การพัฒนาโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

DEVELOPMENT OF BASIC ELECTRONIC CIRCUITS DRAWING AND CALCULATION PROGRAM

ทนงศักดิ์ สุวรรณปัทมะ

THANONGSAK SUVANNAPATAMA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-ED-M-231-126

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

DEVELOPMENT OF BASIC ELECTRONIC CIRCUITS DRAWING AND CALCULATION PROGRAM

ทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม

THANONGSAK SUVANNAPATAMA

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81300
วัน,เดือน,ปี 10 มิ.ย. 2551

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMILT-2008-ED-M-231-126

DEVELOPMENT OF BASIC ELECTRONIC CIRCUITS DRAWING AND CALCULATION PROGRAM

THANONGSAK SUVANNAPATAMA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION IN ELECTRICAL

COMMUNICATIONS ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMILT-2008-ED-M-231-126

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

Development of Basic Electronic Circuits Drawing and Calculation Program

ชื่อนักศึกษา นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม

รหัสประจำตัว 46065521

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	
รศ.ดร.สุรสิทธิ์	ราตรี	
ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	
ผศ.กิติพงศ์	มะโน	
รศ.ดร.กัลยาณี	จิตต์การุณย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 22 กุมภาพันธ์ 2551 เวลา 11.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....1.....**เดือน**.....พฤษภาคม.....**พ.ศ.**.....2551.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
นักศึกษา	นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม
รหัสประจำตัว	46065521
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยอาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา และวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศจำนวนรวมทั้งสิ้น 20 ท่านใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ โปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการพัฒนาโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสามารถสรุปได้ดังนี้

1.) คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมีระดับคุณภาพดี ($\overline{X}$ = 4.16, S.D. = 0.47)

2.) คุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จากการประเมินของอาจารย์กลุ่มตัวอย่างมีระดับคุณภาพดีมาก ($\overline{X}$ = 4.51, S.D. = 0.63)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of Basic Electronic Circuits Drawing and Calculation Program
Student	Mr.Thanongsak Suvannapatama
Student ID.	46065521
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2008
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Surasit Ratree
Thesis Co-Advisor	Dr. Somchai Maunsaiyat

ABSTRACT

This research aimed to develop basic electronic circuits drawing and calculation program and to find the quality of the basic electronic circuits drawing and calculation program.

The sample was 20 electronics teacher from 2 technical colleges. The selection of sample was done by purposeful method.

The method of research was done by the samples were used the program until they familiar with them. Then the questionnaires ware given to the samples asking them to evaluate the quality of program.

The research results as follow:

1.) The results of program evaluated by the experts were at the good level ($\overline{X}$ = 4.16, S.D. = 0.47)

2.) The results of program evaluated by the teachers were at the very good level ($\overline{X}$ = 4.51, S.D. = 0.63)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และช่วยตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่งรวมทั้ง ภรรยาและบุตร ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

1.3 สมมุติฐานการวิจัย.....2

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....4

บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1 ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน.....5

2.2 รายชื่อวิชาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์.....18

2.3 คำอธิบายรายวิชาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์.....20

2.4 ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....24

2.5 ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือน.....27

2.6 ภาษา Visual Basic.....31

2.7 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ.....33

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....34

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....37

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....37

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น.....37
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลประเมินคุณภาพโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับกลุ่มตัวอย่าง.....42
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....42

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....44
4.1 การประเมินคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ.....44
4.2 การประเมินคุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจากการประเมินของอาจารย์กลุ่มตัวอย่าง.....45

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....47
5.1 สรุปผลการวิจัย.....47
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....49
5.3 ข้อเสนอแนะ.....49

บรรณานุกรม.....51

ภาคผนวก.....53
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....54
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....64
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน.....72

ประวัติผู้เขียน.....79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน.....44

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ได้จากการประเมินของอาจารย์กลุ่มตัวอย่าง.....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 สัญลักษณ์ของไดโอดและทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าเมื่อไดโอดได้รับไบแอสตรงและแรงดันตกคร่อมไดโอดขณะได้รับไบแอสตรงและไบแอสกลับ....6

2.2 กราฟลักษณะสมบัติของไดโอดชนิดรอยต่อ....6

2.3 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ PNP....7

2.4 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์....8

2.5 การไบแอสทรานซิสเตอร์....8

2.6 การไหลของกระแสไฟฟ้า (Electron) ภายในรอยต่อของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เมื่อได้รับไบเอส....9

2.7 โมเดลของทรานซิสเตอร์ NPN และ PNP และทิศทางของกระแส I_E, I_C, I_B ที่เกิดจากการไบแอสที่ถูกต้อง....11

2.8 วงจรการไบแอสทรานซิสเตอร์ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง V_{BB} และ V_{CC}....12

2.9 เอสซีอาร์ (Copyright of Motorola, Inc)....14

2.10 วงจรสมมูลของเอสซีอาร์....14

2.11 กระบวนการจุดชนวนให้เอสซีอาร์นำกระแส....15

2.12 กราฟลักษณะสมบัติของเอสซีอาร์....16

3.1 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น....39

3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์....41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

การเรียนการสอนด้านสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรการอาชีวศึกษานั้น นอกจากเรียนภาคทฤษฎีแล้วนักศึกษามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกภาคปฏิบัติ เพื่อพิสูจน์ผลทางทฤษฎี และเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีที่เรียนมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาด้านอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น การเรียนการสอนด้านสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ภาคปฏิบัติมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือราคาแพง และวัสดุสิ้นเปลืองต่างๆ ในการทำการทดลอง เช่น ออสซิลโลสโคป ทรานซิสเตอร์ เฟต รีซิสเตอร์ และไดโอด เป็นต้น โดยปกติทั่วไป จะต้องทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ตามเนื้อหาวิชานั้นๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้งบประมาณในการจัดหาจำนวนมาก ดังนั้น หากสถานศึกษามีงบประมาณไม่เพียงพอ ก็อาจจะเป็นเหตุให้มีข้อจำกัดหลายประการ ทำให้การเรียนการสอนไม่สามารถดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น จำนวนห้องปฏิบัติการเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ไม่เพียงพอ ไม่ทันสมัย เวลาในการเรียนการสอนไม่พอเพียง หรือนักศึกษาทำการทดลอง ผิดพลาดเป็นเหตุให้เครื่องมือหรือ อุปกรณ์เกิดความเสียหาย เป็นต้น

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่ จะนำโปรแกรม Visual Basic มาเป็นพัฒนาโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ทั้งนี้โปรแกรม Visual Basic กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากง่ายต่อการเรียนรู้ ทั้งในเรื่องไวยากรณ์ของภาษาเองและเครื่องมือการใช้งาน ความนิยมของตัวภาษา โดยอาจกล่าวได้ว่าภาษา Basic นั้น เป็นภาษาที่มีคนเรียนรู้และใช้งานมากที่สุดในประวัติศาสตร์ของคอมพิวเตอร์ อีกทั้งผู้ผลิตได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพในด้านของตัวภาษาและความเร็วของการประมวลผล และในเรื่องของความสามารถใหม่ ๆ เช่น การติดต่อกับระบบฐานข้อมูล การเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เป็นต้น ด้วยความสามารถของโปรแกรม Visual Basic นี้เอง ผู้วิจัยจึงนำมาพัฒนาเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำลอง ซึ่งจะช่วยในการทำให้โปรแกรมสามารถที่จะทำงานในลักษณะโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ เก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล

โปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจะจำลองคุณลักษณะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดจำนวน 9 ชนิด แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2 ชนิดและสามารถเรียกมาใช้งานได้อย่างสะดวกด้วยรูปแบบหน้าจอที่ง่ายต่อการใช้งาน (Graphic User Interface) เมื่อผู้ใช้เรียกอุปกรณ์ตัวใดขึ้นมาเพื่อแสดงแล้ว โปรแกรมสามารถที่จะแสดงภาพสัญลักษณ์ตัวอุปกรณ์ได้ อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถเคลื่อนที่ได้ โดยควบคุมจากเมาส์เพื่อนำไปประกอบเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์ พื้นฐาน สามารถป้อนค่าให้แก่อุปกรณ์และป้อนสมการผ่านทางแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และป้อนสมการผ่านทางแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ โดยอุปกรณ์ที่ได้รับค่าดังกล่าวแล้วจะนำค่าไปคำนวณหา ผลลัพธ์ของสมการทางไฟฟ้าได้อย่างสอดคล้อง ตามคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นเป็นต้น

โปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสามารถจะใช้เป็นเครื่องมือให้แก่อาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และนักพัฒนาโปรแกรมทางด้านการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ตลอดจนผู้สนใจนำไปประยุกต์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สัญลักษณ์ คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานต่างๆ และการทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานต่างๆ ด้วยโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์จริง อีกทั้งยังสามารถเรียนรู้ และทำการทดลองต่างๆ โดยไม่จำกัดสถานที่ได้อีกด้วย จึงเป็นการอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนและ ลดค่าใช้จ่ายได้เป็นอย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.2.2 เพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นโดยผู้ทรง คุณวุฒิ

1.2.3 เพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นโดยกลุ่มตัวอย่าง

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นโดยการประเมิน จากกลุ่มตัวอย่างมีคุณภาพจัดอยู่ในระดับดี ($\overline{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผู้วิจัยใช้โปรแกรมต่างๆ เช่น Visual Basic เป็นโปรแกรมหลักในการสร้างการตอบสนองให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โปรแกรม Microsoft Excel ในการจัดเก็บข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมด้านกราฟิกต่างๆ ในการสร้างภาพตัวอุปกรณ์ สำหรับกระบวนการพัฒนาโปรแกรมผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของ จรณิต แก้วกังวาล (2540 : 72-74) ที่ก่อให้เกิดเป็นกระบวนการพัฒนาแบบ Water fall ทำให้เกิดเป็นวงจรชีวิตของโปรแกรม (Software life cycle) มีด้วยกัน 5 ขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1 การวิเคราะห์ และกำหนดขอบเขตงาน (Requirement analysis and definition)

1.4.2 การออกแบบระบบ และโปรแกรม (System and software design)

1.4.3 การกำหนดสร้าง และทดสอบหน่วยย่อย (Implementation and unit testing)

1.4.4 การเชื่อมโยง และการทดสอบทั้งระบบ (Integration and system testing)

1.4.5 การติดตั้งใช้งาน และการบำรุงรักษา (Operation and maintenance)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คืออาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คืออาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา และวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศจำนวนรวมทั้งสิ้น 20 ท่าน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และการสุ่มอย่างง่าย

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาคือ คุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.5.3 โปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่สร้างขึ้นมีความสามารถดังนี้

1) แสดงภาพสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ และสามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้เมาส์ควบคุม

2) สามารถกำหนดค่าตัวแปร และชื่อของอุปกรณ์ ได้

3) สามารถนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่แสดงเชื่อมต่อกันเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานตามที่กำหนดได้

4) สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับโปรแกรมอื่นๆผ่านระบบฐานข้อมูล MS Excel ได้

1.5.4 โปรแกรมประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานจำนวน 9 ชนิดมีดังนี้คือ

1.) ไดโอด

2.) ไดโอดเปล่งแสง

3.) ซีเนอร์ไดอด

4.) ทรานซิสเตอร์ (NPN และ PNP)

5.) เอสซีอาร์

6.) รีซิสเตอร์

7.) รีซิสเตอร์ปรับค่าได้

8.) รีเลย์

9.) สวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.5 โปรแกรมประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2 ชนิด ได้แก่

1) แหล่งจ่ายแรงดัน (Voltage Source)

2) แหล่งจ่ายกระแส (Current Source)

