CC} - I_E (R_C - R_E)$ ง. $V_{CE} = V_{CC} - I_E (R_C + R_E)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26. จากรูปโครงสร้างของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าคือโครงสร้างของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าชนิดใด ?



- ก. เจเฟตชนิดเอ็นแชนแนล ข. เจเฟตชนิดพีแชนแนล
ค. มอสเฟตชนิดเอ็นแชนแนล ง. มอสเฟตชนิดพีแชนแนล

27. การควบคุมการไหลของกระแสในเจเฟตชนิดเอ็นแชนแนล สามารถทำได้โดยมีหลักในการป้อนแรงดันตรงตามข้อใด?

- ก. ป้อนไฟบวกเข้าที่ขาคเรน ป้อนไฟลบที่ขาซอร์ส
ข. ป้อนไฟลบเข้าที่ขาคเรน ป้อนไฟบวกที่ขาซอร์ส
ค. ป้อนไฟบวกเข้าที่ขาเกต ป้อนไฟลบที่ขาซอร์ส
ง. ป้อนไฟลบเข้าที่ขาเกต ป้อนไฟบวกที่ขาซอร์ส

Source (S)

28. ถ้าเพิ่มค่าแรงดัน ที่คอยทำหน้าที่ไบอัสกลับให้แก่เจเฟตจะทำให้ค่าสนามไฟฟ้าที่รอยต่อบริเวณเขตปลอดพาหะในขาเกตมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ช่องทางเดินกระแสเดรน (I_D) ในเจเฟตมีเป็นอย่างไร?

- ก. กระแสจะลดลง ข. กระแสจะเพิ่มขึ้น
ค. กระแสจะคงที่ ง. กระแสจะลดลงแล้วจะเพิ่มขึ้น

29. การไบอัสให้เจเฟตทำงาน ข้อใดกล่าวถูกต้องมากที่สุด ?

- ก. ช่วงที่กระแสเดรนในเจเฟตเพิ่มขึ้นตามแหล่งจ่ายเรียกว่าย่าน (Ohmic Region)
ข. ช่วงที่กระแสเดรนในเจเฟตมีค่าคงที่เรียกว่า ย่านอิ่มตัว (Saturation Region)
ค. ช่วงที่กระแสเดรนในเจเฟตมีค่าไม่คงที่ และมีค่าสูงมากย่านพังทลาย (Breakdown)
ง. ถูกทุกข้อ

30. แรงดันคัทออฟ (Cutoff Voltage) หมายถึง ข้อใด?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. แรงดันที่ทำให้เฟตหยุดนำกระแส

ข. แรงดันที่ทำให้เฟตนำกระแส

ค. แรงดันที่ทำให้แรงดันระหว่างขาเดรนกับขาซอร์สมีค่าเป็นศูนย์

ง. แรงดันที่ทำให้เฟตไม่เปลี่ยนสถานะในการไม่นำกระแส

31. การทำงานในโหมดเอ็นฮานซ์ของดีฟิสิชันมอสเฟตข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด?

ก. ทำให้กระแสเดรนในดีฟิสิชันมอสเฟตมีค่าคงที่

ข. ทำให้กระแสเดรนในดีฟิสิชันมอสเฟตมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า I_{DSS}

ค. ทำให้กระแสเดรนในดีฟิสิชันมอสเฟตมีค่าลดลง

ง. ทำให้กระแสเดรนในดีฟิสิชันมอสเฟตมีค่าไม่คงที่

32. การไบอัสให้เอ็นฮานซ์มอสเฟตชนิดเอ็นแซนแนลทำงาน ถ้าเราไม่มีการบิอแรงดันระหว่างเกตกับซอร์ส มอสเฟตจะมีลักษณะตรงตามข้อใด?

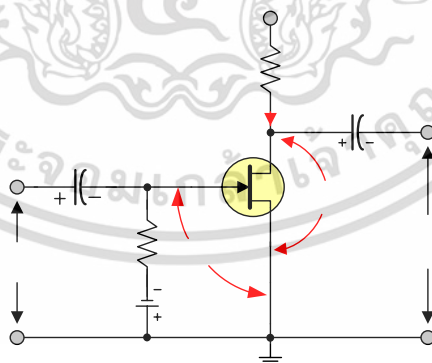
ก. เอ็นฮานซ์มอสเฟตจะยังไม่นำกระแส

ข. เอ็นฮานซ์มอสเฟตจะนำกระแสมีค่าเท่ากับ I_{DSS}

ค. เอ็นฮานซ์มอสเฟตจะนำกระแสมีค่ามากกว่า I_{DSS}

ง. เอ็นฮานซ์มอสเฟตจะนำกระแสมีค่าน้อยกว่า I_{DSS}

33. จากรูปวงจรไบอัสแบบคงที่ของเจเฟต ค่าแรงดัน V_{GS} มีค่าตรงตามสมการข้อใด?



ก. $V_{GS} = \frac{V_{GG}}{R_G}$

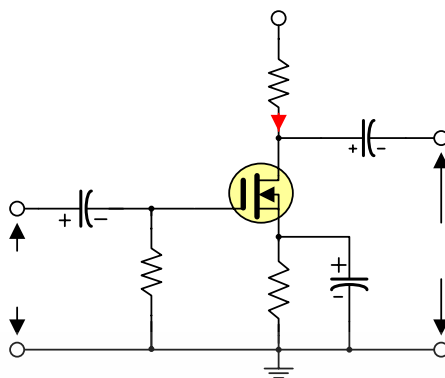
ข. $V_{GS} = -\frac{V_{GG}}{R_G}$

ค. $V_{GS} = V_{GG}$

ง. $V_{GS} = -V_{GG}$

34. จากรูปวงจรไบอัสดีฟิสิชันมอสเฟต ค่าแรงดัน V_{GS} มีค่าตรงตามสมการข้อใด?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. $V_{GS} = I_D R_S$

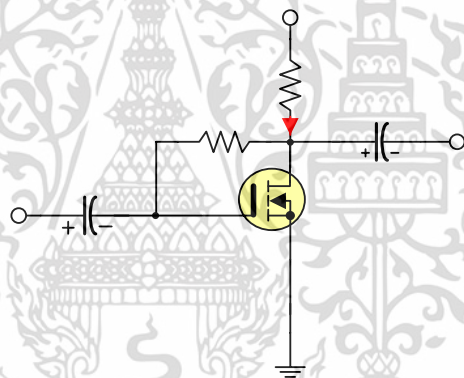
ข. $V_{GS} = -I_D R_S$

ค. $V_{GS} = I_D (R_S + R_G)$

ง. $V_{GS} = I_D (R_S - R_G)$

35. จากรูปวงจรไบอัสเอ็นฮาน-เม้นต์มอสเฟตค่าแรงดัน V_{DS} มีค่าตรงตามสมการข้อใด?

C_1



V_i

R_G

ก. $V_{DS} = V_{CC} + I_D R_D$

ข. $V_{DS} = V_{CC} - I_D R_D$

ค. $V_{DS} = -V_{CC} + I_D R_D$

ง. $V_{DS} = -V_{CC} - I_D R_D$

36. ในการเขียนแบบจำลองทรานซิสเตอร์เมื่อพบตัวเก็บประจุเราจะแทนด้วยแบบจำลองตรงตามข้อใด ?

ก. ลัดวงจรที่คาปาซิเตอร์

ข. เปิดวงจรที่คาปาซิเตอร์

ค. แทนคาปาซิเตอร์ด้วยตัวต้านทาน

ง. แทนคาปาซิเตอร์ด้วยกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C_1

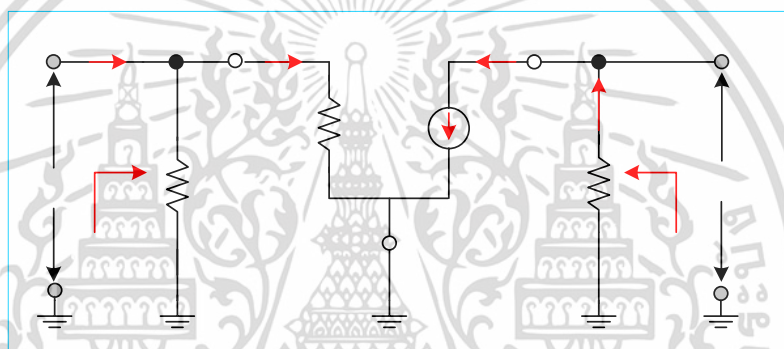
37. การเขียนแบบจำลองอาร์อีของทรานซิสเตอร์ ที่รอยต่อ เบส-อิมิตเตอร์ จะได้รับการไบอัสตรง
 เหมือนกับการไบอัสตรงสารพี-เอ็นจึงแทนที่รอยต่อนี้ด้วยวงจรเทียบเคียงตรงกับข้อใด ?

- ก. สวิตช์
- ข. ไดโอด
- ค. แหล่งจ่ายแรงดัน
- ง. แหล่งจ่ายกระแส

38. การเขียนแบบจำลองอาร์อีของทรานซิสเตอร์ ที่รอยต่อเบส-คอลเลคเตอร์ จะได้รับการไบอัสกลับ
 จึงแทนที่รอยต่อนี้ด้วยวงจรเทียบเคียงตรงกับข้อใด ?

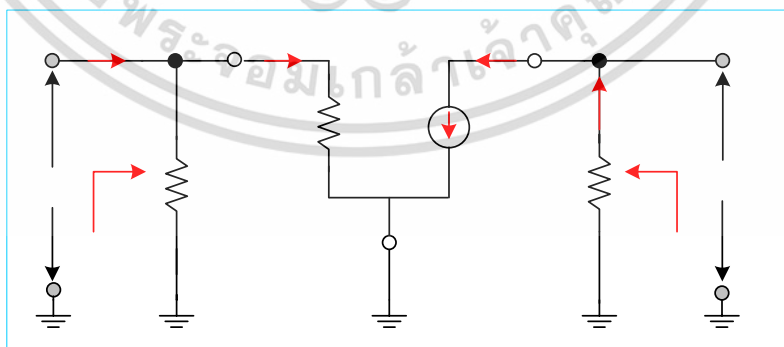
- ก. สวิตช์
- ข. ไดโอด
- ค. แหล่งจ่ายแรงดัน
- ง. แหล่งจ่ายกระแส

39. แบบจำลองของทรานซิสเตอร์ดังรูปคือแบบจำลองของวงจรรวมแบบใด ?



- ก. วงจรเบสร่วม
- ข. วงจรคอลเลคเตอร์ร่วม
- ค. วงจรอิมิตเตอร์ร่วม
- ง. วงจรทรานซิสเตอร์ร่วม

40. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายทรานซิสเตอร์ ค่าความต้านทานทางด้านอินพุต Z_{in} มีค่าตรงกับ
 ข้อใด ?



- ก. $Z_{in} = R_B$
- ข. $Z_{in} = \beta r_e$
- ค. $Z_{in} = R_B + \beta r_e$
- ง. $Z_{in} = R_B // \beta r_e$

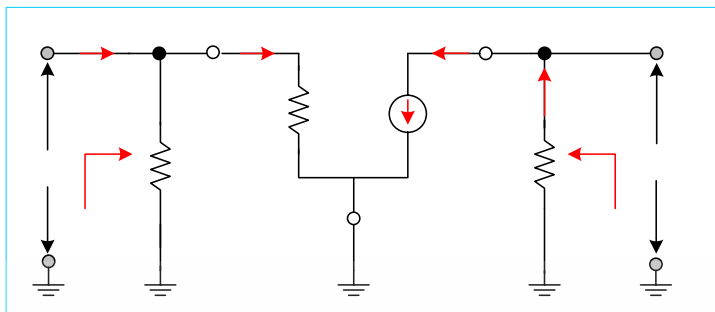
B I_b
 βr_e

V_{in} R_B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z_{in}

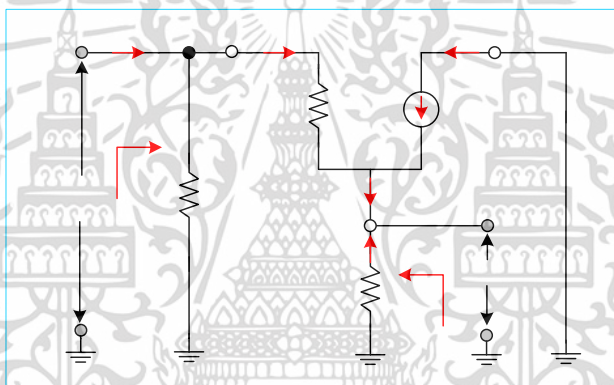
41. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายทรานซิสเตอร์ ค่าอัตราขยายกระแส A_i ของวงจรมีค่าตรงกับข้อใด ?



- ก. $A_i \approx \beta$
- ข. $A_i \approx -\beta$
- ค. $A_i \approx \alpha$
- ง. $A_i \approx \gamma$

I_{in} B I_b
 βr_e

42. แบบจำลองของทรานซิสเตอร์ดังรูปคือแบบจำลองของวงจรร่วมแบบใด ?

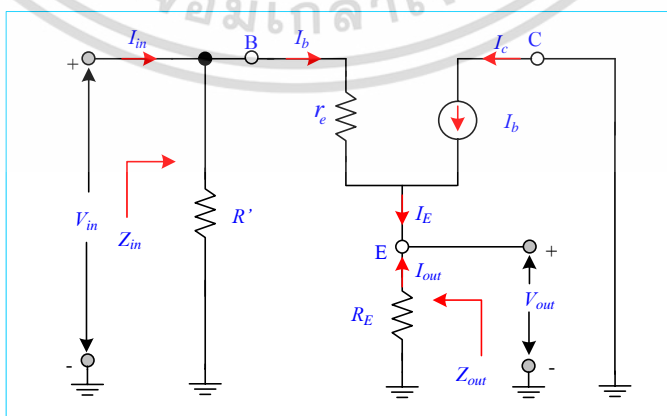


- ก. วงจรเบสร่วม
- ข. วงจรคอลเลกเตอร์ร่วม
- ค. วงจรอิมิตเตอร์ร่วม
- ง. วงจรทรานซิสเตอร์ร่วม

R_B

Z_{in}

43. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายทรานซิสเตอร์ ค่าความต้านทานทางด้านอินพุต Z_{in} มีค่าตรงกับข้อใด ?



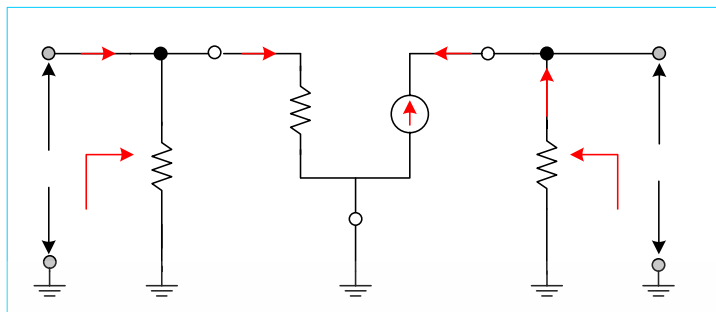
- ก. $Z_{in} = R'$
- ข. $Z_{in} = \beta r_e + R_E$
- ค. $Z_{in} = R' // (\beta r_e + R_E)$
- ง. $Z_{in} = R' // \beta (r_e + R_E)$

I_{in} B I_b
 β

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_{in} Z_{in} R'

44. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายทรานซิสเตอร์ ค่าความต้านทานทางด้านอินพุต Z_{in} มีค่าตรงกับข้อใด ?



ก. $Z_{in} = R_E$

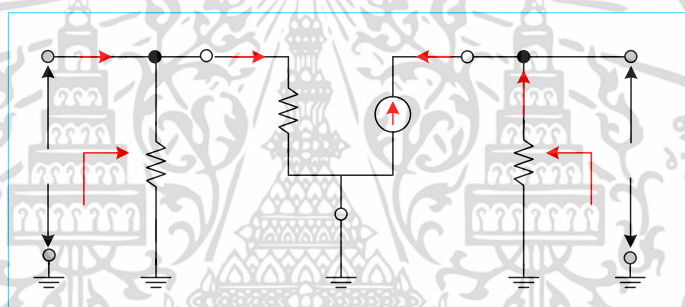
ข. $Z_{in} = r_e$

ค. $Z_{in} = R_E + r_e$

ง. $Z_{in} = R_E // r_e$

E I_e

45. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายทรานซิสเตอร์ ค่าอัตราขยายแรงดัน A_V มีค่าตรงกับข้อใด ?



ก. $A_V = \alpha \frac{R_C}{r_e}$

ข. $A_V = -\alpha \frac{R_C}{r_e}$

ค. $A_V = \frac{\beta R_C}{r_e}$

ง. $A_V = -\frac{\beta R_C}{r_e}$

R_E

r_e

46. การควบคุมกระแสทางด้านเอาต์พุตในทรานซิสเตอร์นั้นสามารถทำได้โดยการควบคุมกระแสทางด้านอินพุต แต่สำหรับเฟดแล้วเราสามารถควบคุมกระแสเอาต์พุตได้ โดยใช้สิ่งใด ?

ก. ใช้กระแสอินพุตควบคุมกระแสเอาต์พุต

ข. ใช้แรงดันอินพุตควบคุมกระแสเอาต์พุต

ค. ใช้ค่าความต้านทานเป็นตัวควบคุมกระแสเอาต์พุต

ง. ใช้ค่าความนำเป็นตัวควบคุมกระแสเอาต์พุต

I_{in}

E

I_e

+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_{in}

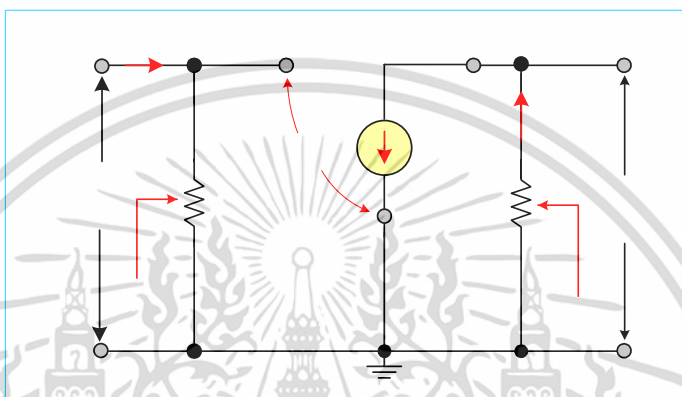
R_E

r_e

47. เกณฑ์การขยายของทรานซิสเตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าอัตราขยายเบต้า แต่ในเฟตแล้วเกณฑ์การขยายจะขึ้นอยู่กับค่าใด ?