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 โปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นหมายถึง โปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงภาพสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ สามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้เมาส์ควบคุม กำหนดค่าตัวแปร และชื่อของอุปกรณ์ เชื่อมต่อกันเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานตามที่กำหนด อีกทั้งยังสามารถ แลกเปลี่ยนข้อมูลกับโปรแกรมอื่นได้

1.6.2 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Circuit) หมายถึง วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวน 9 ชนิดและแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2 ชนิด

1.6.2.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวน 9 ชนิดได้แก่ ไดโอด ไดโอดเปล่งแสง ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ (NPN และ PNP) เอสซีอาร์ รีซิสเตอร์ รีซิสเตอร์ปรับค่าได้ รีเลย์ และสวิทช์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วาดและคำนวณแทนอุปกรณ์จริง

1.6.2.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2 ชนิดได้แก่ แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง และแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

1.6.3 อาจารย์ หมายถึง อาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา และวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ

1.6.4 คุณภาพของโปรแกรม หมายถึง ระดับคะแนนคุณภาพที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ และกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง โปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารต่างๆ เช่น หนังสือ และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ดังรายละเอียดที่นำเสนอตามลำดับดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

2.2 รายชื่อวิชาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

2.3 คำอธิบายรายวิชาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

2.4 ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.5 ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือน

2.6 ภาษา Visual Basic

2.7 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

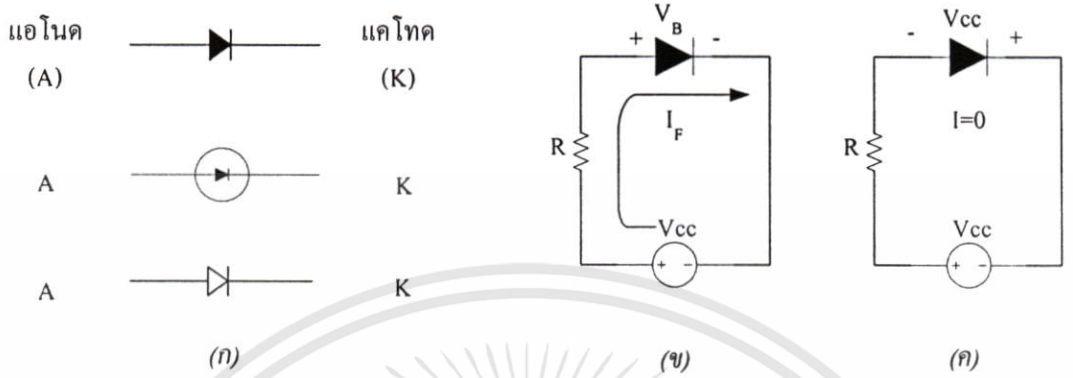
นภัทร วัจนเทพินทร์ (2545 : 7) อธิบายไว้ดังนี้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เอสซีอาร์ หรืออุปกรณ์จำพวกวงจรรวม ล้วนมีโครงสร้างมาจากวัสดุสารกึ่งตัวนำทั้งสิ้น การศึกษาการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ศึกษาต้องมีความเข้าใจถึงโครงสร้างของอะตอม และโครงสร้างของวัสดุสารกึ่งตัวนำที่นิยมใช้ คือ ซิลิคอน และเจอร์เมเนียม อีกทั้งต้องเข้าใจถึงคุณลักษณะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.1.1 ไดโอด (Diode)

ไดโอด คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีโครงสร้างมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดพี และเอ็น มีหนึ่งรอยต่อไดโอดเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมาก และมีใช้กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ไดโอดทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงนี้จำเป็นต้องมีเพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ

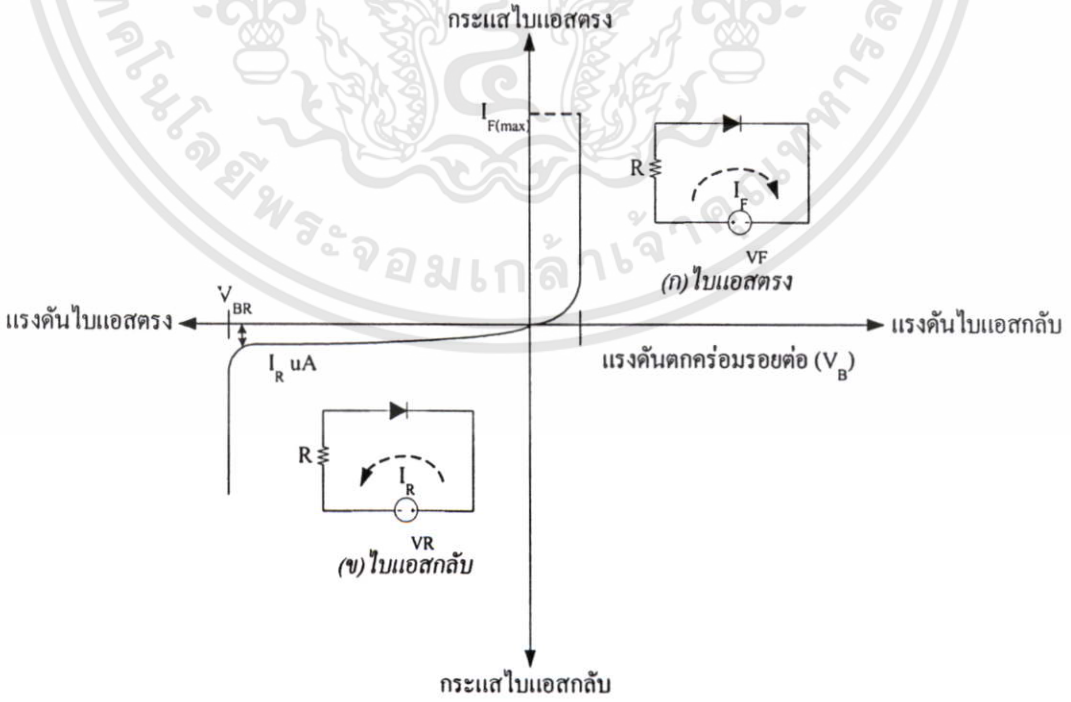
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์ของไดโอด (Diode Symbol) โดยทั่วไปประกอบด้วยหัวลูกศรเป็นรูปขั้ว แอโนด (A) และด้านหนึ่งเป็นขั้วแคโทด (K) หัวลูกศรนั้นแสดงให้เห็นว่ากระแสจะไหลจากขั้วแอโนดไปสู่ขั้วแคโทด (ไหลจากสารพีไปยังสารเอ็นในสภาวะได้รับไบแอสตรง) ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 (ก) สัญลักษณ์ของไดโอด (ข) ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า เมื่อไดโอดได้รับไบแอสตรง และ(ค) แรงดันตกคร่อมไดโอดขณะได้รับไบแอสตรงและไบแอสกลับ

สำหรับลักษณะสมบัติของไดโอด สามารถคำนวณได้จากการให้ไบแอสตรงและไบแอสกลับให้กับไดโอดชนิดรอยต่อ ไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรงจะเกิดกระแสไหลผ่านไดโอดได้ในทิศทางจากรอยต่อพีไปยังรอยต่อเอ็น กระแสดังกล่าวเรียกว่า กระแสไบแอสตรง (I_F , Forward Current) และแรงดันดังกล่าวเรียกว่า แรงดันไบแอสตรง (V_F , Forward Voltage) ดังรูปที่ 2.2



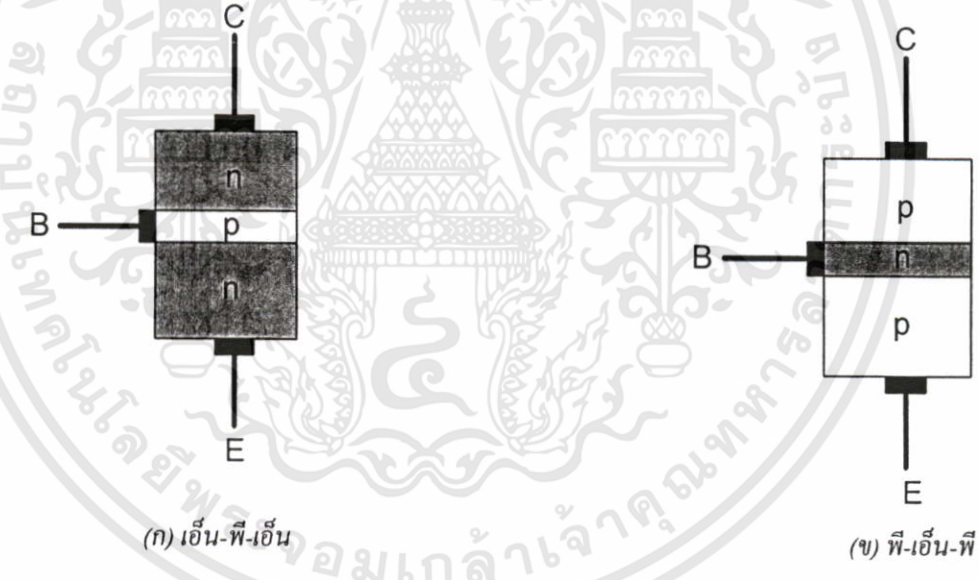
รูปที่ 2.2 กราฟลักษณะสมบัติของไดโอดชนิดรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ[illegible]ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ทรานซิสเตอร์ ชนิดสองรอยต่อ

ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อถูกค้นพบครั้งแรกโดยคณะทำงานของห้องปฏิบัติการของบริษัทเบลเทเลโฟน ในปี ค.ศ.1947 นับได้ว่าเป็นการปลุกโลกของวิวัฒนาการการสร้างอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อเรียกด้วยตัวย่อว่า BJT (Bipolar Junction Transistor) ทรานซิสเตอร์ถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น วงจรขยายในเครื่องรับวิทยุและเครื่องรับโทรทัศน์ หรือนำไปใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เช่น เปิด-ปิดรีเลย์ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ เป็นต้น

โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิดสองรอยต่อหรือ BJT นี้ประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นต่อกัน โดยการเติมสารเจือปนจำนวน 3 ชั้นทำให้เกิดรอยต่อขึ้นจำนวน 2 รอยต่อ การสร้างทรานซิสเตอร์จึงสร้างได้ 2 ชนิด คือ ชนิดที่มีสารเอ็น 2 ชั้น หรือเรียกว่าชนิด NPN และชนิดที่มีสารชนิดพี 2 ชั้น เรียกว่าชนิด PNP โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN แสดงในรูปที่ 2.3 (ก) และชนิด PNP แสดงในรูปที่ 2.3 (ข)

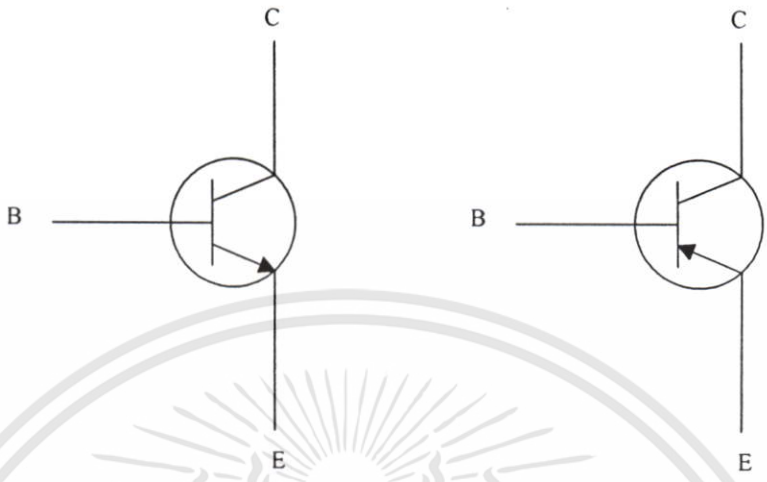


รูปที่ 2.3 (ก) โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ (ข) ชนิด PNP

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่าโครงสร้างของทรานซิสเตอร์จะมีสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้น แต่ละชั้นจะต่อลวดตัวนำจากเนื้อสารกึ่งตัวนำไปใช้งานชั้นที่เล็กที่สุด (บางที่สุด) เรียกว่า เบส (Base) ใช้ตัวอักษรย่อ B สำหรับสารกึ่งตัวนำชั้นที่เหลือ คือ คอลเลกเตอร์ (Collector หรือ C) และอิมิตเตอร์ (Emitter หรือ E) นั่นคือ ทรานซิสเตอร์ทั้งNPN และ PNP จะมี 3 ขา คือ ขาเบส ขาคอลเลกเตอร์ และขาอิมิตเตอร์ ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์นิยมเขียนทรานซิสเตอร์แทนด้วยสัญลักษณ์ดังแสดงในรูปที่ 2.4 การสังเกตขาของทรานซิสเตอร์นั้นจะบอกชนิดของทรานซิสเตอร์ได้ ดูที่ขาอิมิตเตอร์ (E) ถ้าหัวลูกศรชี้ออกจะเป็นสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN แต่ถ้าหัวลูกศรชี้ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E ตรงกันข้ามจะเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP หัวลูกศรนั้นจะแสดงทิศทางการไหลของกระแสนิยมในรอยต่อของทรานซิสเตอร์



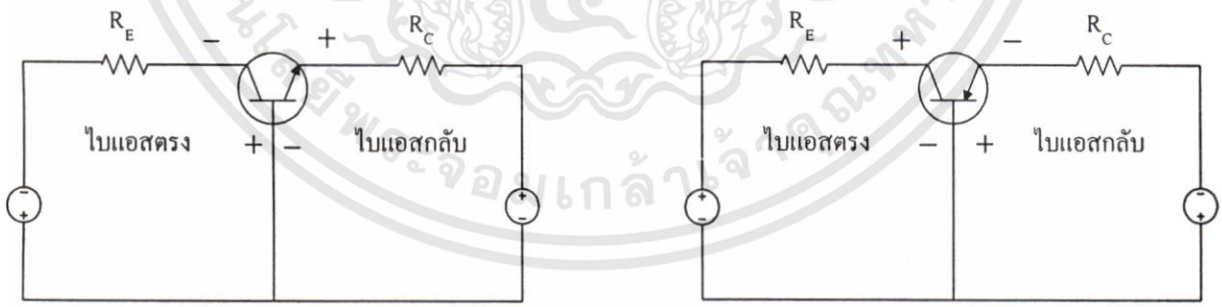
(ก) ชนิดเอ็น-พี-เอ็น *(ข) ชนิดพี-เอ็น-พี*

รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

การทำงานเบื้องต้นของทรานซิสเตอร์ทั้งชนิด NPN และชนิด PNP เมื่อนำไปใช้ไม่ว่าจะใช้ในวงจรขยายสัญญาณหรือทำงานเป็นสวิตช์ จะต้องทำการไบแอสให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ โดยใช้หลักการไบแอสดังนี้

1.) ไบแอสตรง ให้กับรอยต่อระหว่างอิมิเตอร์กับเบส

2.) ไบแอสกลับให้กับรอยต่อระหว่างคอลเลกเตอร์กับเบส ดังแสดงในรูปที่ 2.5



(ก) วงจรไบแอสเอ็น-พี-เอ็น *(ข) วงจรไบแอสพี-เอ็น-พี*

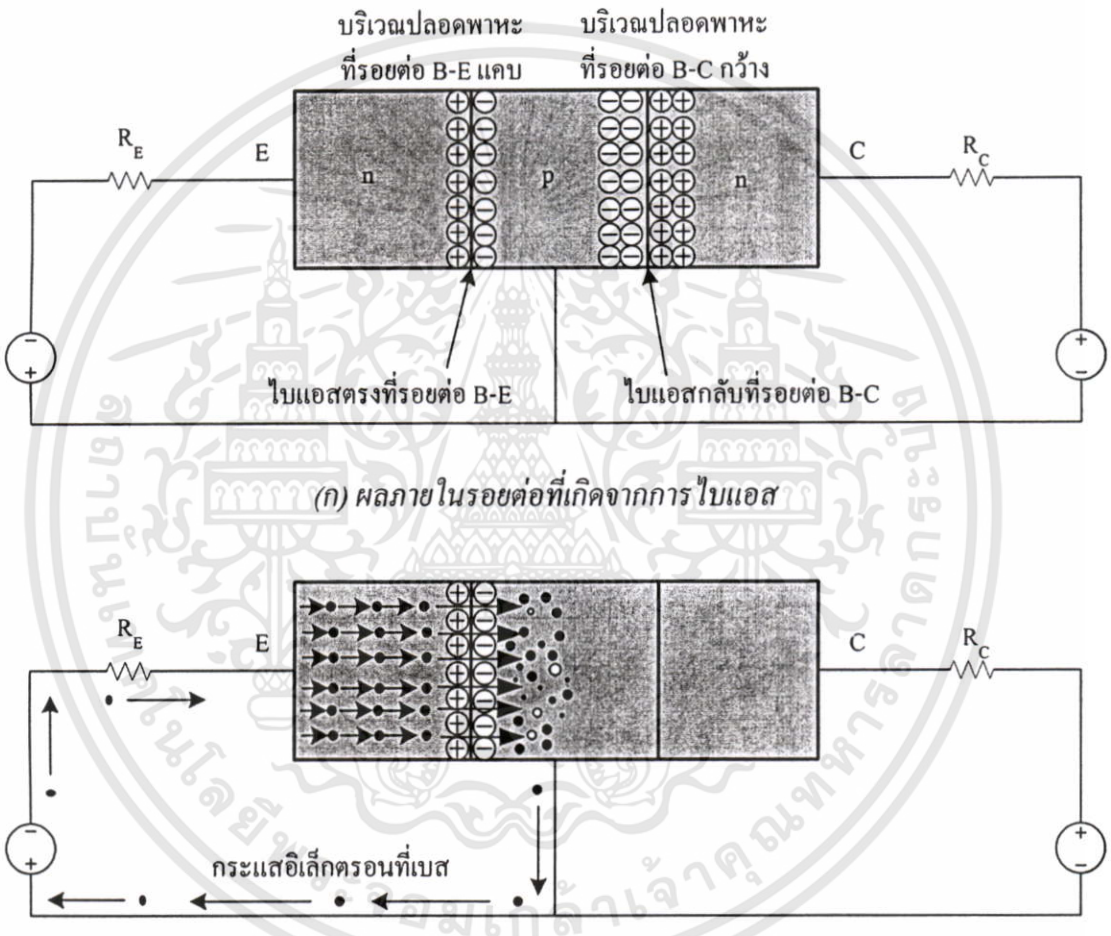
รูปที่ 2.5 การไบแอสทรานซิสเตอร์

พิจารณาการไบแอสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ดังรูปที่ 2.5 (ก) จะเห็นว่าทำการไบแอสตรงให้กับรอยต่ออิมิตเตอร์-เบส โดยให้ศักดาบวกกับเบส (เพราะเบสเป็น P) และให้ศักดาลบกับอิมิตเตอร์ (เพราะอิมิตเตอร์เป็น N) เช่นเดียวกันต้องให้ไบแอสกลับกับรอยต่อคอลเลกเตอร์-เบส

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

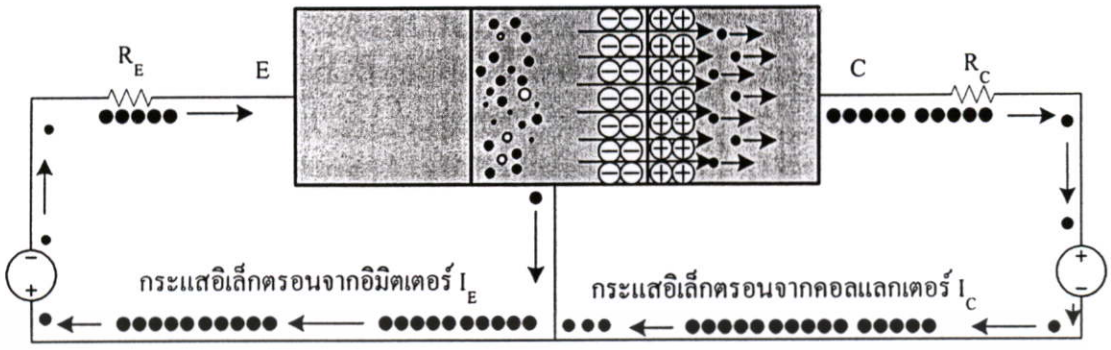
โดยให้ศักดาบวกกับคอลเลกเตอร์ (เพราะคอลเลกเตอร์เป็น N) และให้ศักดาลบกับเบส (เพราะเบสเป็น P) นี่คือ การไบแอสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ที่ถูกต้องตามเงื่อนไข 2 ข้อที่กำหนดไว้

การไบแอสทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ก็กระทำเช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 2.5 (ข) จะขอยกตัวอย่างโครงสร้างภายในของทรานซิสเตอร์เพียงชนิดเดียว คือ ชนิด NPN เพื่อให้เห็นปฏิกิริยาการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน-โฮล ระหว่างรอยต่อต่างๆ ของทรานซิสเตอร์เมื่อได้รับไบแอส ดังแสดงในรูปที่ 2.6 (ก) (ข) (ค)



รูปที่ 2.6 การไหลของกระแสไฟฟ้า (Electron) ภายในรอยต่อของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เมื่อได้รับไบแอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) กระแสอิเล็กตรอนไหลข้ามรอยต่อ B-C

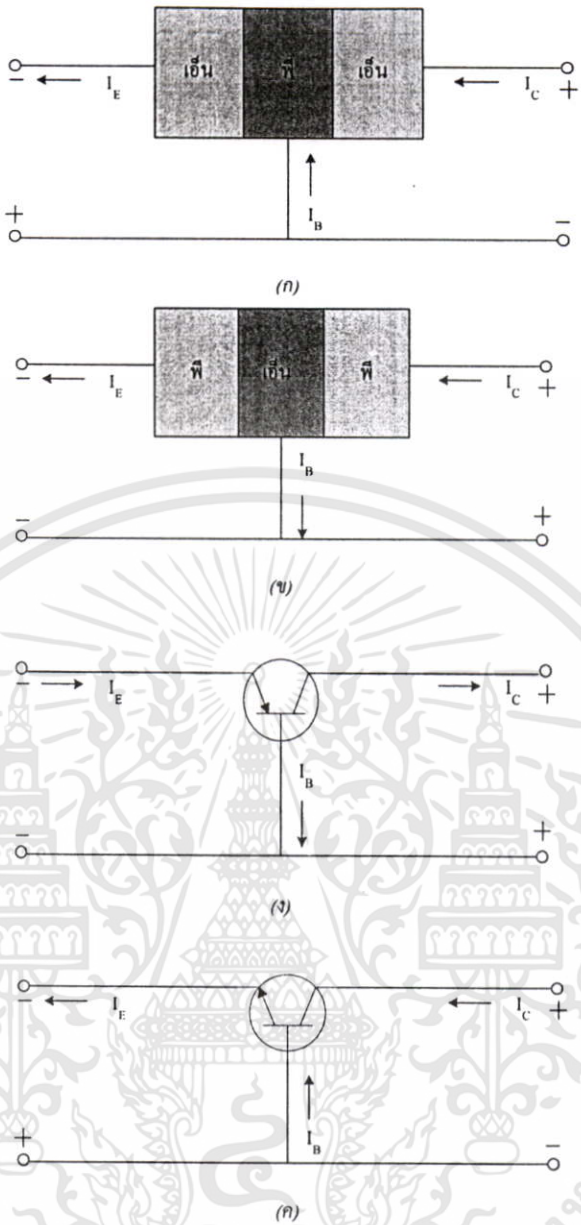
รูปที่ 2.6 (ต่อ)

พิจารณาการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ในรูปที่ 2.6 (ก) เมื่อให้ไบแอสตรงกับรอยต่อเบสและอิมิตเตอร์จะทำให้บริเวณปลอดพาหะที่รอยต่อ BE แคบลง และที่รอยต่อระหว่างคอลเลกเตอร์กับเบสได้ ไบแอสกลับจะทำให้บริเวณปลอดพาหะที่รอยต่อ BC มีความกว้างมากขึ้น จึงเกิดกระแสจำนวนเล็กน้อยไหลข้ามรอยต่อ BE ดังรูปที่ 2.6 (ข) กระแสนี้เรียกว่ากระแสเบส (I_B) เป็นผลให้มีอิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งเคลื่อนที่อยู่ในรอยต่อ BE ในขณะเดียวกันที่คอลเลกเตอร์บริเวณรอยต่อ BC จะมีประจุพาหะบวกอยู่เป็นจำนวนมากดังรูปที่ 2.6 (ค) จะพยายามดึงดูดอิเล็กตรอนที่เบสข้ามรอยต่อ BC ทำให้เกิดกระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) ไหลเป็นจำนวนมาก และไหลออกจากคอลเลกเตอร์มารวมกับกระแสเบส (I_B) กระแสทั้งจำนวนนี้จะไหลไปสู่ขาอิมิตเตอร์เป็นกระแสอิมิตเตอร์ (I_E) เป็นไปตามสมการ (2-1)

$$I_E = I_C + I_B \qquad \text{.....(2-1)}$$

เมื่อนำทิศทางการไหลของกระแสระหว่างรอยต่อต่างๆของทรานซิสเตอร์ ทั้งชนิด NPN และ PNP (กระแสนิยมจะมีทิศทางตรงข้ามกับกระแสอิเล็กตรอนที่อธิบายในรูปที่ 2.6 (ก), (ข), (ค) สามารถเขียนได้ดังรูปที่ 2.7

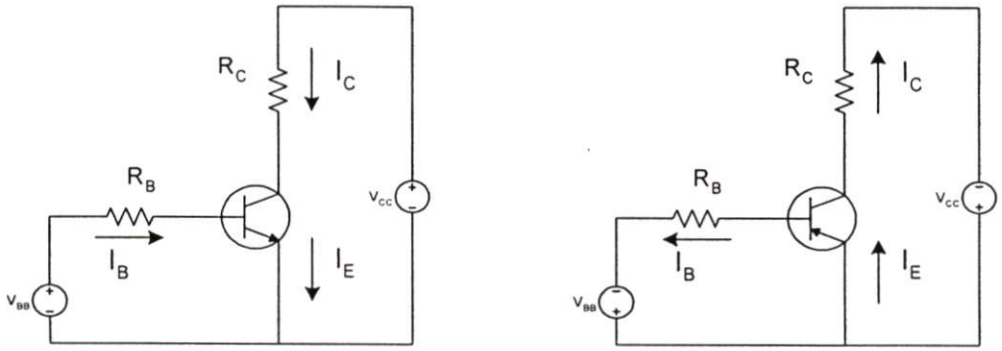
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 โมเดลของทรานซิสเตอร์ NPN และ PNP และทิศทางของกระแส I_E, I_C, I_B ที่เกิดจากการไบแอสที่ถูกต้อง

ค่าพิกัดและพารามิเตอร์ของทรานซิสเตอร์ แรงดันไบแอสที่นิยมเขียนกำกับไว้ที่แหล่งจ่ายที่ไบแอสให้กับวงจรทรานซิสเตอร์มี 2 ค่า คือ V_{BB} ใช้แทนแหล่งจ่ายที่ให้ไบแอสตรงกับทรานซิสเตอร์ และ V_{CC} ใช้แทนแหล่งจ่ายที่ให้ไบแอสกลับกับทรานซิสเตอร์ ใช้ได้กับทรานซิสเตอร์ทั้งชนิด NPN และ PNP ดังแสดงในรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็น-พี-เอ็น *(ข) ทรานซิสเตอร์ชนิดพี-เอ็น-พี*

รูปที่ 2.8 วงจรการไบแอสทรานซิสเตอร์ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง V_{BB} และ V_{CC}

ค่าดีซีเบต้า (β_{dc}) และค่าดีซีแอลฟา (α_{dc})

ค่าเบต้าหรือ β_{dc} หมายถึง อัตราส่วนระหว่างกระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) กับกระแสเบส (I_B) ดังสมการ

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B} \qquad \text{..... (2-2)}$$

ทรานซิสเตอร์โดยทั่วไปจะมีค่า β_{dc} อยู่ระหว่าง 20-200 หรือมากกว่าจากคู่มือของทรานซิสเตอร์ อาจเรียกค่า β_{dc} ว่า h_{fe} ซึ่งหมายความถึง อัตราขยายทางกระแสของทรานซิสเตอร์

สำหรับค่า α_{dc} (แอลฟา) คือ อัตราขยายทางกระแสระหว่างกระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) กับกระแสอิมิตเตอร์ (I_E) ปกติจะมีค่าไม่เกิน 1 คือ มีค่าระหว่าง 0.95-0.99 ดังสมการ

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E} \qquad \text{..... (2-3)}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า α_{dc} และ β_{dc}

เมื่อกำหนดให้ $I_E = I_C + I_B$ (หารตลอดด้วย I_C)

ดังนั้น $\frac{I_E}{I_C} = \frac{I_C}{I_C} + \frac{I_B}{I_C}$

$$\frac{I_E}{I_C} = 1 + \frac{I_E}{I_C}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ $\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$ และ $\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E}$ ดังนั้น

$$\frac{1}{\alpha_{dc}} = 1 + \frac{1}{\beta_{dc}}$$

$$\frac{1}{\alpha_{dc}} = \frac{\beta_{dc}+1}{\beta_{dc}}$$

$$\alpha_{dc} = \frac{\beta_{dc}}{1+\beta_{dc}} \quad \text{..... (2-4)}$$

จากสมการ 2-4 เราสามารถหาค่า α_{dc} เมื่อรู้ค่า β_{dc} ในทำนองเดียวกันสามารถหาค่า β_{dc} ได้จากค่า α_{dc} ตามสมการ 2-5

$$\alpha_{dc}(\beta_{dc}+1) = \beta_{dc}$$

$$\alpha_{dc} * \beta_{dc} + \alpha_{dc} = \beta_{dc}$$

$$\alpha_{dc} = \beta_{dc} - \alpha_{dc} * \beta_{dc}$$

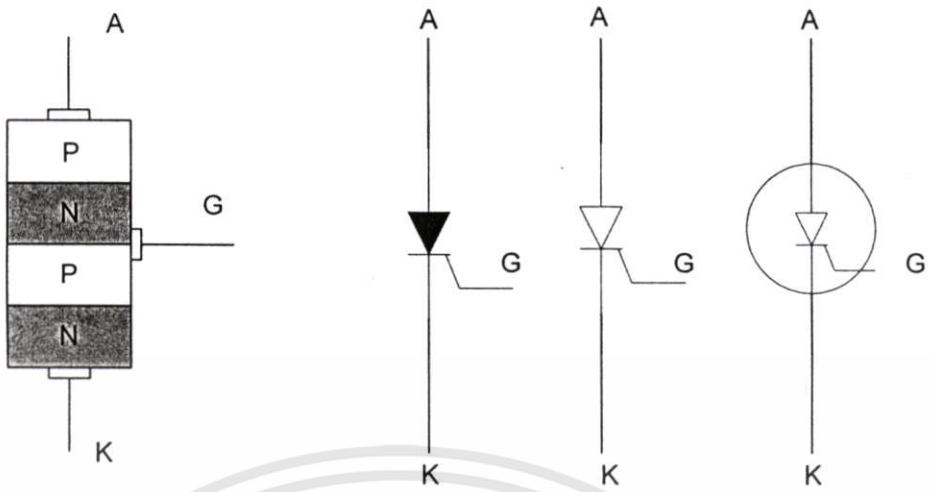
$$\beta_{dc}(1-\alpha_{dc}) = \alpha_{dc}$$

$$\therefore \beta_{dc} = \frac{\alpha_{dc}}{1+\alpha_{dc}} \quad \text{..... (2-5)}$$

2.1.3 เอสซีอาร์

เอสซีอาร์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีชื่อเต็มว่า Silicon Controlled Rectifier หรือ SCR เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มี 3 รอยต่อ มีขั้ว 3 ขั้ว คือ แอโนด (A) แคโทด (K) และเกต (G) เอสซีอาร์มีโครงสร้างที่คล้ายกับชอคเลย์ไดโอด แต่เอสซีอาร์นั้นจะนำกระแสได้เมื่อแรงดันที่แอโนดเป็นบวกมากกว่าแคโทด และมีการกระตุ้นกระแสที่เกต (I_G) โดยจ่ายแรงดันบวกที่เกตให้มีกระแสไหลเข้าสู่ขาเกตของเอสซีอาร์ จะทำให้เอสซีอาร์นำกระแสได้ จะเกิดกระแสไหลผ่านระหว่างขั้วแอโนดสู่ขั้วแคโทดของเอสซีอาร์ โครงสร้างภายในของเอสซีอาร์แสดงในรูปที่ 2.9 (ก) สัญลักษณ์ของเอสซีอาร์แสดงในรูปที่ 2.9 (ข) และลักษณะภายนอกของเอสซีอาร์แสดงในรูปที่ 2.9 (ค) เนื่องจากเอสซีอาร์เป็นอุปกรณ์ที่นิยมนำไปใช้ในการควบคุมกำลังไฟฟ้า เช่น วงจรเรียงกระแสที่ควบคุมแรงดันได้ ควบคุมความเร็วมอเตอร์ ควบคุมแสงสว่างของหลอดไฟฟ้า ควบคุมปริมาณความร้อนของลวดความร้อน เป็นต้น ดังนั้นเอสซีอาร์จึงมีหลายขนาดดังแสดงตามรูปที่ 2.9 (ค)

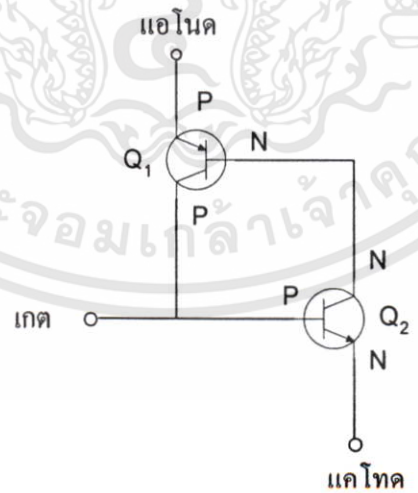
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) โครงสร้าง *(ข) สัญลักษณ์*

รูปที่ 2.9 เอสซีอาร์ (Copyright of Motorola, Inc.)