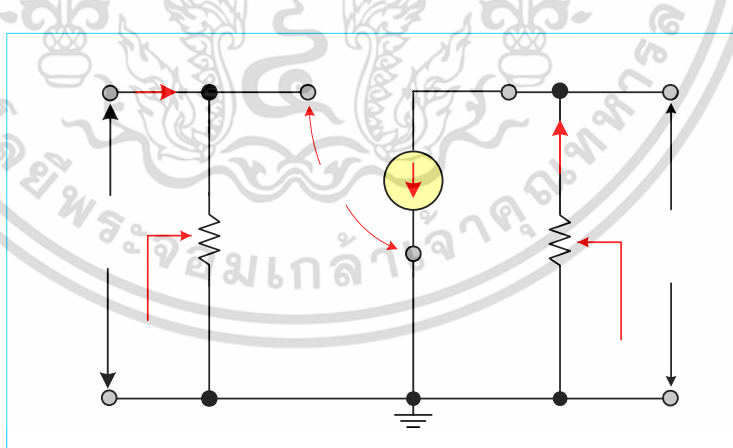
- ก. ค่าอัตราขยายกระแส
- ข. ค่าอัตราขยายแรงดัน
- ค. ค่าอัตราขยายความต้านทาน
- ง. ค่าอัตราขยายความนำ

48. จากรูปแบบจำลองของเฟต มีลักษณะเหมือนแบบจำลองของวงจรร่วมแบบใด ?



- ก. วงจรขอร้พร้อม
- ข. วงจรเดรนร่วม
- ค. วงจรเกตร่วม
- ง. วงจรเฟตร่วม

49. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายเฟต ค่าความต้านทานทางด้านอินพุต Z_{in} มีค่าตรงกับข้อใด ?

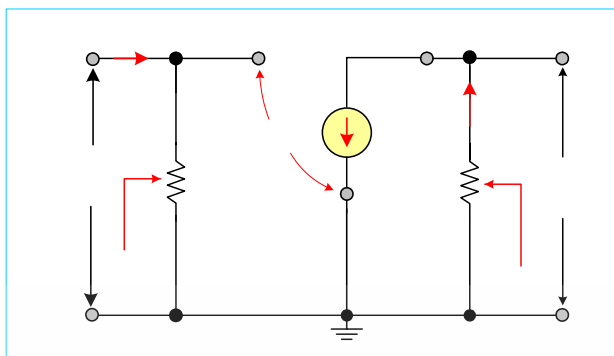


- ก. $Z_{in} = R_G$
- ข. $Z_{in} = gm$
- ค. $Z_{in} = R_G + gm$
- ง. $Z_{in} = R_G // gm$

Z_{in}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

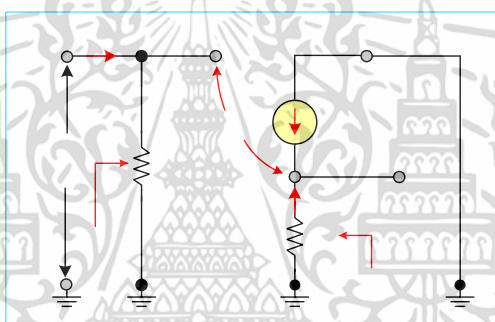
50. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายเฟตค่าอัตราขยายแรงดันของวงจร A_V มีค่าตรงกับข้อใด ?



- ก. $A_V = gm$ ข. $A_V = R_D$
- ค. $A_V = -gmR_D$ ง. $A_V = gmR_D$

I_{in} +

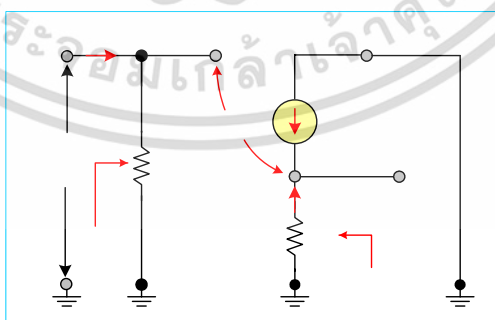
51. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายเฟตค่าความต้านทานทางด้านเอาต์พุต Z_{out} มีค่าตรงกับข้อใด ?



- ก. $Z_{out} = R_S$ ข. $Z_{out} = gm$
- ค. $Z_{out} = R_S + gm$ ง. $Z_{out} = R_S // gm$

V_{in}
 Z_{in}

52. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายเฟตอัตราขยายแรงดันของวงจร A_V มีค่าตรงกับข้อใด ?



- ก. $A_V = -gmR_S$ ข. $A_V = gmR_S$
- ค. $A_V = \frac{gmR_S}{1 + gmR_S}$ ง. $A_V = -\frac{gmR_S}{1 + gmR_S}$

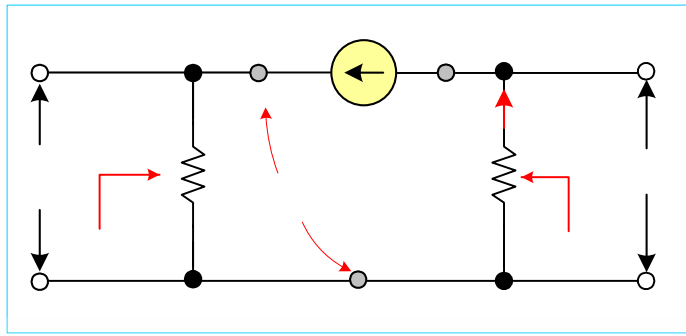
I_{in}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ V_{in} การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_G

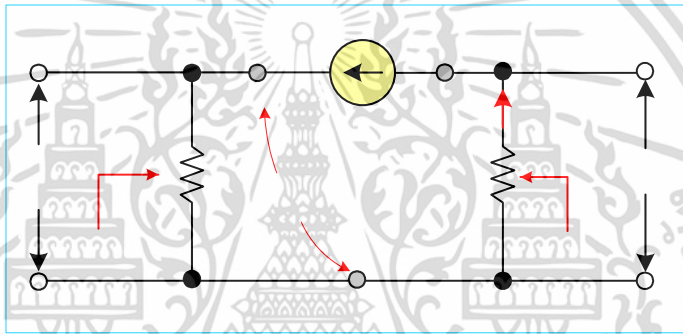
Z_{in}

53. แบบจำลองของเฟตต์ดังรูป มีลักษณะเหมือนแบบจำลองของวงจรร่วมแบบใด ?



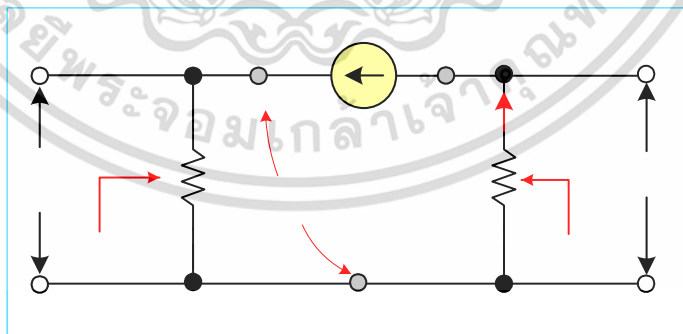
- ก. วงจรซอร์ทร่วม
- ข. วงจรเดรนร่วม
- ค. วงจรเกตร่วม
- ง. วงจรเฟตร่วม

54. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายเฟตค่าความต้านทานทางด้านอินพุต Z_{in} มีค่าตรงกับข้อใด ?



- ก. $Z_{out} = R_D$
- ข. $Z_{out} = gm$
- ค. $Z_{out} = R_D + gmR_L$
- ง. $Z_{out} = R_D // gmR_L$

55. จากรูปแบบจำลองวงจรขยายเฟตอัตราขยายแรงดันของวงจร A_V มีค่าตรงกับข้อใด ?



- ก. $A_V = gm$
- ข. $A_V = R_D$
- ค. $A_V = -gmR_D$
- ง. $A_V = gmR_D$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_{in}

Z_{in}

R_S

V

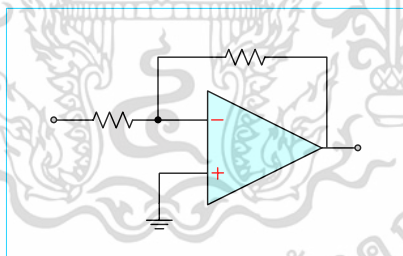
56. ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทางด้านสารกึ่งตัวนำในปัจจุบันมีจุดหน้าอย่างมากจนสามารถนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากมาบรรจุลงในอุปกรณ์เพียงตัวเดียวเรียกว่าออปแอมป์ ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คุณสมบัติของออปแอมป์ ?

- ก. อัตราขยายวงเปิดมีค่าเป็นอนันต์
- ข. ความต้านทานอินพุตมีค่าเป็นอนันต์
- ค. ผลตอบสนองความถี่มีค่าเป็นอนันต์
- ง. ถูกทุกข้อ

57. โครงสร้างของออปแอมป์จะประกอบด้วยขาที่ใช้งานต่าง ๆ มากมายแต่ในการเขียนให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ของออปแอมป์นั้นมักไม่นิยมเขียน โดยปกติแล้วสัญลักษณ์ของออปแอมป์จะประกอบด้วยขาอะไรบ้าง?

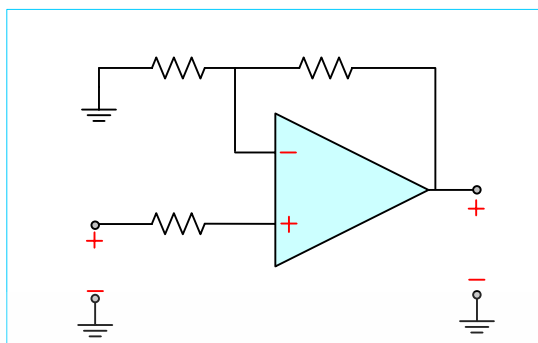
- ก. ขาอินพุตบวกและขาเอาต์พุต
- ข. ขาอินพุตบวก ขาอินพุตลบและขาเอาต์พุต
- ค. ขาอินพุตบวก ขาอินพุตลบ ขาเอาต์พุตและขากราวด์
- ง. ขาอินพุตบวก ขาอินพุตลบ ขาเอาต์พุตและ ขาแรงดัน ไฟเลี้ยง

58. อัตราขยายในลูปปิดของวงจรมีค่าตรงตามข้อใด ?



- ก. $A_v = -\frac{R_f}{R_1}$
- ข. $A_v = \frac{R_f}{R_1}$
- ค. $A_v = -\frac{R_1}{R_f}$
- ง. $A_v = \frac{R_1}{R_f}$

59. จากรูปวงจรออปแอมป์มีชื่อเรียกตรงตามข้อใด ?

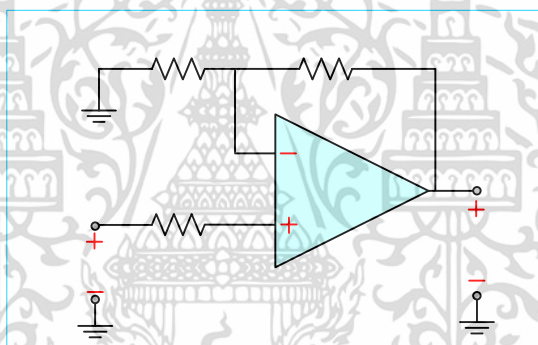


R_A

- ก. วงจรขยายกลับสัญญาณ
- ข. วงจรขยายไม่กลับสัญญาณ
- ค. วงจรขยายความแตกต่างแรงดัน
- ง. วงจรขยายตามแรงดัน

60. อัตราขยายในรูปปิดของวงจรมีค่าตรงตามข้อใด ?

R_f



V_i

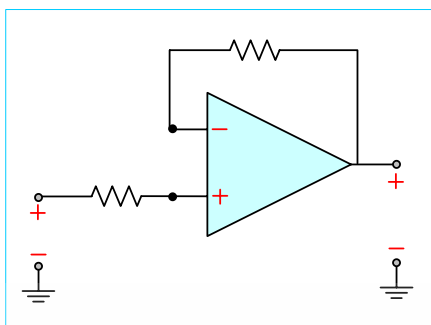
- ก. $A_v = 1 - \frac{R_f}{R_A}$
- ข. $A_v = 1 + \frac{R_f}{R_A}$
- ค. $A_v = 1 - \frac{R_A}{R_f}$
- ง. $A_v = 1 + \frac{R_A}{R_f}$

R_A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

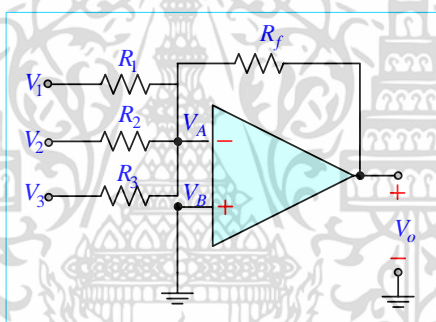
R

61. อัตราขยายในลูบปิดของวงจรมีค่าตรงตามข้อใด ?



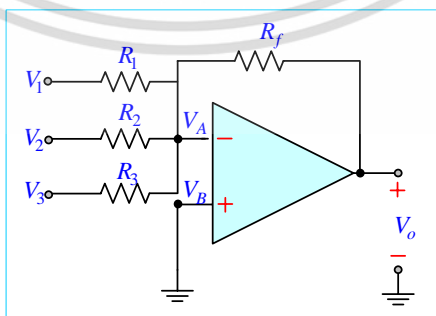
- ก. $A_v = 1$ ข. $A_v = -1$
 ค. $A_v = V_i$ ง. $A_v = -V_i$

62. จากรูปวงจรอปแอมป์มีชื่อเรียกตรงตามข้อใด ?



- ก. วงจรขยายกลับสัญญาณ ข. วงจรขยายรวมแรงดัน
 ค. วงจรขยายความแตกต่างแรงดัน ง. วงจรขยายตามแรงดัน

63. อัตราขยายในลูบปิดของวงจรมีค่าตรงตามข้อใด ?



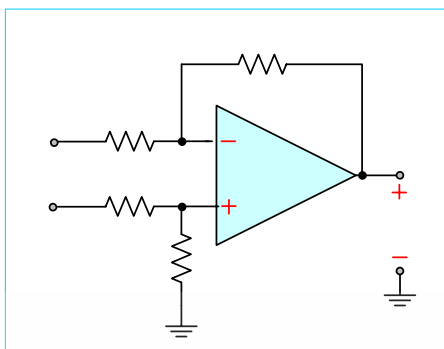
- ก. $A_v = -(V_1 + V_2 + V_3)$ ข. $A_v = (V_1 + V_2 + V_3)$
 ค. $A_v = (V_1 - V_2 + V_3)$ ง. $A_v = (V_1 - V_2 - V_3)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_f

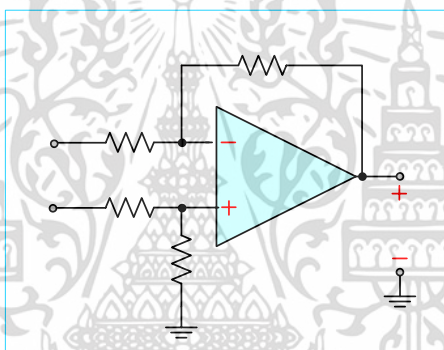
V_i

64. จากรูปวงจรออปแอมป์มีชื่อเรียกตรงตามข้อใด ?



- ก. วงจรขยายกลับสัญญาณ
- ข. วงจรขยายรวมแรงดัน
- ค. วงจรขยายความแตกต่างแรงดัน
- ง. วงจรขยายตามแรงดัน

65. อัตราขยายในรูปปิดของวงจรมีค่าตรงตามข้อใด ?