วงจรสมมูลของเอสซีอาร์เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างของชิ้นสารกึ่งตัวนำทั้ง 4 ชิ้นที่ต่อกัน ทำให้เกิดรอยต่อ 3 รอยต่อแล้ว จะพบว่า ที่แอโนดของเอสซีอาร์คล้ายกับทรานซิสเตอร์ชนิด พีเอ็นพี เมื่อพิจารณารูปที่ 2.10 คือ Q_1 และที่แคโทด เปรียบเทียบมีทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็นต่ออยู่ คือ ทรานซิสเตอร์ Q_2 ในรูปที่ 2.10 โดยที่คอลเลกเตอร์ของ Q_1 ต่อกับเบสของ Q_2 ต่อออกมาเป็นขั้วเกต ของเอสซีอาร์ ลักษณะวงจรสมมูลของเอสซีอาร์แสดงดังรูปที่ 2.10

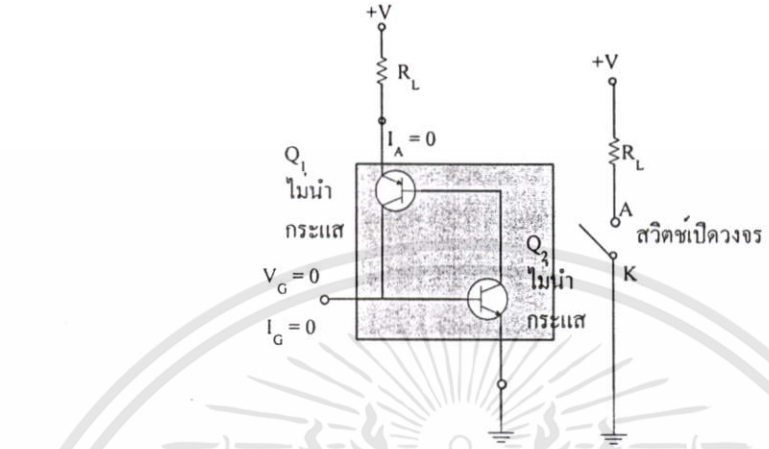


รูปที่ 2.10 วงจรสมมูลของเอสซีอาร์

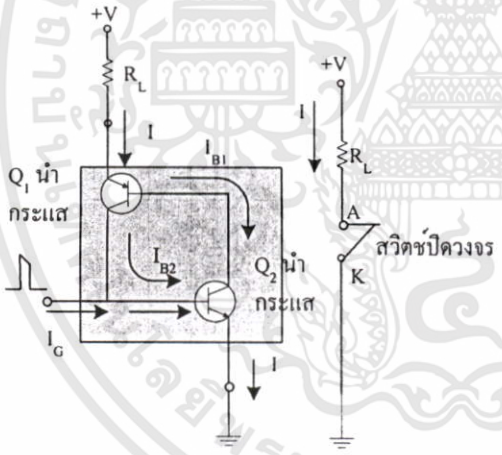
การทำให้เอสซีอาร์นำกระแส พิจารณาจากรูปที่ 2.11 เมื่อกำหนดให้กระแสเกตเป็นศูนย์ ($I_G = 0$) และที่ขั้วแอโนดและแคโทดได้รับไบแอสด้วยแรงดันที่ถูกต้อง คือ ได้รับไบแอสตรงที่แอโนด และมีแรงดันบวกมากกว่าแคโทด สภาวะของเอสซีอาร์ในขณะที่กระแสเกตเป็นศูนย์นั้นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

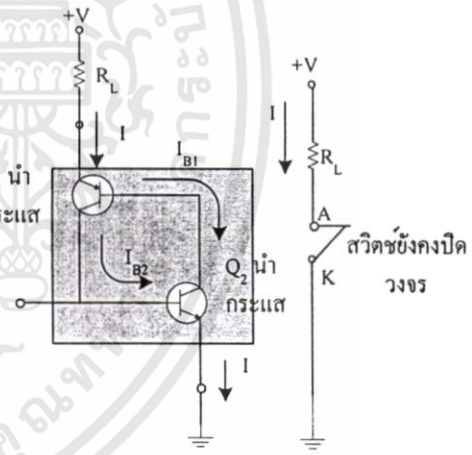
สภาวะไม่นำกระแส ภายในโครงสร้างของเอสซีอาร์ จะพบว่า เมื่อ $I_G = 0$ ทรานซิสเตอร์ Q_2 จะไม่ทำงาน เป็นผลให้ทรานซิสเตอร์ Q_1 ไม่ทำงานไปด้วย จะไม่มีกระแส I ไหลผ่านจากขั้วแอโนดไปยังแคโทดเมื่อเปรียบเทียบกับสวิตช์ นั่นคือเหมือนสภาวะที่สวิตช์เปิดวงจร



(ก) เอสซีอาร์ไม่นำกระแสเปรียบเหมือนสวิตช์เปิดวงจร



(ข) เอสซีอารนำกระแสเมื่อไบแอสให้แอโนดเป็นบวกมากกว่าแคโทด และมีสัญญาณจุดชนวนเกตจึงมีกระแสไหลเข้าเกตเปรียบเหมือนสวิตช์ปิดวงจร



(ค) เมื่อเอสซีอาร์นำกระแสไปแล้วนำสัญญาณจุดชนวนเกตออกไปให้ IG = 0 ผลคือเอสซีอาร์ยังคงนำกระแสค้างอยู่ต่อไป

รูปที่ 2.11 กระบวนการจุดชนวนให้เอสซีอาร์นำกระแส

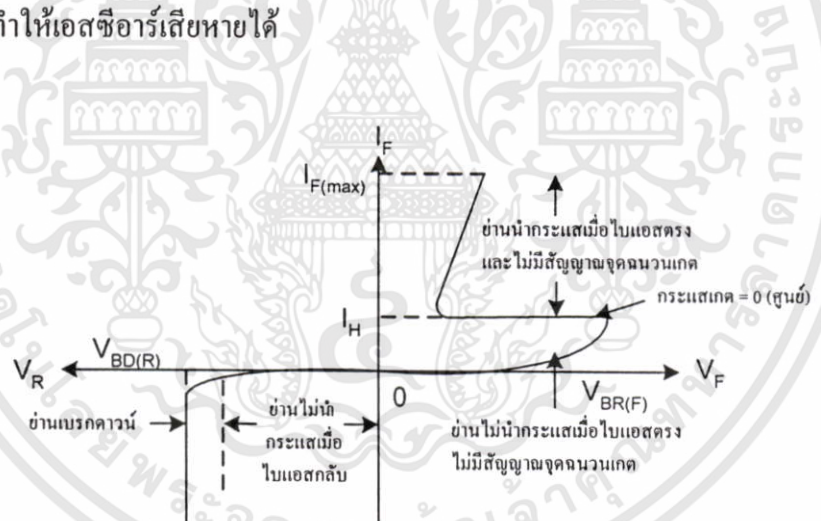
เมื่อต้องการบังคับให้เอสซีอาร์นำกระแส โดยการป้อนกระแสเกตเข้าที่ขาเกตของเอสซีอาร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.11 (ข) ทำให้เกิด I_{B2} ไหลเข้าเบสของทรานซิสเตอร์ Q_2 ทำให้ Q_2 อยู่ในสภาวะนำกระแส จะเกิดกระแสคอลเล็กเตอร์ไหลผ่าน Q_2 ซึ่งก็คือ กระแส I_{B1} ของทรานซิสเตอร์ Q_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นเอง ดังนั้น Q_1 จึงนำกระแสด้วย ผลคือ เกิดกระแสแอโนด ไหลผ่านอิมิตเตอร์ของ Q_1 ไปออกที่อิมิตเตอร์ของ Q_2 สภาวะการทำงานของเอสซีอาร์ในขณะนี้เปรียบได้กับสวิตช์ปิดวงจร

การป้อนกระแสเกตให้กับเอสซีอาร์นั้นเรียกว่า การจุดชนวน (Triggering) เมื่อจุดชนวนให้เอสซีอาร์นำกระแสได้แล้วนั้นไม่จำเป็นต้องคงค่ากระแสเกต (I_G) ไว้ตลอดไป สามารถลดค่ากระแสเกตให้เป็นศูนย์ได้ ($I_G = 0$) โดยที่เอสซีอาร์ยังคงนำกระแสได้ต่อไป เพราะ I_{B2} ที่ไหลเข้าเบสของ Q_2 จะไหลมาจากคอลเล็กเตอร์ของ Q_1 เมื่อ Q_1 นำกระแสแล้ว ดังนั้นถึงแม้จะนำกระแสเกตออก เอสซีอาร์ก็ยังคงนำกระแสอยู่ได้ ดังแสดงตามรูปที่ 2.11 (ค)

เมื่อพิจารณากราฟแสดงลักษณะสมบัติของเอสซีอาร์ในรูปที่ 2.12 (ก) เมื่อเอสซีอาร์ได้รับไบแอส ตรง เอสซีอาร์ สามารถนำกระแสได้โดยไม่ต้องมีกระแสเกตมากระตุ้น ($I_G = 0$) แต่ต้องจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้กับเอสซีอาร์จนกระทั่งถึงจุดพังทลาย (Forward Blocking Region) หรือจุด $V_{BR(F)}$ จากกราฟ และเมื่อกระแสแอโนดไหลผ่านเอสซีอาร์ได้ โดยกระแสแอโนดมีค่าสูงกว่ากระแสยึด ($I > I_H$) เอสซีอาร์จะนำกระแสได้ในย่านนำกระแส (Forward Conduction Region) แต่เมื่อให้ไบแอสกลับกับเอสซีอาร์ถ้าป้อนแรงดันไบแอสกลับให้มีค่ามากกว่าแรงดันพังทลาย (Reverse Blocking Vo;tage, $_{VBD(R)}$) เอสซีอาร์จะนำกระแสได้เมื่อได้รับไบแอสกลับ บริเวณรอยต่อภายในตัวเอสซีอาร์จะทะลุและทำให้เอสซีอาร์เสียหายได้

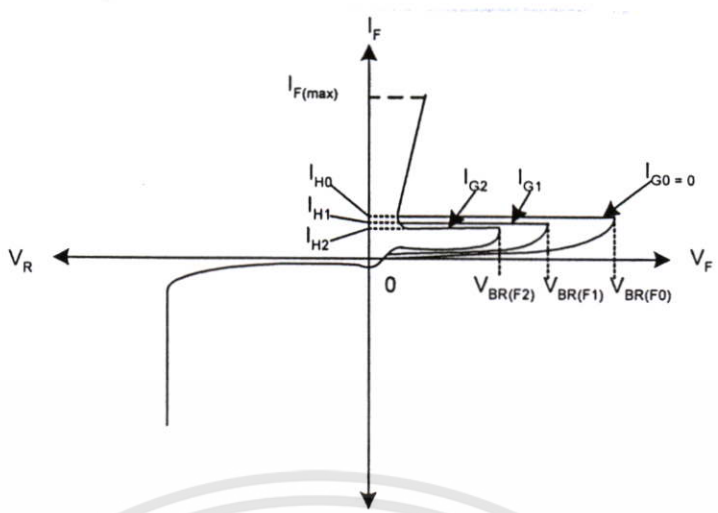


(ก) เมื่อกระแสตรงเป็นศูนย์ในสภาวะไบแอสตรง และไบแอสกลับ

รูปที่ 2.12 กราฟลักษณะสมบัติของเอสซีอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



(ข) เมื่อมีกระแสจุดฉนวนเกตที่ค่าต่างกันในสภาวะไบแอสตรงและไบแอสกลับ

รูปที่ 2.11 (ต่อ)

สำหรับกราฟในรูปที่ 2.12 (ข) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างปริมาณของกระแสเกตที่จ่ายกระตุ้นให้กับเอสซีอาร์ จะเห็นว่าเมื่อจ่ายกระแสเกตปริมาณน้อย แรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้กับเอสซีอาร์จะมีค่าต่ำกว่าแรงดันไบแอสตรงพังทลาย ($V_{BR(F)}$) แต่ถ้าจ่ายกระแสเกตมากขึ้น แรงดันไบแอสตรงที่จ่ายให้กับเอสซีอาร์เพื่อให้เอสซีอาร์ทำงานได้จะลดลง

2.1.4 ตัวต้านทาน (Resistor)

วโรดม มุทาไร (2541 : 24) กล่าวว่าตัวต้านทานเป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่มีบทบาทในการทำงานอย่างกว้างขวางมากมาย โดยตัวต้านทานจะทำหน้าที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม เป็นผลให้วงจรทำงานได้อย่างถูกต้อง

ชนิดของตัวต้านทานที่ใช้อาจมีรูปร่างลักษณะการใช้งานแตกต่างกันออกไป ซึ่งแบ่งตามการใช้งานจะแบ่งได้ดังนี้

1.) ตัวต้านทานชนิดคงที่จะมีค่าความต้านทานตายตัว ปรับเปลี่ยนไม่ได้ ผลิตมาจากวัสดุประเภทโลหะและอโลหะ

2.) ตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าได้ นิยมเรียกว่าโวลุ่มหรือพ็อท สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ตั้งแต่ต่ำสุดไปจนถึงสูงสุด

3.) ตัวต้านทานชนิดปรับแต่งค่าได้ ตัวต้านทานชนิดนี้จะมีขากลางเคลื่อนที่ได้ด้วยการคลายนอตที่ใช้ยึด และปรับเคลื่อนไปจนได้ความต้านทานตามต้องการก็ขันนอตยึดติดแน่นเข้าตามเดิม

4.) ตัวต้านทานชนิดแบ่งค่าได้ จะเป็นตัวต้านทานที่มีแท็ปแยกออกจากตัวต้านทานเป็นช่วงๆ เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้งาน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

81300

5.) ตัวต้านทานชนิดพิเศษ ถูกใช้งานในหน้าที่แตกต่างกัน เช่น เป็นฟิวส์ปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานตามอุณหภูมิ ปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานตามแสง

การอ่านค่าความต้านทานที่สร้างมาใช้งานถ้าเป็นตัวต้านทานแบบคงที่ นิยมบอกค่าความต้านทานแบบโค้ดสีแถบสีที่บอกไว้จะแบ่งออกเป็นได้ 2 แบบ

1.) แบบแถบสี 4 แถบ

2.) แบบแถบสี 5 แถบ

การอ่านค่าแถบสีสามารถอ่านได้ตามโค้ดสีที่บอกไว้พร้อมแถบสีตัวคูณ และแถบสีค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด ก็จะได้ค่าความต้านทานของตัวนั้นๆ ออกมาตัวต้านทานบางแบบอาจบอกค่าความต้านทานเป็นตัวเลขเลย และบางแบบอาจบอกค่าเป็นรหัสตัวเลข เช่น 102 = 1,000 Ω, 473 = 47,000 Ω, 205 = 2,000,000 Ω (ตัวเลขตัวที่ 3 คือ ตัวเติม 0 เท่าจำนวนตัวเลขนั้นๆ)

ค่าเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด จะบอกเป็นตัวอักษรมี 4 ตัวคือ J, K, L, M มีความหมายดังนี้

อักษร J หมายถึง ผิดพลาด ± 5%

อักษร K หมายถึง ผิดพลาด ± 10%

อักษร L หมายถึง ผิดพลาด ± 15%

อักษร M หมายถึง ผิดพลาด ± 20%

2.2 รายชื่อวิชาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

2.2.1 วิชาชีพสาขาวิชา

ชื่อวิชา

เขียนแบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

วงจรอิเล็กทรอนิกส์

วงจรพัลส์และดิจิตอล

เครื่องเสียง

เครื่องรับวิทยุ

เครื่องส่งวิทยุและสายอากาศ

เครื่องรับโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 วิชาชีพสาขางาน

ชื่อวิชา

ระบบเสียง

ระบบภาพ

อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1

ไมโครโพรเซสเซอร์

งานบริการคอมพิวเตอร์

โทรศัพท์

วิทยุสื่อสาร

งานบริการเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

งานบริการเครื่องใช้สำนักงาน

คอมพิวเตอร์เครือข่าย

เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์

ซิลสกรีนและวงจรพิมพ์

อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 2

โทรคมนาคมเบื้องต้น

ประดิษฐกรรมอิเล็กทรอนิกส์

วงจรไอซีและการประยุกต์ใช้งาน

คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์

วิทยาการก้าวหน้าอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

วิทยาการก้าวหน้าอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์

วิทยาการก้าวหน้าอิเล็กทรอนิกส์โทรคมนาคม

ปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ 1

ปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ 2

ปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ 3

ปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ 4

ปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ 5

ปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ 6

จากรายวิชาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้มีทั้งสิ้น 6 วิชา ได้แก่ วงจรไฟฟ้ากระแสตรง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 2 ซึ่งมีคำอธิบายรายวิชาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 คำอธิบายรายวิชาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

2.3.1 วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (DC Circuits)

จุดประสงค์รายวิชา

1.) เพื่อให้มีความเข้าใจแหล่งของการกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง และพื้นฐานการวิเคราะห์วงจร

2.) เพื่อให้มีทักษะในการอ่านแบบและประกอบวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

3.) เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวัดและทดสอบวัดค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

4.) เพื่อให้มีความเข้าใจในการประยุกต์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงไปใช้งานต่าง ๆ

5.) เพื่อให้มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ถูกต้องและปลอดภัย

มาตรฐานรายวิชา

1.) เข้าใจหลักการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

2) วัดและทดสอบแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

3.) วัดและทดสอบวงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

4.) วัดและทดสอบวงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยกฎและทฤษฎีต่าง ๆ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น เซลไฟฟ้า แบตเตอรี่ หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบวงจรแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสมโดยใช้อุปกรณ์ประกอบวงจรเป็นเซลไฟฟ้า แบตเตอรี่ ตัวต้านทาน หลอดไฟ (Lamp) ไดโอดเปล่งแสง (LED) มอเตอร์กระแสไฟตรง (D.C. Motor) รีเลย์ (Relay) ใช้เครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องวัดหาค่า ความสัมพันธ์ของความต้านทาน แรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าตามกฎของโอห์ม ทฤษฎีของเทวินิน และนอร์ตัน ประกอบและทดสอบวงจรบริดจ์ วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า และวงจรแบ่ง กระแสไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Circuits)

จุดประสงค์รายวิชา

1.) เพื่อให้มีความเข้าใจธรรมชาติและหลักการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

2.) เพื่อให้มีทักษะในการอ่านแบบและประกอบวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

3.) เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวัดและทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการวัดค่าต่างๆ ในวงจรไฟฟ้า กระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ ในการประยุกต์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับไปใช้งานจริง

5.) เพื่อให้มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ถูกต้องและปลอดภัย

มาตรฐานรายวิชา

1.) เข้าใจหลักการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

2.) วัดและทดสอบแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

3.) วัดและทดสอบวงจร R-L-C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

4.) วัดและทดสอบวงจรไฟฟ้ากระแสสลับระบบ 3 เฟส

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ พารามิเตอร์ของคลื่นรูปไซน์ วงจร RL-C แบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบวัดค่าวงจรกระแส แรงดัน อิมพีแดนซ์ ความถี่ กำลังงานไฟฟ้า เพาเวอร์แฟกเตอร์ พื้นฐานการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ เฟสเซอร์ไดอะแกรม การทดสอบวงจรไฟฟ้ากระแสสลับระบบ 3 เฟส การประกอบและทดสอบวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประยุกต์ใช้งาน เช่น วงจรหลอดฟลูออเรสเซนท์ วงจรระบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC. Motor) 1 เฟสและ 3 เฟส วงจรแหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง (DC Power Supply) วงจรเนทเวอร์ค (Network) ของระบบตู้ลำโพง

2.3.3 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Devices)

จุดประสงค์รายวิชา

1.) เพื่อให้มีความเข้าใจโครงสร้างการทำงาน ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.) เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับการประกอบวงจรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อทดสอบลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า

3.) เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบลักษณะสมบัติอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

4.) เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

มาตรฐานรายวิชา

1.) เข้าใจโครงสร้าง การทำงาน และคุณสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.) วัดและทดสอบคุณสมบัติของไดโอดและทรานซิสเตอร์

3.) วัดและทดสอบคุณสมบัติของไทริสเตอร์

4.) วัดและทดสอบคุณสมบัติของไอซี

5.) วัดและทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมสารกึ่งตัวนำชนิด P ชนิด N โครงสร้าง สัญลักษณ์ ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า และปฏิบัติการวัดทดสอบอุปกรณ์โซลิดสเตทต่าง ๆ อุปกรณ์ไทริสเตอร์ เช่นไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต ไอซีออปแอมป์ ไอซีเวลา ไอซีกำเนิดสัญญาณ ไอซีรักษาแรงดัน และอุปกรณ์ไทริสเตอร์ เช่น SCR TRIAC DIAC UJT PUT IGBT SCS GTO อุปกรณ์ OPTOELECTRONICSTHERMISTER VARISTOR ARRESTER และอุปกรณ์ ด้านอิเล็กทรอนิกส์เกี่ยวกับความปลอดภัย

2.3.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์(Electronic Circuits)

จุดประสงค์รายวิชา

1.) เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการทำงาน การใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.) เพื่อให้มีทักษะในการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อหาลักษณะสมบัติของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.) เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4.) เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

มาตรฐานรายวิชา

1.) เข้าใจหลักการทำงานและการใช้งานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.) วัดและทดสอบวงจรใช้งานทรานซิสเตอร์

3.) วัดและทดสอบวงจรใช้งาน เฟต

4.) วัดและทดสอบวงจรใช้งานไทริสเตอร์

5.) วัดและทดสอบวงจรใช้งานอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการทำงาน วงจรเบื้องต้น วงจรคอมมอนต่างๆ ทรานซิสเตอร์ เฟต การให้ไบแอส วงจรขยาย และการคับปลิง แคสเคด ดาร์ลิงตันกราฟแสดงคุณลักษณะสมบัติไฟฟ้า ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ การใช้คู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบวงจรใช้งานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ไทริสเตอร์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ประกอบใช้งานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น ขยายสัญญาณความถี่ต่ำขยายสัญญาณความถี่สูง วงจรกำเนิดสัญญาณ วงจรตั้งเวลา วงจรเปรียบเทียบ กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ควบคุมวัดทดสอบค่าต่าง ๆ ของวงจรตามคุณลักษณะสมบัติอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 (Industrial Electronics 1)

จุดประสงค์รายวิชา

1.) เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดวงจรอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์และการประยุกต์ การใช้งาน

2.) เพื่อให้มีความสามารถในการวัด ทดสอบอุปกรณ์ ควบคุมเปิด-ปิดวงจรอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์และการประยุกต์การใช้งาน

3.) เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อยมีลำดับขั้นตอนในการทำงานอย่างถูกต้องและปลอดภัย

มาตรฐานรายวิชา

1.) เข้าใจหลักการทำงานและการใช้งานของอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดวงจร และอุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์

2.) วัดและทดสอบระดับความเข้มของแสงอุณหภูมิ เสียง ความชื้น PH ความดัน ความเร็วรอบ

3.) วัดและทดสอบอุปกรณ์ ควบคุมการเปิด-ปิดวงจรและอุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์

4.) ตรวจซ่อม และบำรุงรักษา อุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติโครงสร้างการทำงานและคุณลักษณะของอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดวงจรอุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์ ที่มีผลจากความร้อน แสง เสียง แรงกล สนามแม่เหล็ก ความชื้น ก๊าซ ควันและการประยุกต์ใช้งาน เป็นวงจรควบคุมแบบอัตโนมัติและวงจรอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ

2.3.6 อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 2 (Industrial Electronics 2)

จุดประสงค์รายวิชา

1.) เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการใช้งาน

2.) เพื่อให้มีความสามารถในสร้างประกอบวงจร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์การใช้งาน

3.) เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ และประกอบวงจรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง

4.) เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีระดับขั้นตอนในการทำงานอย่างถูกต้องและปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานรายวิชา

1.) เข้าใจหลักการทำงาน และการใช้งานของอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