- ก. $A_v = -(V_1 - V_2)$
- ข. $A_v = (V_1 - V_2)$
- ค. $A_v = -(V_2 - V_1)$
- ง. $A_v = (V_2 - V_1)$

R_1
 R_2
 R_g

V_1
 V_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R_1
 R_2
 R

ภาคผนวก ง

ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- ข้อมูลและผลการประเมินแบบประเมินด้านเนื้อหา
- ข้อมูลและผลการประเมินแบบประเมินด้านการผลิตสื่อ
- ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ค่าความยากง่าย (p)
- ค่าอำนาจจำแนก (r)
- ค่าความแปรปรวน (s_1^2)
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20)
- ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ($E_1 : E_2$)

- ข้อมูลและผลการวิเคราะห์หาคุณภาพด้านเนื้อหา

ตารางที่ ง-1 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินด้านเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน

รายการประเมิน	N ₁	N ₂	N ₃	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	4	4.33	0.58	ดี
2. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง	4	4	4	4.00	0.00	ดี
3. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องการไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรมัลติเพลกซ์ทรานซิสเตอร์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องวงจรมัลติเพลกซ์เฟด	4	4	4	4.00	0.00	ดี
6. ความถูกต้องของเนื้อหาเรื่องออปแอมป์	4	4	4	4.00	0.00	ดี
7. เนื้อหาความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
9. รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และมีความสอดคล้องกับเนื้อหาอย่างชัดเจน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
10. การสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนมีความเหมาะสม	4	4	3	3.67	0.58	ดี
11. เนื้อหา มีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี	5	5	5	5.00	0.00	ดี
ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน						
2.1 ความเหมาะสมของจำนวนคำถาม	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 ความชัดเจนของคำถาม	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ความชัดเจนของคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	ดี
2.4 ความเหมาะสมของคำถาม	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.5 ความเหมาะสมของตัวเลือก	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	73	69	70	70.67	5.77	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.56	4.31	4.38	4.42	0.36	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลและผลการวิเคราะห์หาคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ตารางที่ ง-2 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

จำนวน 3 คน

รายการประเมิน	N ₁	N ₂	N ₃	\bar{X}	S.D	ระดับ คุณภาพ
ด้านตัวอักษร (Text)						
1. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้อ่านง่ายและชัดเจน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
2. รูปแบบตัวอักษร สวยงาม อ่านง่ายและชัดเจน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
3. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีของพื้นที่ใช้	4	4	4	4.00	0.00	ดี
4. ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษรในแต่ละ กรอบ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
5. ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
ด้านภาพนิ่ง (Image)						
6. ความเหมาะสมของขนาดภาพ	4	5	4	4.33	0.58	ดี
7. ความชัดเจนของภาพ	5	5	4	4.67	0.58	ดี
8. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อ ความหมาย	4	5	4	4.33	0.58	ดี
9. ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ	3	4	4	3.67	0.58	ดี
10. ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบ เนื้อหา	4	5	4	4.33	0.58	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ) แสดงผลคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน

รายการประเมิน	N ₁	N ₂	N ₃	\bar{X}	S.D	ระดับคุณภาพ
ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)						
11.ความเหมาะสมของขนาดภาพเคลื่อนไหว	4	5	4	4.33	0.58	ดี
12.ความชัดเจนของภาพเคลื่อนไหว	5	4	4	4.33	0.58	ดี
13.ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวในการสื่อความหมาย	4	4	5	4.33	0.58	ดี
14.ความเหมาะสมของการจัดวางภาพเคลื่อนไหวในกรอบ	4	5	4	4.33	0.58	ดี
15.ความเหมาะสมของจำนวนภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
ด้านเสียง (Audio)						
16. ระดับความดังของเสียงที่ใช้อธิบายเนื้อหาเหมาะสม	4	3	4	3.67	0.58	ดี
17. ระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้มีความเหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	ดี
18. ความชัดเจนของเสียงที่อธิบาย	4	3	4	3.67	0.58	ดี
19. ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา	4	3	4	3.67	0.58	ดี
ด้านอื่นๆ						
20. การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
21. การออกแบบจอภาพน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
รวม	85.00	89.00	87.00	87.00	9.24	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	3.86	4.05	3.95	3.95	0.42	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ง-3 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน

หน่วย เรียนที่	แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า เฉลี่ย	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	4	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	6	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	7	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	9	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	11	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	12	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ) แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน

หน่วย เรียนที่	แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า เฉลี่ย	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	13	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	14	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	15	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	16	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	17	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	18	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	19	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	20	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	21	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	22	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	23	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	24	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	25	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	26	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
27	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้	
2	28	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	29	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	30	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	31	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	32	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	33	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	34	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	35	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ) แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน

หน่วย เรียนที่	แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า เฉลี่ย	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2	36	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	37	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	38	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	39	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	40	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	41	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	42	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	43	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	44	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	45	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	46	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	47	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	48	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	49	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	50	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	51	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	52	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	53	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	54	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	55	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	56	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	57	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	58	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	59	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ) แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน

หน่วย เรียนที่	แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า เฉลี่ย	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2	60	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	61	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	62	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	63	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	64	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	65	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	66	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	67	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	68	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	69	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	70	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	71	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	72	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	73	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	74	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	75	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	76	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	77	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	78	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	79	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	80	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	81	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	82	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	83	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ) แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน

หน่วย เรียนที่	แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า เฉลี่ย	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
2	84	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	85	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	86	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	87	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	88	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	89	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	90	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	91	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	92	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	93	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	94	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	95	0	-1	-1	-2	-0.67	ไม่สอดคล้อง/ใช้ ไม่ได้
	96	0	-1	-1	-2	-0.67	ไม่สอดคล้อง/ใช้ ไม่ได้
	97	0	-1	-1	-2	-0.67	ไม่สอดคล้อง/ใช้ ไม่ได้
	98	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	99	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	100	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	101	0	-1	-1	-2	-0.67	ไม่สอดคล้อง/ใช้ ไม่ได้
	102	0	-1	-1	-2	-0.67	ไม่สอดคล้อง/ใช้ ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวชนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ) แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน

หน่วย เรียนที่	แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า เฉลี่ย	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3	104	0	-1	-1	-2	-0.67	ไม่สอดคล้อง/ใช้ไม่ได้
	105	0	-1	-1	-2	-0.67	ไม่สอดคล้อง/ใช้ไม่ได้
	106	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	107	0	-1	-1	-2	-0.67	ไม่สอดคล้อง/ใช้ไม่ได้
	108	0	-1	-1	-2	-0.67	ไม่สอดคล้อง/ใช้ไม่ได้
	109	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	110	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	111	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	112	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	113	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	114	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	115	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	116	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	117	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	118	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	119	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	120	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้
	121	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ) แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน

หน่วย เรียนที่	แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า เฉลี่ย	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4	122	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	123	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	124	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	125	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	126	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	127	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	128	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	129	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	130	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	131	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	132	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	133	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	134	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	135	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	136	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	137	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	138	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	139	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	140	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ) แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน

หน่วย เรียนที่	แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า เฉลี่ย	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
5	141	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	142	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	143	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	144	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	145	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	146	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	147	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	148	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	149	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	150	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	151	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	152	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	153	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	154	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
	155	1	1	1	3	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบ

ตารางที่ ง-4 แสดงค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		จำนวนผู้ตอบถูก ($f_H + f_L$)	p = $(f_H + f_L) / (N_H + N_L)$	ความยากง่ายของ ข้อสอบ
	กลุ่มสูง ตอบถูก (f_H)	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (f_L)			
1	10	4	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
2	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
3	6	3	9	0.45	ยากง่ายพอ เหมาะ (ดี)
4	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
5	8	8	16	0.80	ง่ายมาก
6	9	6	15	0.75	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
7	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
8	6	5	11	0.55	ปานกลาง
9	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
10	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
11	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
12	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
13	9	6	15	0.75	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
14	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
15	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
16	8	5	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
17	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
18	7	6	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
19	8	5	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
20	5	3	8	0.40	ค่อนข้างยาก
21	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
22	7	6	13	0.65	ปานกลาง
23	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
24	5	3	8	0.40	ปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-4 (ต่อ) แสดงค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำ

แบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		จำนวนผู้ตอบถูก ($f_H + f_L$)	p = ($f_H + f_L$)/($N_H + N_L$)	ความยากง่ายของ ข้อสอบ
	กลุ่มสูง ตอบถูก (f_H)	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (f_L)			
25	7	7	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
26	9	5	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
27	5	2	7	0.35	ค่อนข้างยาก
28	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
29	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
30	8	7	15	0.75	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
31	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
32	7	4	11	0.55	ปานกลาง
33	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
34	7	4	11	0.55	ปานกลาง
35	9	5	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
36	9	5	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
37	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
38	9	6	15	0.75	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
39	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
40	10	8	18	0.90	ง่ายมาก
41	10	8	18	0.90	ง่ายมาก
42	9	8	17	0.85	ง่ายมาก
43	10	8	18	0.90	ง่ายมาก
44	6	3	9	0.45	ปานกลาง
45	9	4	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
46	7	4	11	0.55	ปานกลาง
47	9	3	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
48	8	5	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-4 (ต่อ) แสดงค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำ

แบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		จำนวนผู้ตอบถูก ($f_H + f_L$)	p = ($f_H + f_L$)/($N_H + N_L$)	ความยากง่ายของ ข้อสอบ
	กลุ่มสูง ตอบถูก (f_H)	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (f_L)			
49	8	5	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
50	8	5	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
51	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
52	6	3	9	0.45	ปานกลาง
53	9	3	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
54	7	4	11	0.55	ปานกลาง
55	9	7	16	0.80	ง่ายมาก
56	6	4	10	0.50	ปานกลาง
57	6	3	9	0.45	ปานกลาง
58	6	3	9	0.45	ปานกลาง
59	6	4	10	0.50	ปานกลาง
60	6	4	10	0.50	ปานกลาง
61	5	5	10	0.50	ปานกลาง
62	6	2	8	0.40	ปานกลาง
63	5	5	10	0.50	ปานกลาง
64	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
65	7	4	11	0.55	ปานกลาง
66	5	3	8	0.40	ปานกลาง
67	6	5	11	0.55	ปานกลาง
68	6	3	9	0.45	ปานกลาง
69	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
70	5	3	8	0.40	ปานกลาง
71	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
72	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
73	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-4 (ต่อ) แสดงค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำ

แบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		จำนวนผู้ตอบถูก ($f_H + f_L$)	p = ($f_H + f_L$)/($N_H + N_L$)	ความยากง่ายของ ข้อสอบ
	กลุ่มสูง ตอบถูก (f_H)	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (f_L)			
74	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
75	5	5	10	0.50	ปานกลาง
76	6	2	8	0.40	ปานกลาง
77	5	2	7	0.35	ค่อนข้างยาก
78	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
79	7	4	11	0.55	ปานกลาง
80	5	3	8	0.40	ปานกลาง
81	6	5	11	0.55	ปานกลาง
82	7	3	10	0.50	ปานกลาง
83	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
84	5	4	9	0.45	ปานกลาง
85	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
86	9	5	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
87	5	4	9	0.45	ปานกลาง
88	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย
89	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย
90	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย
91	7	6	13	0.65	ค่อนข้างง่าย
92	8	5	13	0.65	ค่อนข้างง่าย
93	9	5	14	0.70	ค่อนข้างง่าย
94	9	7	16	0.80	ง่ายมาก
98	9	6	15	0.75	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
99	9	5	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
100	5	4	9	0.45	ปานกลาง
106	8	6	14	0.70	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-4 (ต่อ) แสดงค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำ

แบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		จำนวนผู้ตอบถูก ($f_H + f_L$)	p = ($f_H + f_L$)/($N_H + N_L$)	ความยากง่ายของ ข้อสอบ
	กลุ่มสูง ตอบถูก (f_H)	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (f_L)			
109	7	2	9	0.45	ปานกลาง
110	6	3	9	0.45	ปานกลาง
111	6	3	9	0.45	ปานกลาง
112	7	2	9	0.45	ปานกลาง
113	6	4	10	0.50	ปานกลาง
114	7	3	10	0.50	ปานกลาง
115	6	3	9	0.45	ปานกลาง
116	6	2	8	0.40	ปานกลาง
117	6	2	8	0.40	ปานกลาง
118	6	3	9	0.45	ปานกลาง
119	7	3	10	0.50	ปานกลาง
120	6	1	7	0.35	ค่อนข้างยาก
121	7	3	10	0.50	ปานกลาง
122	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
123	5	2	7	0.35	ค่อนข้างยาก
124	5	4	9	0.45	ปานกลาง
125	3	1	4	0.20	ค่อนข้างยาก
126	7	4	11	0.55	ปานกลาง
127	5	2	7	0.35	ค่อนข้างยาก
128	6	5	11	0.55	ปานกลาง
129	6	3	9	0.45	ปานกลาง
130	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
131	5	3	8	0.40	ปานกลาง
132	8	5	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
133	8	4	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-4 (ต่อ) แสดงค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำ
แบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		จำนวนผู้ตอบถูก ($f_H + f_L$)	p = ($f_H + f_L$)/($N_H + N_L$)	ความยากง่ายของ ข้อสอบ
	กลุ่มสูง ตอบถูก (f_H)	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (f_L)			
134	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
135	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
136	4	2	6	0.30	ค่อนข้างยาก
137	6	2	8	0.40	ปานกลาง
138	5	5	10	0.50	ปานกลาง
139	7	4	11	0.55	ปานกลาง
140	7	4	11	0.55	ปานกลาง
141	5	3	8	0.40	ปานกลาง
142	6	5	11	0.55	ปานกลาง
143	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
144	7	4	11	0.55	ปานกลาง
145	7	4	11	0.55	ปานกลาง
146	8	5	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
147	7	5	12	0.60	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
148	6	3	9	0.45	ปานกลาง
149	7	2	9	0.45	ปานกลาง
150	7	2	9	0.45	ปานกลาง
151	6	3	9	0.45	ปานกลาง
152	8	5	13	0.65	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
153	4	2	6	0.30	ค่อนข้างยาก
154	4	2	6	0.30	ค่อนข้างยาก
155	4	2	6	0.30	ค่อนข้างยาก

หมายเหตุ จากตาราง ง-4 ได้ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ตารางที่ ง-5 แสดงค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		$f_H - f_L$	$r =$ $f_H - f_L / N$	อำนาจจำแนกของ ข้อสอบ
	กลุ่มเก่งตอบถูก (f_H)	กลุ่มอ่อนตอบถูก (f_L)			
1	10	4	6	0.60	คุณภาพดีมาก
2	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
3	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
4	8	4	4	0.40	ดี
5	8	8	0	0.00	คุณภาพใช้ไม่ได้
6	9	6	3	0.30	คุณภาพดี
7	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
8	6	5	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
9	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
10	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
11	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
12	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
13	9	6	3	0.30	คุณภาพดี
14	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
15	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
16	8	5	3	0.30	คุณภาพดี
17	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
18	7	6	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
19	8	5	3	0.30	คุณภาพดี
20	5	3	2	0.20	คุณภาพพอใช้
21	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
22	7	6	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-5 (ต่อ) แสดงค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำ

แบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		$f_H - f_L$	$r =$ $(f_H - f_L)/N$	อำนาจจำแนกของ ข้อสอบ
	กลุ่มเก่งตอบถูก (f_H)	กลุ่มอ่อนตอบถูก (f_L)			
23	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
24	5	3	2	0.20	คุณภาพพอใช้
25	7	7	0	0.00	คุณภาพใช้ไม่ได้
26	9	5	4	0.40	คุณภาพดี
27	5	2	3	0.30	คุณภาพดี
28	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
29	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
30	8	7	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
31	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
32	7	4	3	0.30	คุณภาพดี
33	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
34	7	4	3	0.30	คุณภาพดี
35	9	5	4	0.40	คุณภาพดีมาก
36	9	5	4	0.40	คุณภาพดีมาก
37	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
38	9	6	3	0.30	คุณภาพดี
39	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
40	10	8	2	0.20	คุณภาพพอใช้
41	10	8	2	0.20	คุณภาพพอใช้
42	9	8	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
43	10	8	2	0.20	คุณภาพพอใช้
44	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
45	9	4	5	0.50	คุณภาพดีมาก
46	7	4	3	0.30	คุณภาพดี
47	9	3	6	0.60	คุณภาพดีมาก
48	8	5	3	0.30	คุณภาพดี
49	8	5	3	0.30	คุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-5 (ต่อ) แสดงค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำ

แบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		$f_H - f_L$	$r =$ $(f_H - f_L)/N$	อำนาจจำแนกของ ข้อสอบ
	กลุ่มเก่งตอบถูก (f_H)	กลุ่มอ่อนตอบถูก (f_L)			
50	8	5	3	0.30	คุณภาพดี
51	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
52	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
53	9	3	6	0.60	คุณภาพดีมาก
54	7	4	3	0.30	คุณภาพดี
55	9	7	2	0.20	คุณภาพพอใช้
56	6	4	2	0.20	คุณภาพพอใช้
61	5	5	0	0.00	พอใช้ได้
62	6	2	4	0.40	คุณภาพดีมาก
63	5	5	0	0.00	คุณภาพใช้ไม่ได้
64	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
65	7	4	3	0.30	คุณภาพดี
66	5	3	2	0.20	คุณภาพพอใช้
67	6	5	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
68	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
69	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
70	5	3	2	0.20	คุณภาพพอใช้
71	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
72	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
73	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
74	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
75	5	5	0	0.00	คุณภาพใช้ไม่ได้
76	6	2	4	0.40	คุณภาพดีมาก
77	5	2	3	0.30	คุณภาพดี
78	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-5 (ต่อ) แสดงค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำ

แบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อที่	จำนวนคน		$f_H - f_L$	$r = (f_H - f_L)/N$	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
	กลุ่มเก่งตอบถูก (f_H)	กลุ่มอ่อนตอบถูก (f_L)			
79	7	4	3	0.30	คุณภาพดี
80	5	3	2	0.20	คุณภาพพอใช้
81	6	5	1	0.10	ควรปรับปรุง
82	7	3	4	0.40	คุณภาพดีมาก
83	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
84	5	4	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
85	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
86	9	5	4	0.40	คุณภาพดีมาก
87	5	4	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
88	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
89	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
90	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
91	7	6	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
92	8	5	3	0.30	พอใช้ได้
93	9	5	4	0.40	คุณภาพดีมาก
94	9	7	2	0.20	คุณภาพพอใช้
98	9	6	3	0.30	พอใช้ได้
99	9	5	4	0.40	คุณภาพดีมาก
100	5	4	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
106	8	6	2	0.20	คุณภาพพอใช้
109	7	2	5	0.50	คุณภาพดีมาก
110	6	3	3	0.30	คุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-5 (ต่อ) แสดงค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		$f_H - f_L$	$r = (f_H - f_L)/N$	อำนาจจำแนกของ ข้อสอบ
	กลุ่มเก่งตอบถูก (f_H)	กลุ่มอ่อนตอบถูก (f_L)			
111	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
112	7	2	5	0.50	คุณภาพดีมาก
113	6	4	2	0.20	คุณภาพพอใช้
114	7	3	4	0.40	คุณภาพดีมาก
115	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
116	6	2	4	0.40	คุณภาพดีมาก
117	6	2	4	0.40	คุณภาพดีมาก
118	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
119	7	3	4	0.40	คุณภาพดี
120	6	1	5	0.50	คุณภาพดีมาก
121	7	3	4	0.40	คุณภาพดีมาก
122	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
123	5	2	3	0.30	คุณภาพดี
124	5	4	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
125	3	1	2	0.20	คุณภาพพอใช้
126	7	4	3	0.30	คุณภาพดี
127	5	2	3	0.30	คุณภาพดี
128	6	5	1	0.10	คุณภาพใช้ไม่ได้
129	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
130	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
131	5	3	2	0.20	คุณภาพพอใช้
132	8	5	3	0.30	คุณภาพดี
133	8	4	4	0.40	คุณภาพดีมาก
134	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
135	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
141	5	3	2	0.20	คุณภาพพอใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-5 (ต่อ) แสดงค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	จำนวนคน		$f_H - f_L$	$r = (f_H - f_L)/N$	อำนาจจำแนกของ ข้อสอบ
	กลุ่มเก่งตอบถูก (f_H)	กลุ่มอ่อนตอบถูก (f_L)			
143	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
144	7	4	3	0.30	คุณภาพดี
145	7	4	3	0.30	คุณภาพดี
146	8	5	3	0.30	คุณภาพดี
147	7	5	2	0.20	คุณภาพพอใช้
148	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
149	7	2	5	0.50	คุณภาพดีมาก
150	7	2	5	0.50	คุณภาพดีมาก
151	6	3	3	0.30	คุณภาพดี
152	8	5	3	0.30	คุณภาพดี
153	4	2	2	0.20	คุณภาพพอใช้
154	4	2	2	0.20	คุณภาพพอใช้
155	4	2	2	0.20	คุณภาพพอใช้

จากตาราง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.70

- ผลการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (s_t^2)

ตารางที่ ง-6 แสดงค่าความแปรปรวน (s_t^2) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ผู้เข้าสอบคนที่	X	X^2
1	118	13924
2	123	15129
3	88	7744
4	110	12100
5	112	12544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-6 (ต่อ) แสดงค่าความแปรปรวน (S_t^2) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบ (N) จำนวน 20 คน

ผู้เข้าสอบคนที่	X	X ²
6	97	9409
7	98	9604
8	101	10201
9	75	5625
10	84	7056
11	82	6724
12	74	5476
13	73	5329
14	67	4489
15	55	3025
16	61	3721
17	58	3364
18	50	2500
19	53	2809
20	43	1849
รวม	1622	142622

การหาค่าความแปรปรวน

$$\text{สูตร} \quad S_t^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{20(142622) - (1622)^2}{20^2}$$

$$\text{ดังนั้นค่าความแปรปรวน} \quad S_t^2 = 553.89$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20)

ตารางที่ ง-7 แสดงค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้เข้าสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก	p = (f _H + f _L)/(N _H + N _L)	q = (1 - p)	pq
	(f _H + f _L)			
1	14	0.70	0.30	0.21
2	12	0.60	0.40	0.24
3	9	0.45	0.55	0.25
4	12	0.60	0.40	0.24
5	16	0.80	0.20	0.16
6	15	0.75	0.25	0.19
7	14	0.70	0.30	0.21
8	11	0.55	0.45	0.25
9	12	0.60	0.40	0.24
10	12	0.60	0.40	0.24
11	12	0.60	0.40	0.24
12	14	0.70	0.30	0.21
13	15	0.75	0.25	0.19
14	14	0.70	0.30	0.21
15	12	0.60	0.40	0.24
16	13	0.65	0.35	0.23
17	12	0.60	0.40	0.24
18	13	0.65	0.35	0.23
19	13	0.65	0.35	0.23
20	8	0.40	0.60	0.24
21	14	0.70	0.30	0.21
22	13	0.65	0.35	0.23
23	12	0.60	0.40	0.24
24	8	0.40	0.60	0.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-7 (ต่อ) แสดงค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้เข้าสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก	$p =$ $(f_H + f_L)/(N_H + N_L)$	$q = (1 - p)$	pq
	$(f_H + f_L)$			
25	14	0.70	0.30	0.21
26	14	0.70	0.30	0.21
27	7	0.35	0.65	0.23
28	14	0.70	0.30	0.21
29	14	0.70	0.30	0.21
30	15	0.75	0.25	0.19
31	12	0.60	0.40	0.24
32	11	0.55	0.45	0.25
33	12	0.60	0.40	0.24
34	11	0.55	0.45	0.25
35	14	0.70	0.30	0.21
36	14	0.70	0.30	0.21
37	12	0.60	0.40	0.24
38	15	0.75	0.25	0.19
39	14	0.70	0.30	0.21
40	18	0.90	0.10	0.09
41	18	0.90	0.10	0.09
42	17	0.85	0.15	0.13
44	9	0.45	0.55	0.25
45	13	0.65	0.35	0.23
46	11	0.55	0.45	0.25
47	12	0.60	0.40	0.24
48	13	0.65	0.35	0.23
49	13	0.65	0.35	0.23
50	13	0.65	0.35	0.23
51	14	0.70	0.30	0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-7 (ต่อ) แสดงค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้เข้าสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก	p = (f _H + f _L)/(N _H + N _L)	q = (1 - p)	pq
	(f _H + f _L)			
52	9	0.45	0.55	0.25
53	12	0.60	0.40	0.24
54	11	0.55	0.45	0.25
55	16	0.80	0.20	0.16
56	10	0.50	0.50	0.25
57	9	0.45	0.55	0.25
58	9	0.45	0.55	0.25
59	10	0.50	0.50	0.25
60	10	0.50	0.50	0.25
61	10	0.50	0.50	0.25
62	8	0.40	0.60	0.24
63	10	0.50	0.50	0.25
64	14	0.70	0.30	0.21
65	11	0.55	0.45	0.25
66	8	0.40	0.60	0.24
67	11	0.55	0.45	0.25
68	9	0.45	0.55	0.25
69	12	0.60	0.40	0.24
70	8	0.40	0.60	0.24
71	14	0.70	0.30	0.21
72	12	0.60	0.40	0.24
73	12	0.60	0.40	0.24
74	12	0.60	0.40	0.24
75	10	0.50	0.50	0.25
76	8	0.40	0.60	0.24
77	7	0.35	0.65	0.23
78	14	0.70	0.30	0.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-7 (ต่อ) แสดงค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้เข้าสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก	$p =$ $(f_H + f_L)/(N_H + N_L)$	$q = (1 - p)$	pq
	$(f_H + f_L)$			
79	11	0.55	0.45	0.25
80	8	0.40	0.60	0.24
81	11	0.55	0.45	0.25
82	10	0.50	0.50	0.25
83	12	0.60	0.40	0.24
84	9	0.45	0.55	0.25
85	12	0.60	0.40	0.24
86	14	0.70	0.30	0.21
87	9	0.45	0.55	0.25
88	12	0.60	0.40	0.24
89	12	0.60	0.40	0.24
90	12	0.60	0.40	0.24
91	13	0.65	0.35	0.23
92	13	0.65	0.35	0.23
93	14	0.70	0.30	0.21
94	16	0.80	0.20	0.16
98	15	0.75	0.25	0.19
99	14	0.70	0.30	0.21
100	9	0.45	0.55	0.25
106	14	0.70	0.30	0.21
109	9	0.45	0.55	0.25
110	9	0.45	0.55	0.25
111	9	0.45	0.55	0.25
112	9	0.45	0.55	0.25
113	10	0.50	0.50	0.25
114	10	0.50	0.50	0.25
115	9	0.45	0.55	0.25
116	8	0.40	0.60	0.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-7 (ต่อ) แสดงค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้เข้าสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก	$p =$ $(f_H + f_L)/(N_H + N_L)$	$q = (1 - p)$	pq
	$(f_H + f_L)$			
117	8	0.40	0.60	0.24
118	9	0.45	0.55	0.25
119	10	0.50	0.50	0.25
120	7	0.35	0.65	0.23
121	10	0.50	0.50	0.25
122	12	0.60	0.40	0.24
123	7	0.35	0.65	0.23
124	9	0.45	0.55	0.25
125	4	0.20	0.80	0.16
126	11	0.55	0.45	0.25
127	7	0.35	0.65	0.23
128	11	0.55	0.45	0.25
129	9	0.45	0.55	0.25
130	12	0.60	0.40	0.24
131	8	0.40	0.60	0.24
132	13	0.65	0.35	0.23
133	12	0.60	0.40	0.24
134	12	0.60	0.40	0.24
135	12	0.60	0.40	0.24
136	6	0.30	0.70	0.21
137	8	0.40	0.60	0.24
138	10	0.50	0.50	0.25
139	11	0.55	0.45	0.25
140	11	0.55	0.45	0.25
141	8	0.40	0.60	0.24
142	11	0.55	0.45	0.25
143	12	0.60	0.40	0.24
144	11	0.55	0.45	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-7 (ต่อ) แสดงค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบจำนวน 155 ข้อ โดยมีผู้เข้าสอบ (N) จำนวน 20 คน

ข้อที่	จำนวนผู้ตอบถูก	p = (f _H + f _L)/(N _H + N _L)	q = (1 - p)	pq
	(f _H + f _L)			
145	11	0.55	0.45	0.25
146	13	0.65	0.35	0.23
147	12	0.60	0.40	0.24
148	9	0.45	0.55	0.25
149	9	0.45	0.55	0.25
150	9	0.45	0.55	0.25
151	9	0.45	0.55	0.25
152	13	0.65	0.35	0.23
153	6	0.30	0.70	0.21
154	6	0.30	0.70	0.21
155	6	0.30	0.70	0.21
รวม				32.86

การหาค่าความเชื่อมั่น

สูตร

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_i^2} \right\}$$

$$r_{tt} = \frac{145}{145-1} \left\{ 1 - \frac{32.86}{553.89} \right\}$$

ดังนั้นค่าความเชื่อมั่น

0.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา
วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ($E_1:E_2$) และข้อมูลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้าย
บทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ตารางที่ ง-9 แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์
($E_1:E_2$) และข้อมูลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คนที่	เรียนคะแนนแบบฝึกหัดแต่ละหน่วย						คะแนนแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ (E_2)
	1	2	3	4	5	รวม (E_1)	
	เต็ม 15	เต็ม 20	เต็ม 10	เต็ม 10	เต็ม 10	เต็ม 65	(เต็ม 65)
1	14	18	9	9	9	59	61
2	14	19	8	10	8	59	57
3	13	16	9	8	9	55	58
4	12	15	8	8	9	52	50
5	14	18	9	9	8	58	55
6	12	15	8	8	8	51	60
7	14	17	8	9	8	56	52
8	14	18	8	9	8	57	58
9	13	18	9	8	9	57	62
10	12	18	8	8	9	55	57
11	13	17	8	9	8	55	61
12	14	19	8	8	4	53	53
13	13	16	8	8	7	52	59
14	13	18	8	7	8	54	42
15	14	19	9	8	8	58	57
16	12	18	8	9	9	56	61
17	14	17	9	8	9	57	50
18	11	17	8	6	7	49	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-9 (ต่อ) แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (E₁:E₂) และข้อมูลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คนที่	เรียนคะแนนแบบฝึกหัดแต่ละหน่วย						คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E ₂)
	1	2	3	4	5	รวม (E ₁)	
	เต็ม 15	เต็ม 20	เต็ม 10	เต็ม 10	เต็ม 10	เต็ม 65	(เต็ม 65)
19	15	18	9	10	9	61	62
20	14	18	8	9	8	57	60
รวม	265	349	167	168	162	1111	1129
ร้อยละ	88.33	87.25	83.5	84	81	85.46	86.85
ค่าเฉลี่ย						55.55	56.45
ค่าร้อยละ						85.46	86.85

การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง (E₁ : E₂)

สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X/n}{A} \times 100$$

$$E_1 = \frac{1111/20}{65} \times 100$$

$$E_1 = 85.46$$

สูตร

$$E_2 = \frac{\sum Y/n}{B} \times 100$$

$$E_2 = \frac{1129/20}{65} \times 100$$

$$E_2 = 86.85$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ-1 ลักษณะรายวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ลักษณะรายวิชา	
รหัสและชื่อวิชา	04-211-210 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ Electronics
สภาพรายวิชา	วิชาชีพเลือก ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาไฟฟ้า
ระดับรายวิชา	ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1
พื้นฐาน	-
เวลาศึกษา	90 คาบเรียน ตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ และ ปฏิบัติ 3 คาบ ต่อ สัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 2 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์
จำนวนหน่วยกิต	3 หน่วยกิต
จุดมุ่งหมายรายวิชา	<ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าใจการทำงานและการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟ 2. เข้าใจวิธีการให้ไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 3. เข้าใจวิธีการทำงานของวงจรขยายความแตกต่าง 4. คำนวณวงจรออปแอมป์แบบต่างๆ 5. เข้าใจหลักการทำงานของวงจรควบคุมแรงดันและกระแส 6. เห็นความสำคัญในการหาความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มเติมด้วยตนเอง
คำอธิบายรายวิชา	ศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับวงจรแหล่งจ่ายไฟ การไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ วงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์ วงจรขยายด้วยเฟต วงจรขยายความแตกต่าง วงจรออปแอมป์ วงจรควบคุมแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ-2 การแบ่งหน่วยการเรียน วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

สัปดาห์ที่	เนื้อหาที่สอน	เวลา (คาบ)	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1-2	หน่วยที่ 1 วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง	4	-
3-4	หน่วยที่ 2 การให้ไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	4	-
5-6	หน่วยที่ 3 วงจรสมมูลย์	4	-
7-11	หน่วยที่ 4 วงจรขยายสัญญาณภาคเดียว	10	-
12-14	หน่วยที่ 5 วงจรขยายความแตกต่าง	6	-
15-16	หน่วยที่ 6 ออปแอมป์	4	-
	รวม	32	
	ทดสอบและทบทวน	6	
	รวมทั้งสิ้น	38	

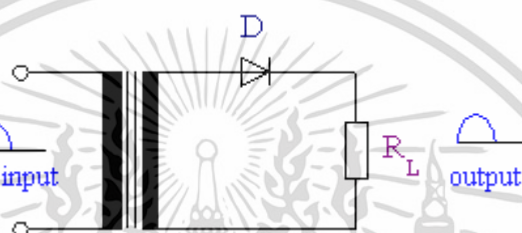
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยที่ 1 วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง

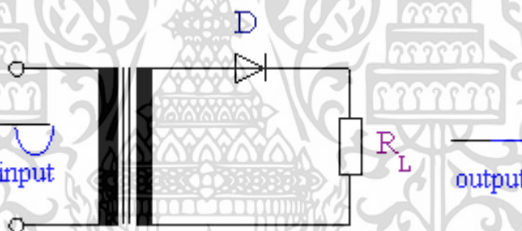
1.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟตรง

1.1.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น หมายถึงวงจรเรียงกระแสที่ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง ซึ่งรูปของสัญญาณที่เอาต์พุต ของวงจรนี้ เราเรียกว่ารูปคลื่นพัลส์ที่ยังมีแรงดัน ดีซี (Pulsating dc) สามารถกระทำได้ทั้งครึ่งไซเคิล (cycle) บวกและครึ่งไซเคิลลบ วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น แสดงได้ดังรูปที่ 1.1 ก และ 1.2 ข



ก. การทำงานในครึ่งไซเคิลบวก



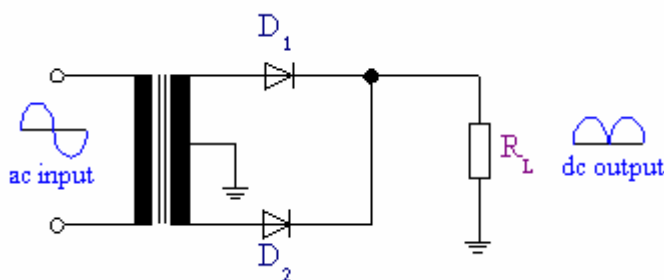
ข. การทำงานในครึ่งไซเคิลลบ

รูปที่ จ-1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

1.1.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น หมายถึงวงจรเรียงกระแสที่เปลี่ยนทั้งสัญญาณพัลส์ที่เป็นแรงดันดีซี หลักการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นคือ ไดโอดจะทำงานสลับกันในแต่ละครึ่งไซเคิลบวกและครึ่งไซเคิลลบ วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ

ก. วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นโดยใช้หม้อแปลงที่มีแท็ปกลาง

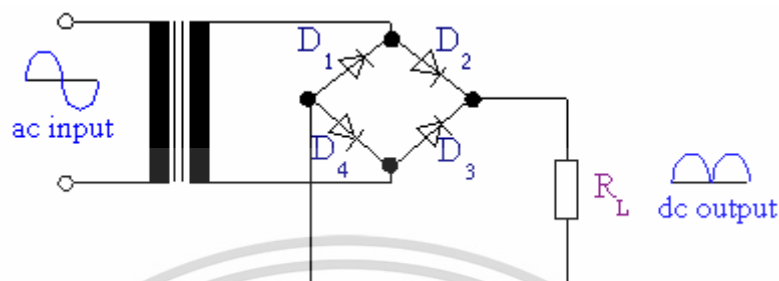


รูปที่ จ-2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นโดยใช้หม้อแปลงที่มีแท็ปกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือเป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเห็นเป็นประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. วงจรเรกติไฟร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์

วงจรเรกติไฟร์แบบบริดจ์จะประกอบด้วยไดโอด 4 ตัว การทำงานของไดโอดจะทำงานครั้งละ 2 ตัว ในแต่ละครึ่งไซเคิล



รูปที่ จ-3 วงจรเรกติไฟร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์

1.2 พารามิเตอร์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟตรง

1.2.1 พารามิเตอร์กระแสไฟตรง ได้แก่

วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

$$U_{dc} = 0.318U_{dcm}$$

วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

$$U_{dc} = 0.636U_{dcm}$$

1.2.2 พารามิเตอร์กระแสไฟสลับ ได้แก่

$$U_p - p = 2U_p$$

$$U_{rms} = 0.707U_p$$

วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

$$PIV_{diode} = U_{dcm}$$

วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงที่มีแท็ปกลาง

$$PIV_{diode} = 2U_{dcm}$$

วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์

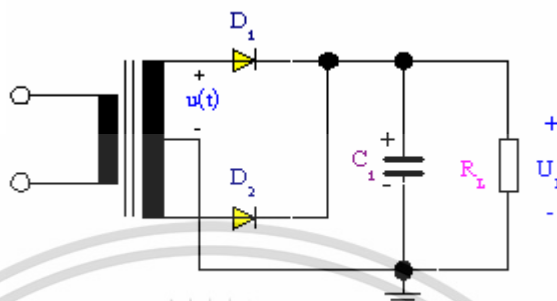
$$PIV_{diode} = U_{dcm}$$

1.3 คำธิปเปิด

1.3.1 ประเภทของวงจรกรองกระแส

ก. วงจรฟิลเตอร์ที่ใช้ตัวเก็บประจุ

(Capacitor Filter Circuits)



รูปที่ จ-4 วงจรเรียงกระแสที่มีตัวเก็บประจุเป็นภาระ

วงจรเพาเวอร์ซัพพลายที่ใช้ตัวเก็บประจุแสดงได้ดังรูปที่ 1.4 ประกอบด้วยวงจรเรียงกระแสที่ใช้หม้อแปลงที่แท็ปกลาง (center-tapped transformer rectifier) รูปคลื่นแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_L แสดงในหน่วยพิคทูพิค (*peak-to-peak* : $p-p$) U_{dcm} คือ