2.) วัด และทดสอบอุปกรณ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

3.) ตรวจซ่อม และบำรุงรักษา อุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการ และปฏิบัติวงจรเร็กติไฟร์แบบ ฮาร์ฟเวฟ ฟูลเวฟ วงจรทวีแรงดัน ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง หลักการสวิตชิ่งโหมดเพาเวอร์ซัพพลาย วงจรอินเวอร์เตอร์ คอนเวอร์เตอร์ โซลิตสเตท รีเลย์ ดีซีมอเตอร์ เอซีมอเตอร์ ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ เซอร์โวมอเตอร์ สเตปปิง มอเตอร์ คลัตช์และเบรก ฟรีเควนซีอินเวอร์เตอร์ วงจรกันคลื่นรบกวน และวงจรป้องกันระบบจ่ายไฟฟ้ามอเตอร์ผิดปกติ

2.4 ความรู้เกี่ยวการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.4.1 การพัฒนาซอฟท์แวร์แบบ Water fall

จรณิต แก้วกังวาล (อ้างใน อัจฉรีย์ พิมพิบูลย์ 2544 : 25) ได้อธิบาย เรื่อง ภาษากระบวนการพัฒนาซอฟท์แวร์ ไว้ดังนี้ กระบวนการพัฒนาซอฟท์แวร์ เป็นการแบ่งกระบวนการดำเนินการออกแบบเป็นขั้นตอนต่างๆ เช่น กำหนดลักษณะจำเป็นพื้นฐาน การออกแบบระบบงาน การสร้าง และทดสอบระบบงาน เป็นต้น ขั้นตอน ในแต่ละช่วงสืบเนื่องกันไปจากขั้นหนึ่งสู่อีกขั้นหนึ่งตามลำดับเหมือนกับสายน้ำตก จึงเรียกว่า เป็นกระบวนการพัฒนาแบบ Water fall ทำให้เป็นวงจรชีวิตของซอฟท์แวร์ (Software life cycle) ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1.) การวิเคราะห์และให้คำจำกัดความของระบบงาน (Requirement analysis and definition) ในขั้นตอนแรกนี้ ผู้ออกแบบระบบและผู้ใช้ระบบจะต้องพูดคุยให้เป็นที่เข้าใจกันว่า เป้าหมายและโครงสร้างระบบงานที่ผู้ใช้ต้องการ คืออะไร

2.) การออกแบบระบบและซอฟท์แวร์ (System and software design) ในการออกแบบระบบงาน ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงโครงสร้างของฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ที่จำเป็นต้องพัฒนาหรือจัดหามาใช้งาน ส่วนการออกแบบซอฟท์แวร์เป็นการกำหนดโครงสร้างหลักของโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมา

3.) การกำหนดโครงสร้างและทดสอบหน่วยย่อย (Implementation and unit testing) ในขั้นตอนนี้เป็นการแบ่งส่วนของซอฟท์แวร์ออกเป็นหน่วยของโปรแกรมย่อย ๆ (Program unit) และเมื่อเขียนโปรแกรมแต่ละหน่วยย่อยเสร็จแล้ว ก็ต้องมีการตรวจสอบว่าแต่ละหน่วยมีความถูกต้องตรงตามรูปแบบที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) การเชื่อมโยงและการทดสอบทั้งระบบ (Integration and system testing) โปรแกรมย่อยแต่ละส่วนจะถูกนำมาประสานรวมกันเป็นระบบงาน หลังจากนั้นทั้งระบบซอฟท์แวร์ที่พัฒนาขึ้นต้องได้รับการตรวจสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าตรงตามแผนการที่ได้ออกแบบไว้ และสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องเมื่อทดสอบเป็นที่พอใจแล้วจึงนำระบบนั้นไปเสนอต่อผู้ใช้ระบบ

5.) การติดตั้งใช้งานและการบำรุงรักษา (Operation and maintenance) ขั้นตอนนี้มักเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานที่สุด เมื่อระบบถูกนำมาติดตั้งและใช้งานจริงแล้ว การบำรุงรักษาที่มักปรากฏ คือ การแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจไม่เคยพบมาก่อนในช่วงพัฒนาระบบหรืออาจเป็นการปรับแต่งระบบให้สวยงาม มีประสิทธิภาพในการทำงานดียิ่งขึ้น ขั้นตอนนี้มักจะเป็นการวนย้อนกลับไปพิจารณาปรับแต่งแก้ไขสิ่งที่ได้กำหนดไว้ 4 ขั้นตอน ที่ผ่านมาแล้วตามที่เห็นเหมาะสมในภายหลัง

2.4.2 กระบวนการทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

กระบวนการทดสอบและยืนยันความถูกต้องของระบบงาน ที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่าการบวนการ Verification & Validation (V & V) ไม่ได้เป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งในการผลิตระบบงานแล้วเสร็จสิ้นในทันทีที่ระบบงานถูกส่งต่อไปยังผู้ใช้ระบบงาน หากแต่ V & V เป็นการบวนการที่ต้องเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในตลอดช่วงระยะเวลาพัฒนาระบบจนถึงการติดตั้งและใช้ระบบได้จริงในสภาพการทำงานที่เป็นจริง Verification เป็นการตรวจสอบและประเมินว่าโปรแกรมหรือระบบงานที่เราได้สร้างขึ้นมานั้นตรงตามข้อกำหนดที่ตกลงกันหรือไม่ ในขณะที่ Validation เป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั้นตรงกับความคาดหวังของผู้จัดการหรือผู้ใช้ระบบงานนั้นหรือไม่ ดังนั้นผู้ออกแบบจึงต้องทำการทดสอบระบบ 2 ประการคือ

1.) การทดสอบเชิงสถิติ (Statistical Testing) เป็นการทดสอบเพื่อประเมินผลความถี่ของการใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของระบบ และยังเป็นการประเมินความเชื่อถือได้(Reliability) ของระบบอีกด้วย

2.) การทดสอบข้อบกพร่อง (Defect Testing) เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบว่าระบบมีข้อบกพร่องผิดพลาดที่จุดใดบ้าง

2.4.3 กระบวนการทดสอบระบบ

กระบวนการทดสอบระบบ โดยปกติแล้วระบบงานขนาดใหญ่มักจะประกอบขึ้นมาจากระบบงานขนาดย่อย ๆ (Sub-system) แต่ละระบบงานย่อยจะประกอบขึ้นมาจากหน่วยย่อย ๆ ของระบบ (Module) ซึ่งประกอบด้วยวิธีดำเนินการต่าง ๆ กัน นิยมแบ่งกระบวนการทดสอบระบบเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1.) Unit Testing เป็นการทดสอบส่วนย่อย ๆ แต่ละส่วนของโปรแกรมว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องหรือไม่ โดยปกติแล้วเรามักถือว่าแต่ละส่วนเป็นอิสระสมบูรณ์ในตัวเอง ในขั้นตอนนี้เราจึงไม่จำเป็นต้องทดสอบโดยคำนึงถึงส่วนสัมพันธ์กับหน่วยอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) Module Testing โดยปกติแล้วโมดูล(Module)จะหมายถึงชุดของหน่วยย่อยต่างๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกันอยู่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงเป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันของหน่วยย่อยในระดับต่าง ๆ

3.) Sub-system Testing การทดสอบในขั้นนี้เป็นการทดสอบ การทำงานร่วมกันของโมดูลย่อย ๆ แต่ละระบบงานย่อยนี้อาจจะถูกพัฒนามาอย่างเป็นอิสระต่อกันและอาจนำมาติดตั้งใช้งานโดยอิสระไม่เกี่ยวข้องกันก็ได้ ดังนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบงานใหญ่คือการทำงานไม่สอดประสานกันระหว่างระบบงานย่อย ๆ ดังกล่าวในขั้นตอนนี้ยังเป็นการตรวจสอบด้วยว่า ระบบทั้งหมดทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดหรือตามต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริงหรือไม่

4.) System Testing ระบบงานย่อย ๆจะรวมกันทำให้เกิดเป็นระบบใหญ่ทั้งหมด การทดสอบการทำงานของระบบจึงเป็นการค้นหาข้อผิดพลาดที่คาดไม่ถึงมาก่อนโดยที่เป็นข้อผิดพลาดซึ่งเกิดจากการขัดแย้งกันระหว่างระบบย่อยต่าง ๆนอกจากนี้ยังเป็นการตรวจสอบด้วยว่า ระบบทั้งหมดทำงานได้ตรงตามข้อกำหนดหรือความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริงหรือไม่

5.) Acceptance Testing การทดสอบเพื่อการยอมรับ ในขั้นตอนสุดท้ายนี้เป็นการทดสอบก่อนที่ระบบจะถูกยอมรับได้ว่าสามารถใช้งานได้จริง การทดสอบอาจการทำได้โดยการใช้ข้อมูลจริงป้อนเข้าสู่ระบบแทนที่จะใช้ข้อมูลตัวอย่างการทดลอง

2.4.4 การพัฒนาโปรแกรม และ การพัฒนาโครงสร้างข้อมูลฐานข้อมูล

บรรพต ชมงาม (2539 : 18-19) กล่าวว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความสำคัญต่อการสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการพัฒนาโปรแกรม และการพัฒนาโครงสร้างข้อมูลฐานข้อมูล นั้น มีหลักการ และขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1.) โปรแกรมนั้นต้องสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว หรืออีกนัยหนึ่งต้องประหยัดเวลาการใช้เครื่องมากที่สุด

2.) โปรแกรมนั้นสร้างความพอใจให้กับผู้ใช้ คือ เข้าใจง่ายไม่มีปัญหาใดๆ

3.) โปรแกรมนั้นต้องมีอัตราผิดพลาดต่ำ หรือไม่มีเลย

4.) โปรแกรมนั้นมีขั้นตอนในการเขียนดี และทำให้ดัดแปลงแก้ไขได้ง่ายด้วย

5.) การลงทุนในการทำโปรแกรมต้องไม่สูงนัก คือ ต้องให้ประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด

การเขียนโปรแกรมมีขั้นตอนดังนี้

1.) การวิเคราะห์ และแยกแยะปัญหา (Analyze and Describe the Problem)

2.) การออกแบบตรรกะของโปรแกรม (Design the Logic of the Program)

3.) เขียนโปรแกรม (Write the Program)

4.) ทดสอบ และแก้ไขโปรแกรม (Test and Debug the Program)

5.) ทำเอกสารประกอบการใช้โปรแกรม (Make Document the Program)

6.) บำรุงรักษาโปรแกรม (Maintenance the Program)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเสมือน

2.5.1 การสอนภาคปฏิบัติ

การสอนภาคปฏิบัติเป็นการสอนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่ทำให้เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติ หรือการศึกษาข้อเท็จจริงจากภาคทฤษฎีที่ได้มีผู้ค้นพบมาแล้ว โดยผู้เรียนทำการทดลองและหรือโดยวิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมาแล้วสรุปถึงข้อเท็จจริงตามทฤษฎี

2.5.2 ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง

พวงทอง มีมั่นคง (2537 : 90) การปฏิบัติการทดลองและขั้นตอนของการปฏิบัติการทดลอง เช่นในการอภิปรายก่อนการทดลอง การทำการทดลองโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การอภิปรายหลังการทดลองเพื่อหาข้อสรุปเป็นต้น เหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้การทดลองเป็นเครื่องมือในกระบวนการค้นพบตลอดจนสร้างสรรค์หรือประดิษฐ์คิดค้นทำให้ความรู้ต่างๆ ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว