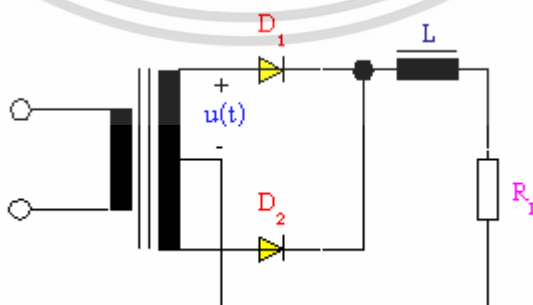
$$U_{dcm} = U_m - 0.7V$$

สำหรับค่าแรงดันเฉลี่ย (average dc voltage) U_{DC} ของวงจรเรียงกระแสที่ตกคร่อมตัวต้านทานภาระ R_L ดังรูปที่ 2.1 ก คือ

$$U_{DC} \cong 0.636U_{dcm}$$

ข วงจรฟิลเตอร์ที่ใช้ตัวเหนี่ยวนำ

ตัวเหนี่ยวนำสามารถที่จะเก็บหรือคายพลังงานได้ โดยจะเก็บพลังงานไว้ในรูปของสนามแม่เหล็กหรือที่เรียกว่า ฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic flux) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสเพิ่มขึ้น ฟลักซ์แม่เหล็กก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อกระแสที่ไหลในวงจรลดลง พลังงานในส่วนนี้จะคายออกมา เพื่อเพิ่มหรือหน่วงการการลดลงของกระแส

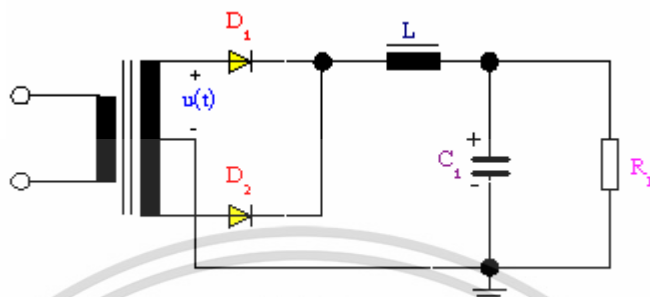


รูปที่ จ-5 วงจรเรียงกระแสที่ใช้ตัวเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. วงจรฟิลเตอร์ที่ใช้ตัวเหนี่ยวนำกับตัวเก็บประจุ

การใช้ตัวเหนี่ยวนำกับตัวเก็บประจุมาต่อใช้งานร่วมกัน แสดงได้ดังรูปที่ 1.6 เรียกวงจรนี้อีกอย่างหนึ่งว่าวงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบแอล (L-section)



รูปที่ 1.6 วงจรเรียงกระแสแบบแอล

1.3.2 แรงดันไฟตรง และแรงดันรีปเปล

- ก. วงจรฟิลเตอร์โดยใช้ตัวเก็บประจุ
- ข. วงจรฟิลเตอร์โดยใช้ตัวเหนี่ยวนำ
- ค. วงจรฟิลเตอร์โดยใช้ตัวเก็บประจุกับตัวเหนี่ยวนำ
- ง. วงจรฟิลเตอร์โดยใช้วงจรพาย

1.3.3 เพอร์เซ็นตรีปเปล

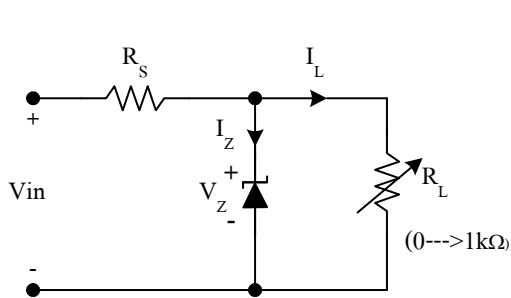
- ก. วงจรฟิลเตอร์โดยใช้ตัวเก็บประจุ
- ข. วงจรฟิลเตอร์โดยใช้ตัวเหนี่ยวนำ
- ค. วงจรฟิลเตอร์โดยใช้ตัวเก็บประจุกับตัวเหนี่ยวนำ
- ง. วงจรฟิลเตอร์โดยใช้วงจรพาย

1.4 วงจรรักษาระดับแรงดันไฟตรง (Voltage Regulator Circuits)

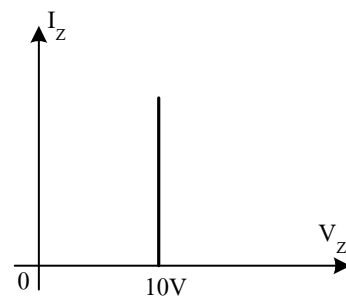
1.4.1 วงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ซีเนอร์ไดโอด

(Zener Diode Voltage Regulator)

วงจรใช้งานเบื้องต้นของวงจรวงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ซีเนอร์ไดโอด แสดงได้ดังรูปที่ 3.10 แรงดันที่ไม่มีกรักษาระดับ (Unregulated) V_{in} จะถูกจ่ายให้กับวงจรรักษาระดับผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแส R_S และแรงดันเอาต์พุต V_L คือแรงดันที่ตกคร่อมซีเนอร์ไดโอด



ก. วงจรรักษาระดับแรงดันแบบขนาน



ข. ลักษณะสมบัติของซีเนอร์ไดโอด

รูปที่ จ-7 วงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ซีเนอร์ไดโอดแบบขนาน

1.4.2 วงจรรักษาระดับแรงดันโดยใช้ซีเนอร์ไดโอดกับทรานซิสเตอร์

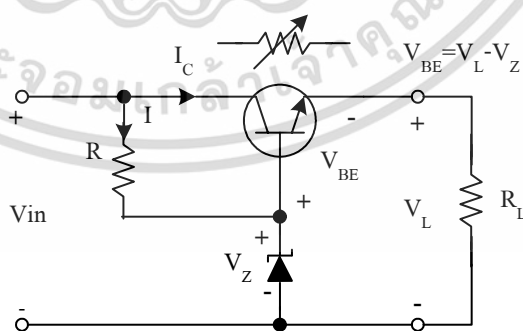
(Zener Diode and Transistor Voltage Regulator)

สำหรับวงจรรักษาระดับที่ใช้ซีเนอร์ไดโอดกับทรานซิสเตอร์ แบ่งการใช้งานออกเป็นสองแบบคือ วงจรรักษาระดับแรงดันแบบอนุกรม และแบบขนาน

ก) วงจรรักษาระดับแรงดันแบบอนุกรม (Series Voltage Regulator)

วงจรรักษาระดับแรงดันแบบอนุกรม แสดงได้ดังรูปที่ 1.8 แรงดันเอาต์พุตของวงจรนี้จะมีค่าประมาณเท่ากับแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ลบด้วยแรงดันที่เบสกับอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ หรือประมาณ $V_Z - 0.7V$

แรงดันไฟฟ้าตรงที่ที่อินพุต จะต้องมีความมากกว่าแรงดันเอาต์พุตที่ต้องการอย่างน้อยหนึ่งโวลต์ ทรานซิสเตอร์จะถูกไบแอสให้ทำงานในย่านอิ่มตัว (Saturated) แรงดันระหว่างคอลเล็กเตอร์กับ อิมิตเตอร์จะมีค่าเท่ากับแรงดันอินพุตลบด้วยแรงดันเอาต์พุต หรือ $V_{in} - V_L$



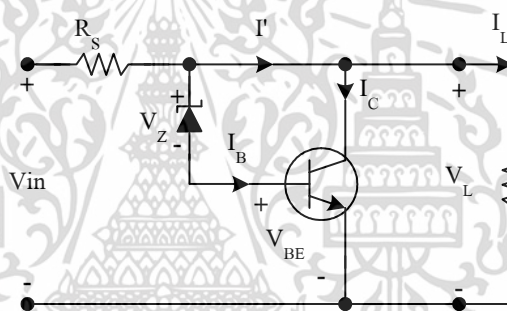
รูปที่ จ-8 วงจรรักษาระดับแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) วงจรรักษาระดับแรงดันแบบขนาน (Shunt Voltage Regulator)

วงจรรักษาระดับแรงดันแบบขนานแสดงได้ดังรูปที่ 1.9 แรงดันเอาต์พุตจะเท่ากับแรงดันซีเนอร์ไดโอดรวมกับแรงดันระหว่างเบสกับอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ($V_L = V_Z + V_{BE}$) หลักการทำงานของวงจรนี้ อธิบายได้คือ

สมมติว่าค่าความต้านทานของโหลดลดลง แรงดันเอาต์พุตก็จะลดลงด้วย ทำให้แรงดันระหว่างเบสกับอิมิตเตอร์ลดลง เนื่องจากแรงดันซีเนอร์ไดโอดมีค่าคงที่ และผลของการลดลงของแรงดันระหว่างเบสกับอิมิตเตอร์ จะทำให้กระแสเบสและกระแสคอลเล็กเตอร์ลดลงตามไปด้วย ถ้าสมมติให้กระแสอินพุต I_{in} มีค่าคงที่ ดังนั้นกระแส I' จะคงที่ด้วย (ในที่นี้จะไม่นำกระแสเบสมาพิจารณาด้วย เนื่องจากมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับกระแส I_{in} กับ I') เนื่องจากกระแสคอลเล็กเตอร์ I_C มีค่าลดลง กระแสเอาต์พุต I_L จะมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อวงจรทำงานครบรอบสมบูรณ์ แรงดันเอาต์พุต จะลดลงครั้งแรก เนื่องจากความต้านทานของโหลด และจะถูกทำให้เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของกระแส I_L จึงทำให้แรงดันถูกยกขึ้นมาอยู่ระดับที่คงที่ได้



รูปที่ จ-9 วงจรรักษาระดับแรงดันแบบขนาน

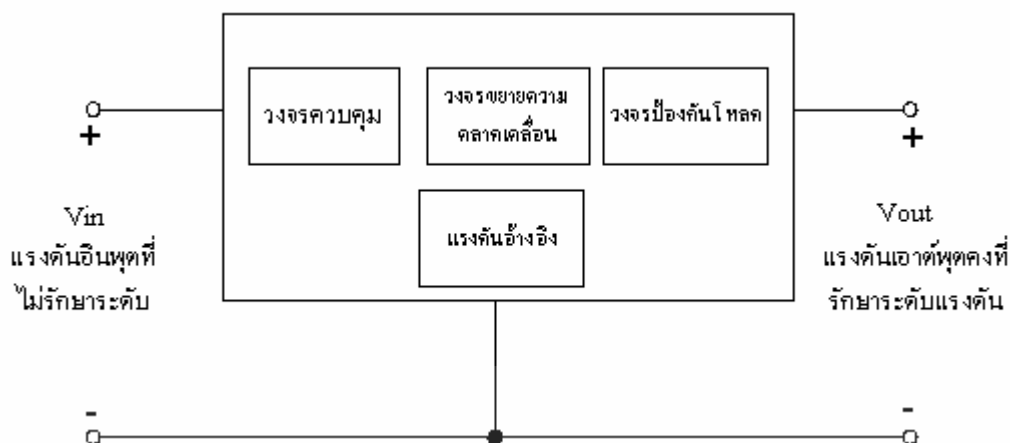
1.4.3 วงจรรักษาระดับโดยใช้ไอซี

(Integrated Circuit Voltage Regulator Circuits)

วงจรภายในของไอซีรักษาระดับแรงดัน จะประกอบด้วยแหล่งจ่ายแรงดันอ้างอิง (Reference Voltage), วงจรขยายสัญญาณส่วนเกิน (Error Amplifier), วงจรควบคุม (Control Circuit), และวงจรป้องกันโหลดลัดวงจร (Overload Protection) เป็นต้น ซึ่งแสดงเป็นแผนภาพบล็อกได้ดังรูปที่ 1.10

วงจรไอซีรักษาระดับแรงดันแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือแรงดันเอาต์พุต V_{out} เป็นบวก (Positive) และเป็นลบ (Negative) นอกจากนี้ยังแบ่งออกได้เป็นสองชนิดคือชนิดที่แรงดันเอาต์พุตคงที่ (Fixed) และชนิดที่แรงดันเอาต์พุตปรับค่าได้ (Variable หรือ Adjustable) วงจรไอซีระดับแรงดันนี้สามารถที่จะเลือกใช้กระแสที่โหลด ได้ตั้งแต่ 100 มิลลิแอมป์ ไปจนถึง 10 แอมป์ หรือคิดเป็นกำลัง ได้ตั้งแต่ 10 มิลลิวัตต์ จนถึง 10 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑-10 แผนภาพบล็อกของไอซีรักษาระดับแรงดัน

หน่วยที่ 2 การให้ไบแอสไฟตรงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.1 การวิเคราะห์การให้ไบแอสไฟตรงทรานซิสเตอร์

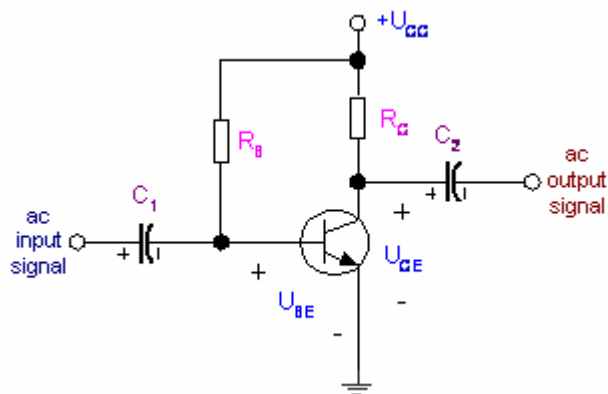
2.2.1 การให้ไบแอสไฟตรงวงจรอิมิตเตอร์ร่วม

สำหรับการให้ไบแอสไฟตรงทรานซิสเตอร์แบบนี้ แบ่งออกได้เป็น 4 วงจร ได้แก่

- วงจรการให้ไบแอสไฟตรงคงที่ (Fixed Bias)
- วงจรการให้ไบแอสไฟตรงวงจรอิมิตเตอร์ร่วมที่มีตัวต้านทานต่อที่อิมิตเตอร์ (DC Bias Circuits with Emitter Resistor)
- วงจรการให้ไบแอสไฟตรงที่ไม่ขึ้นกับอัตราขยายกระแส (DC Bias Circuit with Independent of Beta)
- การให้ไบแอสไฟตรงแบบป้อนกลับแรงดัน (DC Bias Circuit Voltage Feedback)

ก. วงจรการให้ไบแอสไฟตรงคงที่

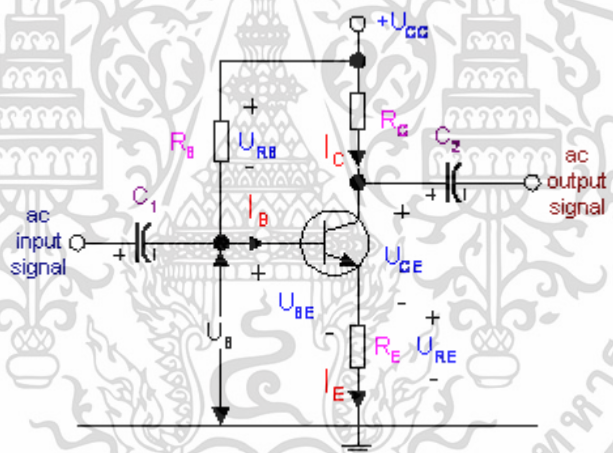
การวิเคราะห์การให้ไบแอสไฟตรงแก่ทรานซิสเตอร์อิมิตเตอร์ร่วมแบบให้ไบแอสคงที่นี้ แสดงได้ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนอินพุต (input section) และส่วนเอาต์พุต (output section)



รูปที่ จ-11 วงจรการให้ไบแอสไฟตรงแบบคงที่

ข. วงจรอิมิตเตอร์ร่วมที่มีตัวต้านทานต่อที่อิมิตเตอร์

การคำนวณค่าต่างๆ ในวงจรนี้ กระทำได้ในลักษณะเดียวกันกับวงจรการให้ไบแอสไฟตรงแบบคงที่ที่วงจรอิมิตเตอร์ร่วมที่มีตัวต้านทานต่อที่อิมิตเตอร์แสดงได้ดังรูปที่ 2.2 และเรียกววงจรนี้อีกอย่างหนึ่งว่าวงจรไบแอสที่มีเสถียรภาพที่อิมิตเตอร์ (emitter stabilized bias circuit)

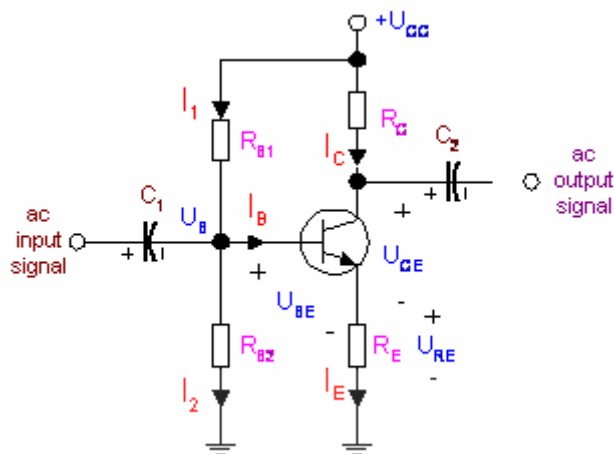


รูปที่จ-12 วงจรอิมิตเตอร์ร่วมที่มีตัวต้านทานต่อที่อิมิตเตอร์

ค. วงจรการให้ไบแอสไฟตรงอิมิตเตอร์ร่วมที่ไม่ขึ้นกับอัตราขยายกระแส

วงจรมีชื่อจะเรียกชื่อวงจรได้ว่า วงจรที่อัตราขยายกระแสมีเสถียรภาพ (Current gain stabilized) หรือนิยมเรียกว่าวงจรแบ่งแรงดัน (voltage divider) การต่อวงจรแบบนี้แสดงได้ดังรูปที่

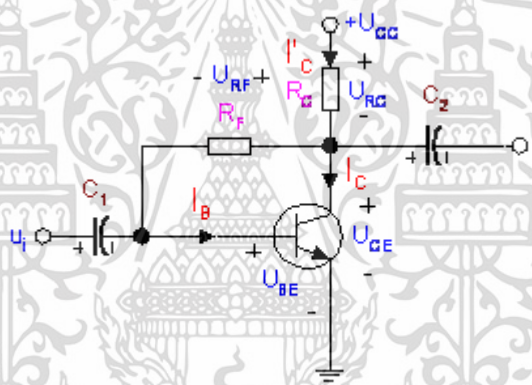
2.3



รูปที่ จ-13 วงจรการให้ไบแอสอิมิตเตอร์ร่วมที่ไม่ขึ้นกับอัตราขยายกระแส

ง. การให้ไบแอสไฟตรงแบบป้อนกลับแรงดัน

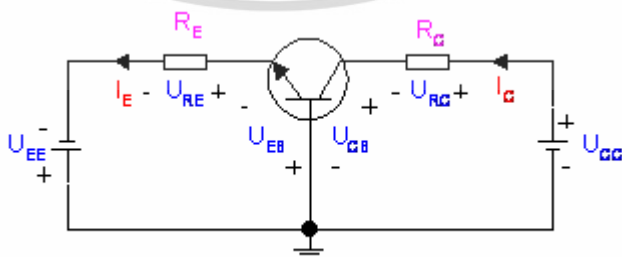
แสดงวงจรการให้ไบแอสไฟตรงแบบนี้ได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ จ-14 วงจรให้ไบแอสไฟตรงป้อนกลับแรงดัน

2.1.2 การให้ไบแอสไฟตรงวงจรเบสร่วม

ลักษณะการต่อวงจรนี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.5 การวิเคราะห์ห้วงจรกระทำได้ในลักษณะเดียวกับ วงจรอิมิตเตอร์ร่วมคือจะแยกพิจารณาออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนอินพุต และส่วนเอาต์พุต

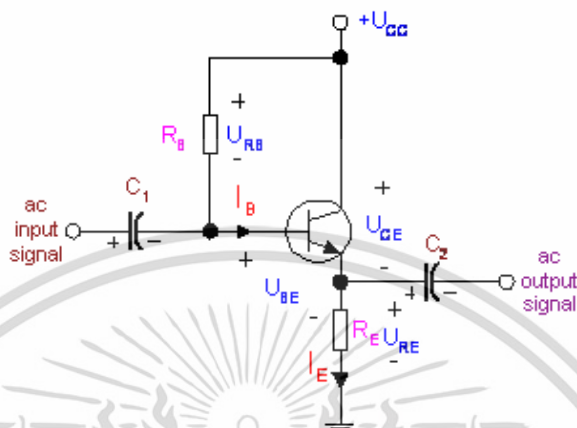


รูปที่ จ-15 วงจรเบสร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การให้ไบแอสไฟตรงวงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม

วงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม หรือนิยมเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วงจรอิมิตเตอร์ตาม(Emitter follower) หมายถึงวงจรที่ป้อนสัญญาณอินพุตเข้าที่เบส และสัญญาณเอาต์พุตคกร้อมตัวด้านทานที่อิมิตเตอร์ R_E แสดงได้ดังรูปที่ 2.6

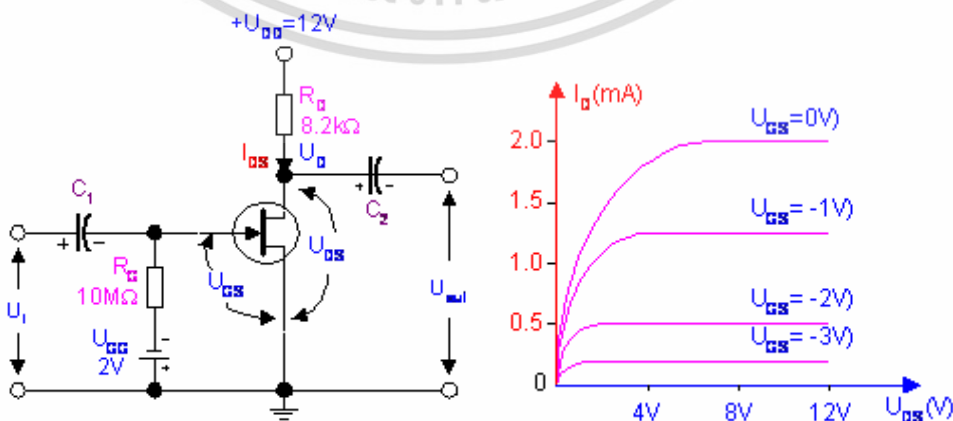


รูปที่จ-16 วงจรอิมิตเตอร์ตาม

2.2 การวิเคราะห์การให้ไบแอสไฟตรงเฟต (DC Biasing FET Analysis)

ก. การให้ไบแอสไฟตรงแบบคงที่ (Fixed Bias)

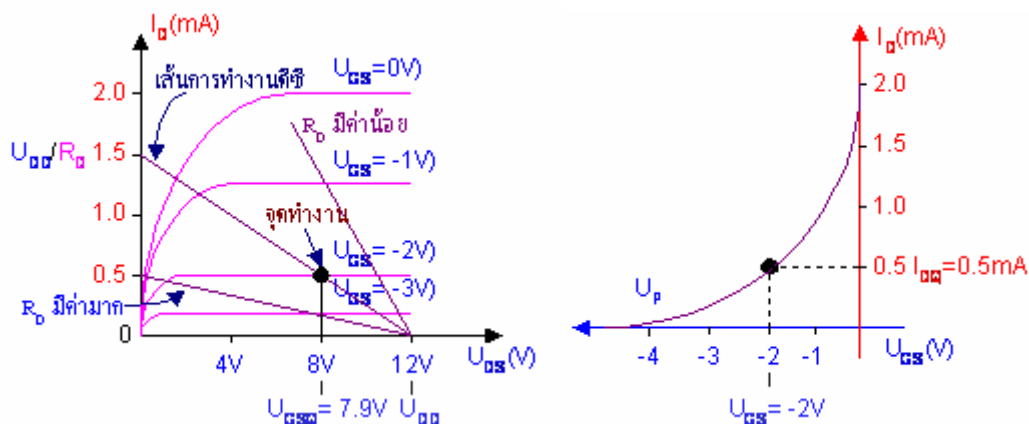
การให้ไบแอสไฟตรงแก่เฟต(FET :Field Effect Transistor) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเจเฟต (JFET: Junction Field Effect Transistor) หมายถึงการทำให้แรงดันระหว่างเกต(Gate) กับซอร์ส (Source) U_{GS} และกระแสเดรน I_D มีค่าตามความต้องการ สำหรับเจเฟตและมอสเฟต(Metal Oxide Semi-conductor Field Effect Transistor : MOSFET) แบบดีพลิตชัน(depletion) ที่ทำงานโดยอาศัยย่านการเปลี่ยนแปลง(depletion mode) กระแสเดรนจะถูกจำกัดโดยการอิมตัวของกระแสเดรนเอง และมอสเฟตแบบเอ็นฮานเม็นต์(Enhancement) ต้องการ ไบแอสไฟตรงระหว่างรอยต่อเกตกับซอร์สมีค่ามากกว่าแรงดันขีดเหนี่ยวย(threshold voltage) จึงจะนำกระแสได้



ก. วงจรให้ไบแอสไฟตรงคงที่

ข. ลักษณะทางเดรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

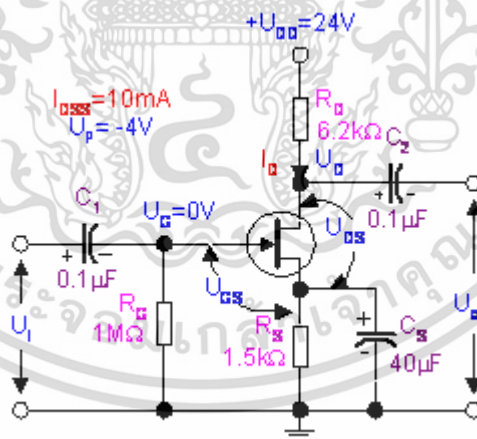


ก. การเขียนเส้นการทำงานดีซี ง. ความสัมพันธ์ระหว่าง I_D กับ U_{GS}

รูปที่ จ-17 การให้ไบแอสไฟตรงคงที่แก่เฟต

ข. การให้ไบแอสไฟตรงตัวเอง (Self Bias)

การให้ไบแอสไฟตรงแบบนี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.8 มีข้อดีกว่าการให้ไบแอสไฟตรงแบบคงที่ เนื่องจากใช้แบตเตอรี่ตัวเดียว ตัวต้านทาน R_S ที่ต่อระหว่างขาซอร์สกับกราวด์จะทำให้เกิดแรงดันลบเทียบกับกราวด์ เมื่อกระแสเกต I_G เท่ากับศูนย์ แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R_G จึงเท่ากับศูนย์ด้วย ดังนั้นแรงดันที่เกตจึงเป็นลบเมื่อเทียบกับซอร์ส

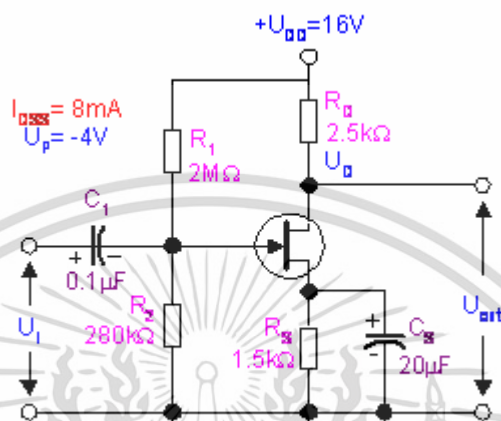


รูปที่ จ-18 วงจรขยายเจเฟตที่ให้ไบแอสไฟตรงตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การให้ไบแอสไฟตรงแบบแบ่งแรงดัน (Voltage Divider Bias)

การให้ไบแอสไฟตรงแบบนี้จะเป็นการให้ไบแอสไฟตรงแรงดันที่เกิดของเฟตที่ตำแหน่งแรงดันค่าอื่นๆ ที่ไม่ใช่แรงดันเกตเท่ากับศูนย์ แสดงวงจรนี้ได้ดังรูปที่ 2.9 การให้ไบแอสไฟตรงแบบนี้จะทำให้เสถียรภาพ (stability) ดีกว่าการให้ไบแอสไฟตรงตัวเอง



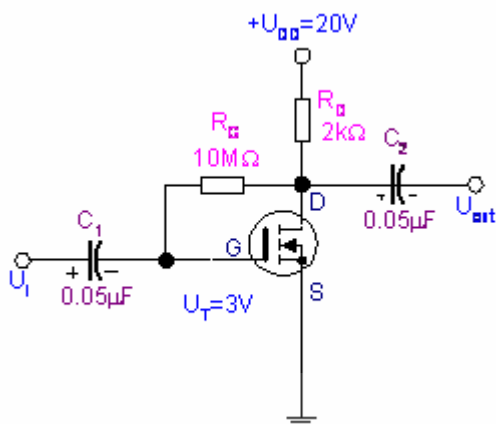
รูปที่ จ-19 วงจรการให้ไบแอสไฟตรงแบบแบ่งแรงดัน

2.3 การให้ไบแอสไฟตรงแกตึผลิตชั้นมอสเฟต (depletion MOSFET DC Bias Circuit)

การให้ไบแอสไฟตรงแกตึผลิตชั้นมอสเฟตจะกระทำในลักษณะเช่นเดียวกับเจเฟต โดยดีผลิตชั้นมอสเฟตเมื่อได้รับไบแอสกลับ (Reverse bias) มอสเฟตจะทำงานในย่านดีผลิตชั้น แรงดันเกตกับซอร์ส U_{GS} จะเป็นลบ และมอสเฟตจะทำงานได้ทั้งไบแอสตรง และไบแอสกลับ เนื่องจากชั้นออกไซด์จะทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันเกตที่กระแสเกตต่างๆ ค่าเนื่องจากขั้วแรงดันเกตกับซอร์ส

2.4 การให้ไบแอสไฟตรงเอ็นฮานซ์เมนต์มอสเฟต (enhancement MOSFET Bias Circuit)

ฮานเมนต์มอสเฟตต้องการแรงดันเกตกับซอร์ส U_{GS} มีค่ามากกว่าแรงดันยึดเหนี่ยวจึงจะนำกระแสได้ วงจรการให้ไบแอสไฟตรงแบบนี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.10 โดยที่แรงดันเดรนกับซอร์ส U_{DS} จะเป็นแรงดันที่กำหนดเกตกับซอร์ส ถ้าไม่มีกระแสเกตจะไม่มีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R_G และจะได้แรงดัน U_{DS} เท่ากับแรงดัน U_{GS}



รูปที่ จ-20 การให้ไบแอสไฟตรงานเม้นต์มอสเฟต

หน่วยที่ 3 วงจรขยายสัญญาณภาคเดียว

3.1 การวิเคราะห์ห้วงจรขยายสัญญาณขนาดเล็กของทรานซิสเตอร์

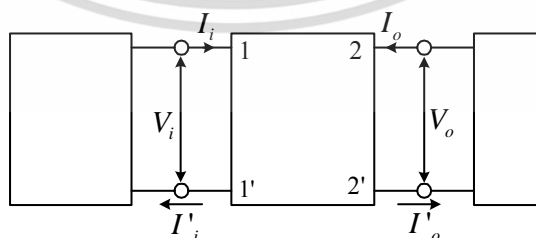
การวิเคราะห์สัญญาณขนาดเล็กในโครงสร้างวงจรถ่ายขยายทรานซิสเตอร์จะใช้วงจรสมมูลไฮบริดหรือเอชพารามิเตอร์มาร่วมพิจารณา เพื่อให้ทราบถึงพารามิเตอร์ที่สำคัญของวงจรถ่ายขยาย คือ อัตราขยายกระแส A_i , อัตราขยายแรงดัน A_v , อินพุตอิมพีแดนซ์ Z_{in} , เอาต์พุตอิมพีแดนซ์ Z_{out} , อัตราขยายกำลัง A_p , อัตราขยายแรงดันรวม A_{vs} และความสัมพันธ์ระหว่างเฟส

3.1.1 ลักษณะวงจรสมมูลไฮบริด

วงจรสมมูลไฮบริด จะพิจารณาจากวงจรข่ายงานสองทาง (Two-Port Network) ดังรูปที่ 3.1 โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตได้ดังสมการ

$$V_i = h_{11}I_i + h_{12}V_o \quad (3.1)$$

$$I_o = h_{21}I_i + h_{22}V_o \quad (3.2)$$



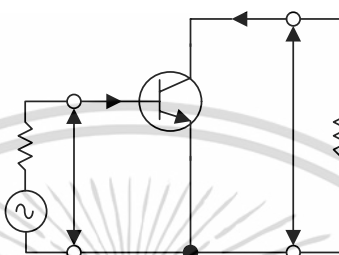
รูปที่ จ-21 วงจรข่ายงานสองทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

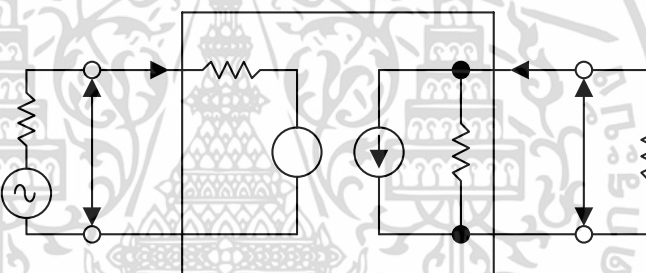
3.1.2 วงจรสมมูลไฮบริคพารามิเตอร์ของทรานซิสเตอร์

ก. วงจรอิมิตเตอร์ร่วม (Common Emitter Configuration)

วงจรอิมิตเตอร์ร่วมจะมีสัญญาณอินพุตป้อนเข้าระหว่างเบสกับอิมิตเตอร์ และสัญญาณเอาต์พุตออกที่คอลเล็กเตอร์กับอิมิตเตอร์ แสดงได้ดังรูปที่ 3.2 (ก) เมื่อแทนด้วยเฮซพารามิเตอร์ จะได้ดังรูปที่ 3.2 (ข)



(ก) วงจรอิมิตเตอร์ร่วม

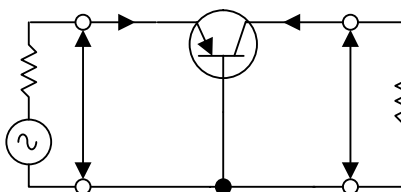


(ข) เมื่อแทนทรานซิสเตอร์ด้วยเฮซพารามิเตอร์

รูปที่ จ-22 วงจรอิมิตเตอร์ร่วมและวงจรสมมูลเฮซพารามิเตอร์

ข. วงจรเบสร่วม (Common Base Configuration)

วงจรเบสร่วมจะมีสัญญาณอินพุตป้อนเข้าระหว่างอิมิตเตอร์กับเบส และสัญญาณเอาต์พุตออกที่คอลเล็กเตอร์กับเบสแสดงได้ดังรูปที่ 3.3(ก) เมื่อแทนด้วยเฮซพารามิเตอร์จะได้ดังภาพที่ 3.3(ข)



(ก) วงจรเบสร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

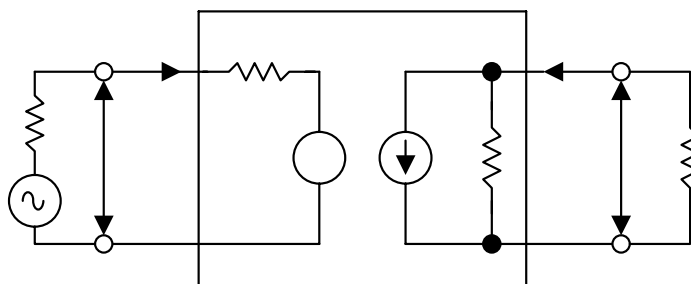
B I_b
V_{be}

Z_S

B I_b

Z_S

V_{be}

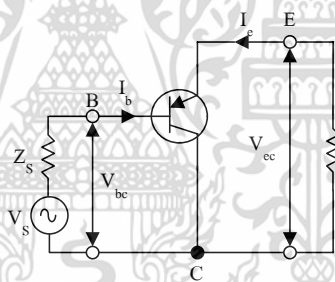


(ข) เมื่อแทนทรานซิสเตอร์ด้วยเอชพารามิเตอร์

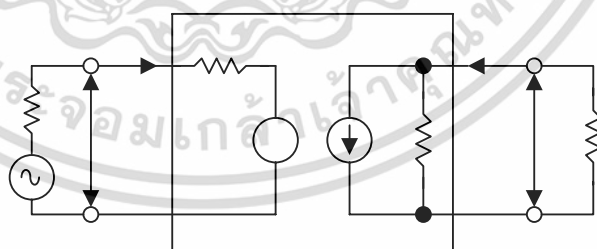
รูปที่ จ-23 วงจรเบสร่วมและวงจรสมมูลเอชพารามิเตอร์ +

ค. วงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม (Common Collector Configuration) S

วงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม จะมีสัญญาณอินพุตป้อนเข้าระหว่างเบสกับคอลเล็กเตอร์และสัญญาณเอาต์พุตออกที่อิมิตเตอร์กับคอลเล็กเตอร์ แสดงได้ดังรูปที่ 3.4 (ก) เมื่อแทนด้วยเอชพารามิเตอร์ จะได้วงจรสมมูลดังรูปที่ 3.4(ข)



(ก) วงจรคอลเล็กเตอร์ร่วม



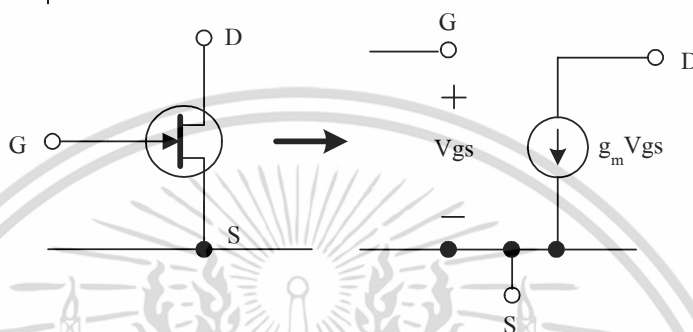
(ข) เมื่อแทนทรานซิสเตอร์ด้วยเอชพารามิเตอร์

รูปที่ จ-24 วงจรคอลเล็กเตอร์ร่วมและวงจรสมมูลเอชพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรสมมูลของเฟต (FET Small Signal Model)

วงจรรขยายสัญญาณไฟสลัขนาดเล็กจำเป็นต้องทราบวงจรมูลทางไฟสลั ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.5 โดยแรงดันไฟสลัอินพุตจะจ่ายแรงดันให้กับเกตกับซอร์ส V_{gs} ทำให้มีกระแสเดรน I_d เท่ากับผลคูณระหว่างค่าความนำ g_m กับแรงดัน V_{gs} ($I_d = g_m V_{gs}$) โดยที่ค่าความนำนี้จะขึ้นอยู่กับค่าของกระแส (I_{DSS}) ที่ไหลในวงจรกับค่าแรงดันแหล่งจ่าย (V_{DD}) และแรงดันที่ตกคร่อมที่เกตกับซอร์ส (V_{gs})

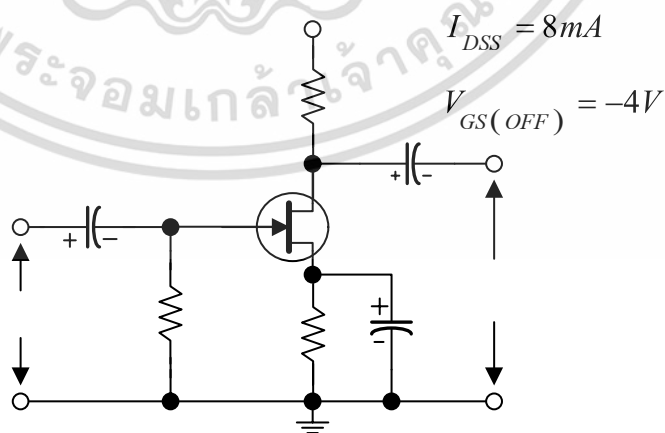


รูปที่ จ-25 วงจรสมมูลทางไฟสลัของเฟต

3.2.1 พารามิเตอร์ของเฟตในวงจรรขยายสัญญาณขนาดเล็ก (AC Small-Signal Operation)

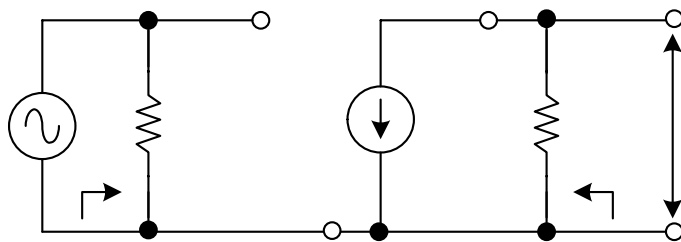
จากวงจรมูลของเฟตรูปที่ 3.6 จะใช้ในการวิเคราะห์หาค่าคุณสมบัติของวงจรรขยายสัญญาณไฟสลัขนาดเล็กได้แก่ อัตราขยายแรงดัน (A_v) อินพุตอิมพีแดนซ์ (Z_{in}) และเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ (Z_{out}) และอัตราขยายกระแส (A_i)

พิจารณาจากรูปที่ 3.6 (ก) จะได้วงจรมูลทางไฟสลัดังรูปที่ 3.6 (ข) ตัวเก็บประจุจะถูกละทิ้งเนื่องจากเป็นวิเคราะห์การทำงานทางไฟสลั



(ก) วงจรรขยายสัญญาณที่ใช้เฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



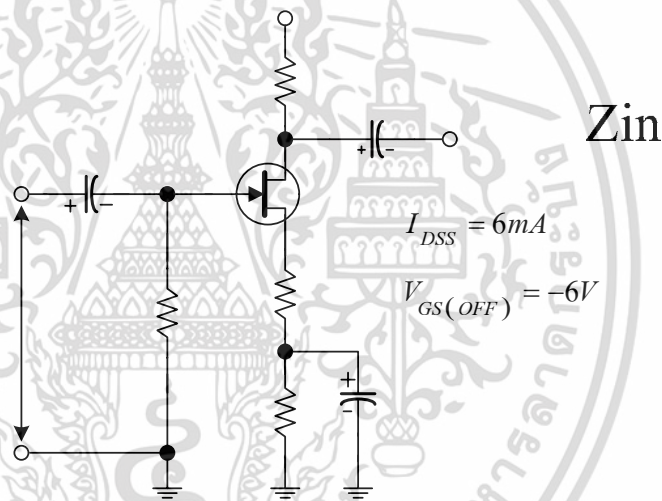
(ข) วงจรสมมูลทางไฟสลับของวงจร

รูปที่ ๓-26 วงจรขยายทางไฟสลับของเฟต

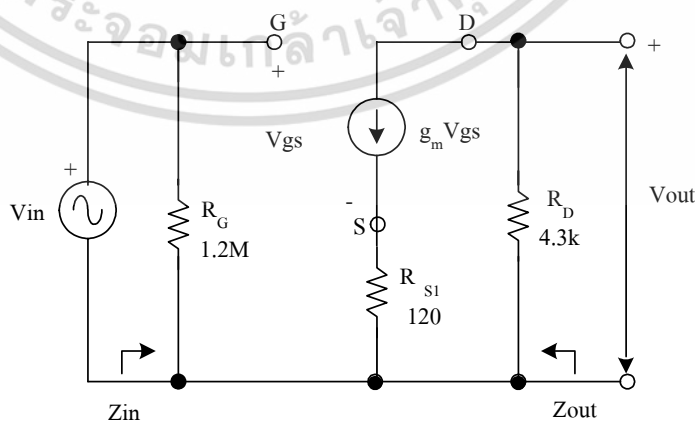
ก. วงจรขยายซอร์สรวม

วงจรขยายแบบนี้จะมีการบายพาสที่ซอร์สแสดงได้ดังรูปที่ 3.7 (ก) และวงจรสมมูลทางไฟสลับแสดงในรูปที่ 3.7 (ข) สมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราขยายแรงดัน A_v คือ

$$R_G = 1M\Omega$$



(ก) วงจรขยายสัญญาณ



(ข) วงจรสมมูลทางไฟสลับ

รูปที่ ๓-27 วงจรขยายสัญญาณของเฟตที่มีตัวต้านทานที่ซอร์ส

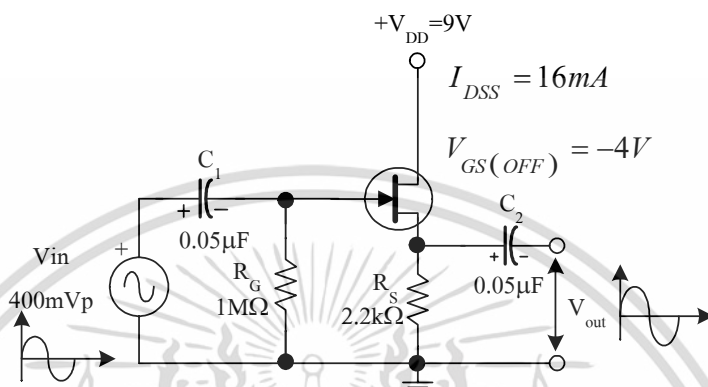
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_1$$

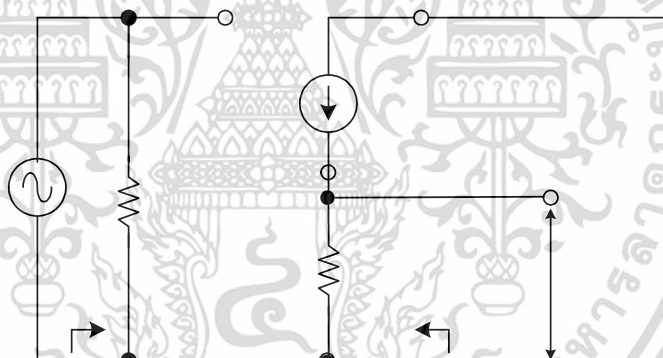
$$0.05\mu F$$

ข. วงจรขยายเดรนร่วม

วงจรขยายสัญญาณแบบนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.8 ลักษณะจะเหมือนกันกับวงจรขยายคอลเล็กเตอร์ร่วมของทรานซิสเตอร์ อัตราขยายแรงดันของวงจรจะมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง หรือประมาณเท่ากับหนึ่ง ($A_v \leq 1$) โดยเฟสของสัญญาณเอาต์พุตกับอินพุตมีลักษณะเหมือนกัน และวงจรนี้จะมีค่าความต้านทานทางอินพุตสูง แต่มีความต้านทานทางเอาต์พุตมีค่าต่ำ



(ก) วงจรขยายสัญญาณเดรนร่วม

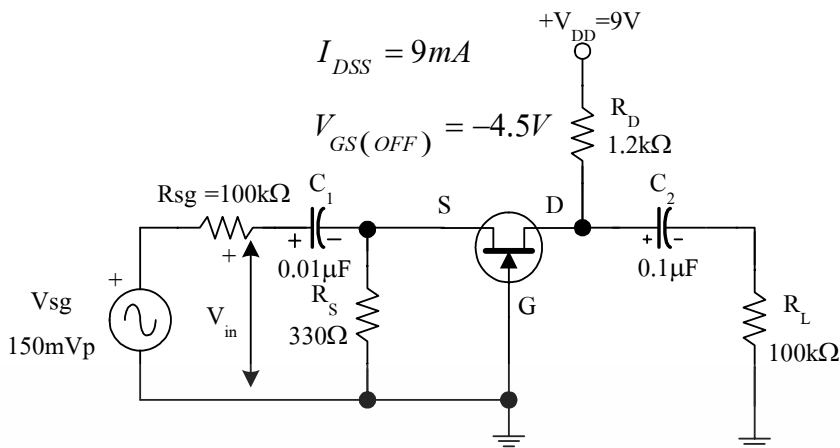


(ข) วงจรสมมูลทางไฟสลับ

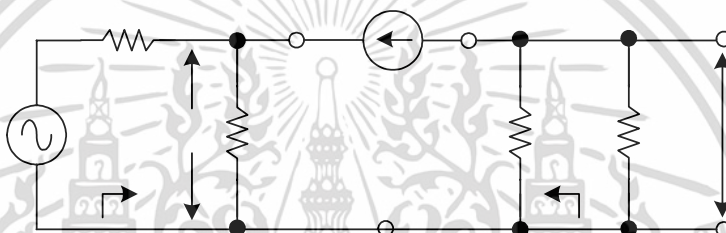
รูปที่ จ-28 วงจรขยายเดรนร่วม

ค. วงจรขยายเกตร่วม

วงจรขยายสัญญาณแบบนี้จะจ่ายสัญญาณอินพุตเข้าที่ขาซอร์ส สัญญาณเอาต์พุตออกที่เดรน โดยที่เกตเป็นจุดร่วมทำให้มีค่าความต้านทานทางอินพุตต่ำ เฟสของสัญญาณแรงดันอินพุตกับเอาต์พุตจะกลับเฟส และค่าความต้านทานทางเอาต์พุตของวงจรนี้จะมีลักษณะเช่นเดียวกับวงจรขยายแบบซอร์สร่วม



(ก) วงจรขยายสัญญาณเกิดร่วม



(ข) วงจรสมมูลทางไฟสลับ

รูปที่ จ-29 วงจรขยายเกิดร่วม

หน่วยที่ 4 วงจรขยายผลต่าง (Differential Amplifier)

ในวงจรขยายสัญญาณทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณประเภทแอกทิฟ ได้แก่ ทรานซิสเตอร์ (BJT) และเฟต (FET) ที่นำมาประกอบรวมเข้าด้วยกันเป็นอุปกรณ์ชิ้นเดียวที่เรียกว่า วงจรรวม (Integrated Circuits) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการขยายทั้งแรงดัน และกระแส หรือเป็นอุปกรณ์ขยายกำลังนั่นเอง หรืออาจจะนำไปใช้ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance Transformation) ปัจจุบันอุปกรณ์ประเภทวงจรรวมนี้ นิยมนำมาใช้เป็นวงจรขยายสัญญาณต่างๆ เช่น วงจรขยายสัญญาณความถี่ต่ำ วงจรขยายสัญญาณเสียง วงจรขยายสัญญาณวิดีโอ วงจรขยายสัญญาณอุตสาหกรรม และวงจรขยายสัญญาณความถี่วิทยุ เป็นต้น ซึ่งวงจรขยายสัญญาณเหล่านี้ จะพิจารณาที่ย่านความถี่ที่ใช้งานคือวงจรขยายสัญญาณขนาดเล็ก และวงจรขยายสัญญาณที่มีความแรงมากๆ

150mVp

R_i
100kΩ

V_i

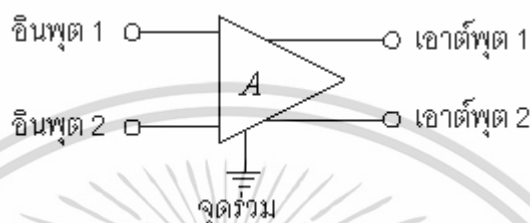
V_{in}

R_s

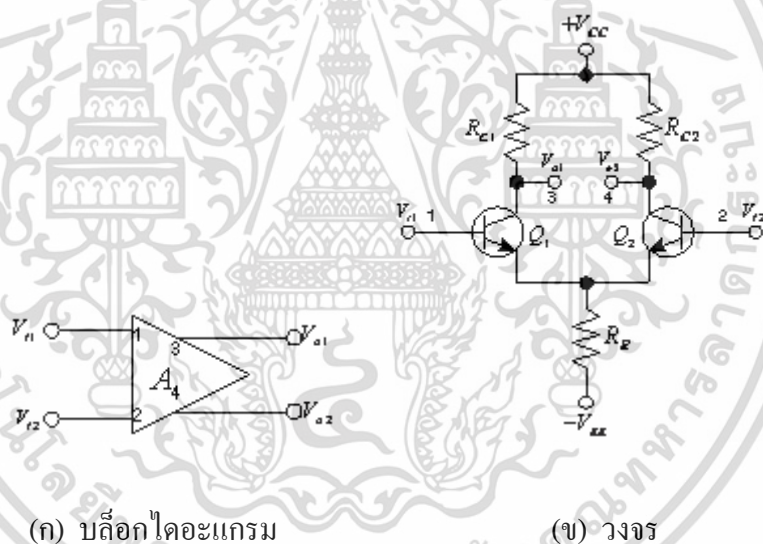
330 Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร Z_{in} ที่มีการนำไปใช้

วงจรขยายผลต่างเป็นวงจรที่ประกอบด้วยสัญญาณอินพุต 2 สัญญาณ และสัญญาณเอาต์พุต 2 สัญญาณ แสดงได้ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งจะแสดงสัญลักษณ์ของวงจรขยายผลต่าง และจะแยกสัญญาณอินพุต (ขา 1 และขา 2) กับเอาต์พุตออกจากกัน (ขา 3 และขา 4) ถ้าพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอินพุตกับเอาต์พุตของวงจรรูปที่ 4.1 นี้ จะพบว่าจุดร่วม (Ground) จะเป็นจุดร่วมทั้งทางอินพุตและเอาต์พุต ซึ่งจะเปรียบเทียบสัญญาณจะต้องเปรียบเทียบกับจุดร่วมนี้ ทั้งทางอินพุตและเอาต์พุต



รูปที่ 4.1 แสดงสัญลักษณ์ของวงจรขยายผลต่าง



(ก) บล็อกไดอะแกรม

(ข) วงจร

รูปที่ จ-30 วงจรขยายผลต่างพื้นฐาน

จากรูปที่ 4.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมและวงจรขยายผลต่างพื้นฐาน ถ้าพิจารณาในรูปที่ 4.2(ข) สัญญาณอินพุตทั้งสองคือ V_{i1} (ขา 1) และ V_{i2} (ขา 2) สัญญาณเอาต์พุตทั้งสอง คือ V_{o1} (ขา 3) และ V_{o2} (ขา 4) โดยที่สัญญาณอินพุตทั้งสองจะป้อนให้กับเบสของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัว (Q_1 และ Q_2) และใช้อิมิตเตอร์ร่วมกัน

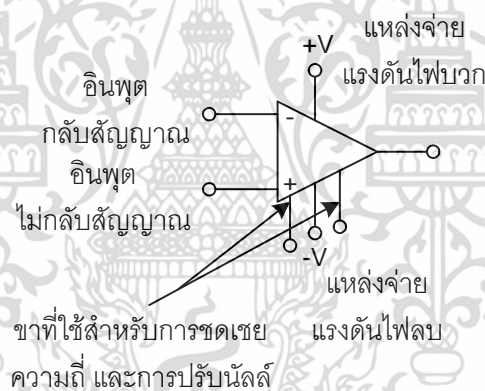
หน่วยที่ 5 ออปแอมป์

5.1 คุณสมบัติของออปแอมป์

ออปเปอร์เรชันนอลแอมพลิไฟเออร์ (Operational Amplifier) นิยมเรียกโดยทั่วไปว่า ออปแอมป์ (Op-Amp) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบเป็นพิเศษ โดยรวมวงจรถอดิเล็กทรอนิกส์หลายๆ วงจรเข้าด้วยกัน โดยหน้าที่หลักคือทำหน้าที่ขยายแบบดิเฟอเรนเชียลทั้งแรงดันและกระแส หรือนำมาใช้งานทางด้านการ

คุณสมบัติที่สำคัญของออปแอมป์ ได้แก่

- 1) อินพุตอิมพีแดนซ์มีค่าสูงมาก ($R_{in} \cong \infty$)
- 2) อัตราขยายวงเปิดมีค่าสูงมาก ($A_v \cong \infty$)
- 3) เอาต์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าต่ำมาก ($R_{out} \cong 0$)
- 4) แบนด์วิธมีค่าเป็นอนันต์ ($BW \cong \infty$)
- 5) แรงดันเอาต์พุตจะเท่ากับศูนย์ เมื่อแรงดันอินพุตมีค่าเป็นศูนย์



รูปที่ จ-31 สัญลักษณ์ออปแอมป์

5.2 พารามิเตอร์ของออปแอมป์

- 1) อินพุตอิมพีแดนซ์ (Input Impedance)
- 2) เอาต์พุตอิมพีแดนซ์ (Output Impedance)
- 3) กระแสไบแอสอินพุต (Input Bias Current)
- 4) แรงดันออฟเซตเอาต์พุต (Output Offset Voltage)
- 5) กระแสออฟเซตอินพุต (Input Offset Current)
- 6) แรงดันออฟเซตอินพุต (Input Offset Voltage)
- 7) ผลของอุณหภูมิ (Effects of Temperature)
- 8) การปรับแรงดันออฟเซตบัลลัส (Offset Null)

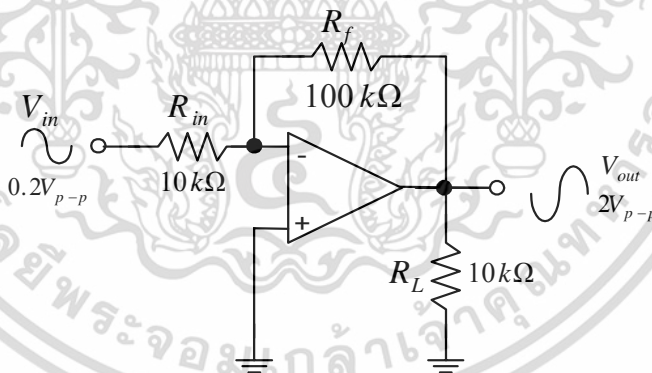
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 9) อัตราการสลับ (Slew Rate)
- 10) การชดเชยความถี่ (Frequency Compensation)
- 11) การตอบสนองต่อความถี่ (Frequency Response)
- 12) ผลคูณระหว่างแบนด์วิธกับอัตราขยาย (Gain - Bandwidth Product)
- 13) สัญญาณรบกวน (Noise)
- 14) อัตราส่วนการขจัดโมดร่วม (Common Mode Rejection Ratio : CMRR)
- 15) การป้องกันการลัดวงจร (Short - Circuit Protection)
- 16) ข้อจำกัดด้านไฟฟ้า (Electrical Limitations)

5.3 วงจรพื้นฐานของออปแอมป์

5.3.1 วงจรขยายกลับสัญญาณ (Inverting Amplifier Circuits)

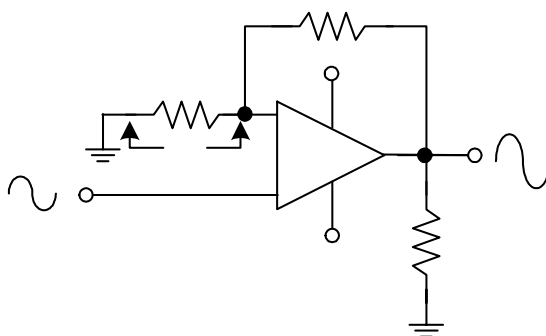
วงจขยายแบบนี้หมายถึงวงจรที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณแรงดัน หรือกระแสที่มีขนาดเล็ก ด้านอินพุตให้มีขนาดมากขึ้นด้านเอาต์พุต และเฟสของสัญญาณจะต่างเฟสกับสัญญาณอินพุต 180 องศา วงจขยายที่ใช้ออปแอมป์ จะมีอัตราขยายเป็นแบบลิเนียร์ และสัญญาณเอาต์พุตจะถูกควบคุมโดยสัญญาณอินพุต วงจขยายกลับสัญญาณพื้นฐานแสดงได้ดังรูปที่ 6.6



รูปที่ จ-32 วงจรขยายกลับสัญญาณ

5.3.2 วงจรขยายไม่กลับสัญญาณ (Non-inverting Amplifier Circuits)

วงจขยายไม่กลับสัญญาณของออปแอมป์แสดงได้ดังรูปที่ 6.8 จากรูปวงจนี้ การควบคุมอัตราขยายโดยการป้อนกลับสัญญาณเข้าที่อินพุตขั้วกลับสัญญาณ โดยที่แรงดัน V_{in} ป้อนกลับเข้าที่ขั้วไม่กลับสัญญาณ สำหรับวงจนี้ แรงดันเอาต์พุตจะมีเฟสเดียวกันกับแรงดันอินพุต

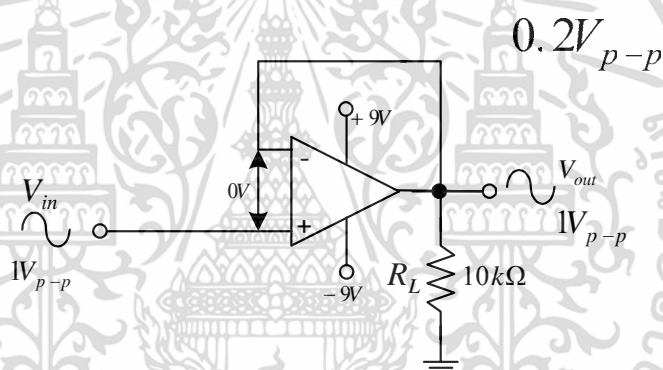


รูปที่ จ-33 วงจรขยายไม่กลับสัญญาณ

$$R_{in} = 10k\Omega$$

5.3.3 วงจรตามแรงดัน (Voltage Follower Circuits)

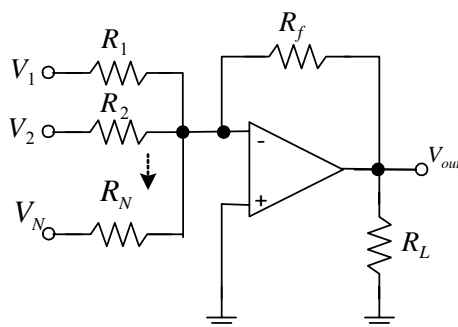
วงจรตามแรงดันหมายถึงวงจรที่มีอัตราขยายเท่ากับ 1 หรือแรงดันเอาต์พุตจะมีค่าเท่ากับ V_{in} หรือต่ำกว่าแรงดันอินพุต ทำให้สามารถแยกอิมพีแดนซ์ระหว่างอินพุต กับเอาต์พุตได้ ออปแอมป์ที่ทำหน้าที่เป็นวงจรตามแรงดัน แสดงได้ดังรูปที่ 6.9



รูปที่ จ-34 วงจรตามแรงดัน

5.3.4 วงจรขยายรวมแรงดัน (Voltage Summing Amplifier Circuits)

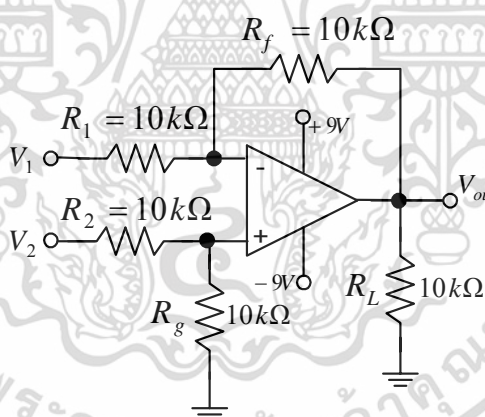
วงจรรวมแรงดันแบบนี้จะใช้วงจรรวมกลับสัญญาณที่มีจำนวนตัวด้านทานอินพุตต่อเข้าที่ขากลับสัญญาณหลายๆ ตัว แสดงได้ดังรูปที่ 6.11 วงจรรวมสัญญาณ หรือเรียกว่าวงจรรวมแอนะล็อก (Analog Adder) แรงดันเอาต์พุตจะมีลักษณะตรงข้าม และเท่ากับผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันแต่ละแรงดันอินพุต คูณกับอัตราส่วนระหว่างตัวด้านทานอินพุต กับตัวด้านทานป้อนกลับ



รูปที่ จ-35 วงจรขยายรวมแรงดัน

5.3.5 วงจรขยายความแตกต่างแรงดัน (Voltage Difference Amplifier Circuits)

วงจรขยายความแตกต่างแรงดันมีลักษณะคล้ายกับวงจรเปรียบเทียบ (Comparator Circuit) โดยที่อินพุตทั้งสองของออปแอมป์จะทำหน้าที่ตรวจสอบข้อของแรงดันความแตกต่างระหว่างอินพุตทั้งสอง วงจรนี้จะมีการควบคุมอัตราขยายเป็นวงปิด ทำให้แรงดันเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงตามแรงดันอินพุต ถ้าค่าความต้านทานในวงจรนี้มีค่าเท่ากันหมดทุกตัว วงจรนี้จะทำหน้าที่เป็นวงจรลบแรงดัน (Voltage Sub tractor Circuit)



รูปที่ จ-36 วงจรขยายความแตกต่างแรงดัน

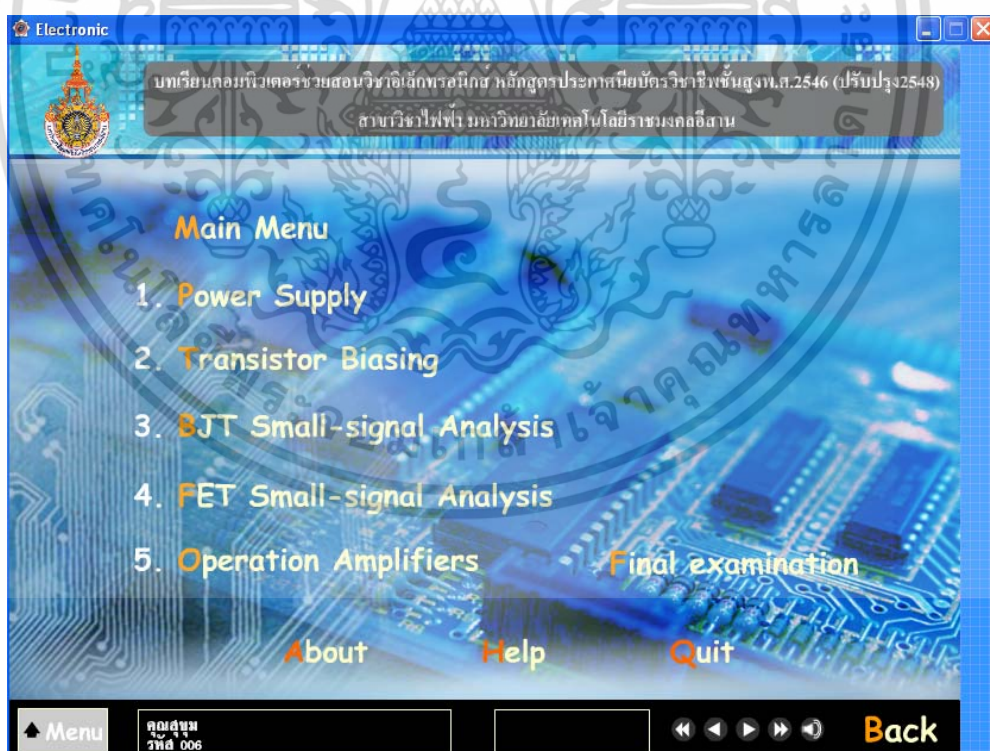
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ-1 แสดงตัวอย่างหน้าจอที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ ฉ-2 แสดงตัวอย่างหน้าจอที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electronic

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 (ปรับปรุง 2548)
สาขาวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลักษณะรายวิชา

รหัสและชื่อวิชา	04-211-210 อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics)
สภาพรายวิชา	วิชาชีพเลือก ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า
ระดับรายวิชา	ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1
พื้นฐาน	—
เวลาศึกษา	90 คาบเรียน ตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ และ ปฏิบัติ 3 คาบ ต่อสัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 2 ชั่วโมง ต่อ สัปดาห์
จำนวนหน่วยกิต	3 หน่วยกิต

Menu คณบดี ชม 006 Back

รูปที่ ๓-3 แสดงตัวอย่างหน้าจอที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

Electronic

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2546 (ปรับปรุง 2548)
สาขาวิชาไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

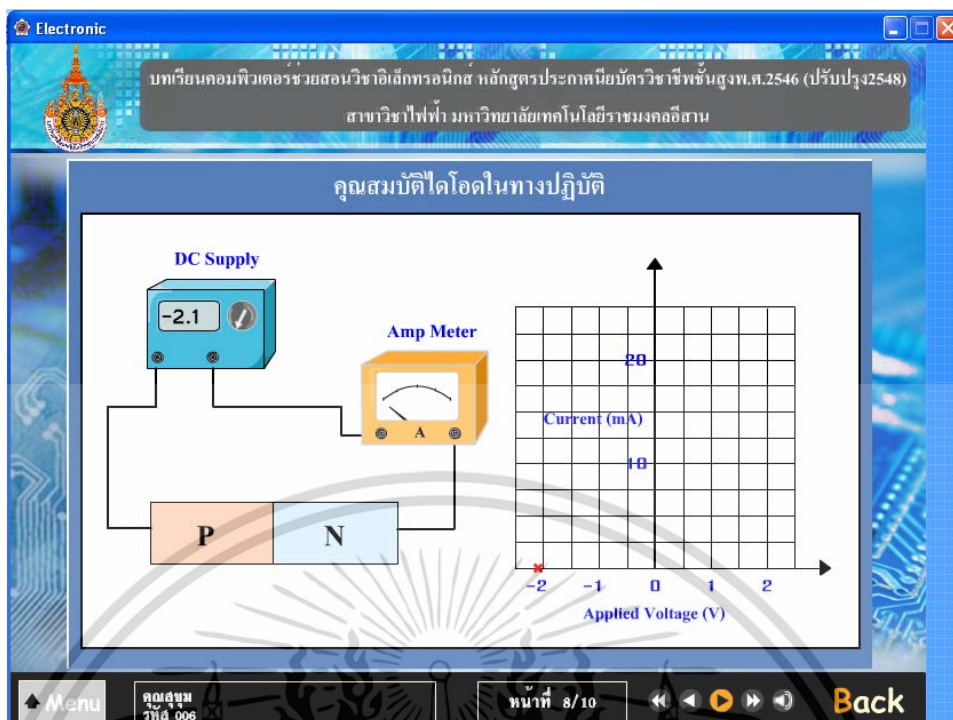
บทที่ 2. การให้ไบอัสอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

แบบทดสอบก่อนเรียน	จุดประสงค์การสอน
2.1 เนื้อหาคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์	2.3 เนื้อหาคุณสมบัติของเฟลด์
2.1.1 อธิบายโครงสร้างของทรานซิสเตอร์	2.3.1 อธิบายโครงสร้างของเฟลด์
2.1.2 อธิบายการทำงานของทรานซิสเตอร์	2.3.2 อธิบายการทำงานของเฟลด์
2.1.3 อธิบายโครงสร้างของวงจรรวมทรานซิสเตอร์	2.3.3 อธิบายคุณสมบัติและพารามิเตอร์ของเฟลด์
2.2 จำนวนการให้ไบอัสทรานซิสเตอร์	2.4 จำนวนการให้ไบอัสไฟตรงเฟลด์
2.2.1 จำนวนการให้ไฟตรงวงจรอินพุตรวม	2.4.1 จำนวน การให้ไบอัสแบบคงที่
2.2.2 จำนวนการให้ไบอัสไฟตรงวงจรเบสรวม	2.4.2 จำนวนการให้ไบอัสตัวเอง
2.2.3 จำนวนการให้ไบอัสไฟตรงวงจรคอปเปลีเตอร์รวม	2.4.3 จำนวนการให้ไบอัสแบบเบงแรงดัน
	2.4.4 ค่าพหุคูณค่าคงที่ การให้ไบอัสแบบดิฟเฟอเรนเชียล
	2.4.5 จำนวนพหุคูณค่าคงที่ การให้ไบอัสอินฮานเซนเมนต์

Menu คณบดี ชม 006 Back

รูปที่ ๓-4 แสดงตัวอย่างหน้าจอที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑-5 แสดงตัวอย่างหน้าจอที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ ๑-6 แสดงตัวอย่างหน้าจอที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายสุชุม จุฬาทศศิริรัตน์
วัน/เดือน/ปีเกิด	14 กรกฎาคม 2520
สถานที่เกิด	ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านพังโคน ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ในมหาวิทยาลัย
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ. 2530 สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จากโรงเรียน พังโคนจำปาสามัคคีวิทยา อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ปี พ.ศ. 2533 สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 จากโรงเรียน พังโคนวิทยาคม อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ปี พ.ศ. 2536 สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชา อิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์-คอมพิวเตอร์ จากสถาบัน เทคโนโลยีราชมงคลขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี (วศ.บ.) สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2552 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายสุขุม จุฬางครศิริรัตน์
วัน/เดือน/ปีเกิด	14 กรกฎาคม 2520
สถานที่เกิด	ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านพังโคน ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ในมหาวิทยาลัย
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ. 2530 สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จากโรงเรียน พังโคนจำปาสามัคคีวิทยา อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ปี พ.ศ. 2533 สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 จากโรงเรียน พังโคนวิทยาคม อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ปี พ.ศ. 2536 สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชา อิเล็กทรอนิกส์ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์-คอมพิวเตอร์ จากสถาบัน เทคโนโลยีราชมงคลขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี (วศ.บ.) สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2552 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้