ชัชวาลย์ มูลศรี (2540 : 8) การสอนแบบทดลอง (Laboratory Instruction) คือกระบวนการที่ผู้สอนพยายามสร้างกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัส และได้รับประสบการณ์จากการปฏิบัติทดลอง รวมทั้งเพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหาพิสูจน์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่ได้มีการค้นพบแล้วและเกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติสามารถพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือรวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองกับงานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้เนื่องจากในการเรียนรู้นี้ผู้เรียนจะทำการทดลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมาโดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองส่วนผู้สอนจะต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของใบประลองหรือใบทดลองผลการทดลอง (Lab Sheet) ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นการทดลอง ผลการทดลอง รวมทั้งคำถามปัญหาและสิ่งอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นในการทดลองจากนั้นผู้สอนจะทำการควบคุมการทดลองจนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง และจะทำการอภิปรายผลการทดลองร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

โดยสรุปการสอนแบบทดลอง(Laboratory Instruction) คือ กระบวนการที่ ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักสังเกตสามารถพิสูจน์กฎเกณฑ์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่มีการค้นพบมาแล้ว รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองแก้ปัญหากับงานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้โดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เกิดประสบการณ์ตรงจากปฏิบัติการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ประโยชน์และความสำคัญของการสอนแบบทดลองมีดังนี้ คือ

1.) เพื่อพิสูจน์เกี่ยวกับหลักการ กฎ สูตรและคุณสมบัติของอุปกรณ์

2.) เพื่อพัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การสอบสวนและการแก้ปัญหา

3.) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ

4.) เพื่อศึกษาเรื่องเกี่ยวข้องพฤติกรรมภายในที่สำคัญของอุปกรณ์เครื่องมือ

5.) เพื่อเป็นการฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นตอน

6.) เพื่อให้รู้จักคุ้นเคยกับกลไกของเครื่องมือและอุปกรณ์

7.) เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์

8.) เพื่อพัฒนาความรอบคอบในการทำงาน

9.) เพื่อเสริมสร้างจิตสำนึกในการรักษาความปลอดภัย

10.) เพื่อประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลองกับงานจริงใน ภาคสนามได้

11.) เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง

12.) เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความคิด หลักการความรู้ต่าง ๆ รวมทั้งเพื่อทำให้ผู้เรียนมองภาพรวมรวมในเนื้อหาของวิชานั้นได้

ชัชวาลย์ มูลศรี (2540 : 10-11) สรุปประโยชน์และความสำคัญของการสอนแบบทดลอง เพื่อพิสูจน์เกี่ยวกับหลักการกฎ สูตร คุณสมบัติของอุปกรณ์ มีความคุ้นเคยกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การทำงานเป็นขั้นตอน มีรอบคอบและความปลอดภัยในการทำงาน และนำเอาความรู้หลักการประสบการณ์ตรงที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้กับงานจริงในภาคสนามได้

สุรพล ปุ้นต้นทอง (2536 : 10) การทดลองในห้องทดลองเป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้นักศึกษาได้เรียนรู้หลักการและข้อเท็จจริงจากการที่คนอื่นๆ ได้ค้นพบแล้วเป็นการทบทวนและย้ำว่าข้อเท็จจริงนั้นเป็นไปตามที่ได้มีผู้ศึกษาไว้แล้วอย่างไรบ้างเป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้วในชั้นเรียนนอกจากนั้นยังมุ่งหวังที่จะให้นักศึกษาได้คุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้องและเหมาะสมเป็นการเริ่มต้นแนวทางประดิษฐ์และการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ อีกต่อไป

2.5.4 ความหมายของสถานการณ์จำลอง

ชาญชัย (2525 : 133 – 134) สถานการณ์จำลอง คือ การจัดสภาพแวดล้อมเลียนแบบของจริงให้มีสภาพใกล้เคียงความเป็นจริงให้มากที่สุดและให้ผู้เรียนได้ฝึกเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจจากสภาพที่กำลังเผชิญอยู่นั้นการสร้างสถานการณ์จำลองควรสร้างให้ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุดและสถานการณ์นั้น ๆ อาจเกิดขึ้นได้เสมอแต่ไม่ควรยากและซับซ้อนเกินความสามารถของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาแล้วสามารถนำประโยชน์ที่ได้จากประสบการณ์ไปเป็นเครื่องช่วยตัดสินใจในการแก้ปัญหาต่อไป การจำลองสถานการณ์ (Simulate)การจำลองเป็นการเลียนแบบจินตนาการหรือความเป็นจริงที่เป็นภาพเล็ก หรือใหญ่เกินไป อยู่ไกลเกินไปหรืองานประสบการณ์ที่ใช้จ่ายสูง หรือเสี่ยงอันตรายเกินไป เช่น การฝึกบินก่อนขับเครื่องบินจริง การฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักบินอวกาศ การขับรถ การเดินสายไฟแรงสูงหรือการจำลองสภาพจราจรในเมืองหลวงเป็นต้น เมื่อผู้ฝึกได้ใช้โปรแกรมจะช่วยลดค่าใช้จ่าย และอุบัติเหตุได้เป็นอย่างดี

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการสอนโดยการใช้สถานการณ์จำลองเป็นการเรียนหรือจำลองสภาพการณ์ หรือกระบวนการที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริงหรือตามธรรมชาติโดยทั่วไปเราอาจจะแบ่งสถานการณ์จำลองเป็น 2 ลักษณะตามลักษณะการตอบสนองหรือกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำได้แก่ Static Simulation และ Interactive Simulation

Alessi amd Trollip (1985 : 176) สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างสรรค์ และน่าสนใจมากวิธีหนึ่ง เพราะได้ศักยภาพของของเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่ โดยทั่วไปบทเรียนจุทำการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ตอบสนองต่อสถานการณ์แล้วคอมพิวเตอร์จะแสดงผลที่ได้จากการตัดสินใจนั้น

อำนาจ เจริญศิลป์ (2526 : 26) สถานการณ์จำลองช่วยประหยัดเวลาในการอธิบาย ช่วยให้เกิด Concept ในสิ่งต่าง ๆ ได้รวดเร็วกว่าการบอกจด และการอธิบายธรรมดามาก นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น แสดงบทบาทช่วยเร้าความสนใจ มีความตั้งใจได้นานขึ้น นอกจากนี้สถานการณ์จำลองยังช่วยกระตุ้นให้เกิดการแก้ปัญหาร่วมกัน สถานการณ์จำลองนี้อยู่ในอันดับถัดมาจากการให้ประสบการณ์ตรง (Direct experiences)

Isalbe H. Beck and Bruce Monroe (1969)ได้กล่าวถึงสถานการณ์จำลองว่าสถานการณ์จำลอง หมายถึง ขบวนการในรูปแบบ หรือความคล้ายคลึงสภาพความเป็นจริงมาสร้างขึ้นเพื่อจุดมุ่งหมายที่จะทดสอบสภาพการณ์ หรือเพื่อการเรียนการสอน

Romis Zowski (1974) กล่าวว่าสถานการณ์จำลองมีความหมายเหมือนกับการพยายามที่จะถ่ายทอดรูปร่างหน้าตาบางอย่างให้ผู้พบเห็นได้สัมผัสกับสิ่งเหล่านั้น แล้วบังเกิดผลเหมือนกับสัมผัสกับของจริง ในบางลักษณะตามความต้องการของผู้กระทำสถานการณ์จำลองอันนั้น เนื่องจากผลที่ต้องการบางอย่างในการจำลองสถานการณ์นั่นเอง

ประกาศิต ภัทรรังษี (2536 : 12) การเรียนแบบใช้สถานการณ์จำลองหมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถที่จะหาความรู้ และประสบการณ์ได้จากการเรียนในสภาวะที่คล้ายกับสภาพความเป็นจริงทุกประการ การนำเอาสภาพการเรียน แบบใช้สถานการณ์จำลองมาใช้ก็เพื่อที่จะลดในสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยต่อการศึกษา เช่น ลดค่าใช้จ่าย ลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เหล่านี้เป็นต้น

เสริมศรี ไชยศร (2528 : 212) การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้ได้คิดวิเคราะห์ ฝึกแสดงออกฝึกสังเกตข้อมูลประเมินข้อมูลที่สังเกตได้จึงจัดเป็นวิธีการคิดสืบค้นแบบหนึ่ง ทั้งสองวิธีเป็นการสอบให้วิเคราะห์กรณี (Case) การแสดงบทบาทสมมุติเป็นการแสดงออกในสถานการณ์ที่เป็นกรณีง่าย ๆ สั้น ๆ ส่วนการจำลองสถานการณ์ บางทีเรียกสถานการณ์จำลอง

ทัศนัย แสนพลพัฒน์ (2542 : 11) สรุป สถานการณ์จำลองหมายถึงการสร้างสถานการณ์ตามเหตุการณ์จริง หรือจินตนาการนั้น ๆ ซึ่งรายละเอียดการนำเสนอ และตอบสนองของสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำลองจะต้องไม่มาก หรือน้อยเกินไปไม่ง่ายหรือยากเกินไป และต้องเพียงพอต่อการบรรลุวัตถุประสงค์ในการทดลอง หรือการเรียนรู้ที่ตั้งไว้

2.5.5 ประเภทของสถานการณ์จำลองเพื่อการสอน

อรพรรณ พรสีมา (2530 : 6-7) ได้แบ่งประเภทของสถานการณ์จำลองเพื่อการสอนเป็น 3 ประเภท ดังนี้คือ

1.) การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสถานการณ์บินและขับรถ

2.) การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) เช่น การจำลองระดับการจราจรรันเวย์ ว่าจะมีปัญหาใดก่อนลงมือทำบนถนนจริง

3.) การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience/Encounter) การทดลองให้ผู้ฝึกงานได้ลองทำงานบางอย่างหรือตัดสินใจบางเรื่องการทำจริง ๆ ยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนรู้จากการจำลองว่าประสบการณ์ของตนเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์นั้น

2.5.6 ประโยชน์ของสถานการณ์จำลอง

การจำลองสถานการณ์ในทางการศึกษามีประโยชน์ทางด้านการเรียนการสอน และด้านการทดสอบทักษะ ซึ่งได้สรุปเป็นประเด็นสำคัญดังนี้

1.) (RomisZowski, 1974) การใช้สถานการณ์จำลองในด้านการเรียนการสอนมีประโยชน์ดังนี้

1.1) สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ทางการศึกษาได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

1.2) สามารถทำให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตจริง

1.3) ให้การเรียนการฝึกที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนง่ายต่อการเข้าใจและสร้างประสบการณ์คล้ายประสบการณ์จริง

1.4) สามารถลดค่าใช้จ่ายในทางเศรษฐกิจได้ เช่น อุปกรณ์การฝึกจริงมีราคาแพงชำรุดเสียได้ง่าย หรือสื่อของจริงต้องเดินทางไปศึกษาไกล ๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก เช่น การเรียนภูมิศาสตร์ แก้ได้โดยการเรียนในห้องที่จำลองเกี่ยวกับภูมิศาสตร์แทน

1.5) ให้ความปลอดภัยแก่ผู้เรียนในกรณีที่งานจริงมีอันตราย หรืองานที่ยุ่งยากซับซ้อน เช่น การฝึกหัดขับเครื่องบิน การซ้อมรบ เป็นต้น

1.6) ให้ผู้เรียนรู้ได้นอกเหนือจากการเรียนทางด้านเทคนิคอย่างเดียว เช่น สามารถเรียนรู้ทางเชาว์ปัญญา และทางอารมณ์ได้อีก เป็นต้น

1.7) สามารถทำให้ผู้ฝึกสถานการณ์จำลองเกิดแรงจูงใจในการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8) การจำลองสถานการณ์สามารถใช้ในหลักสูตรการเรียนการสอน ได้เป็นอย่างดี ภายใต้เงื่อนไขการสร้างอย่างมีสมมุติฐานการแก้ปัญหา และการสังเกตการณ์ประเมินผลและแก้ข้อบกพร่อง และสร้างการจำลองให้ได้ผลตามต้องการ

2.) (Cait Butler, 1972) การใช้สถานการณ์จำลองในด้านการทดสอบทักษะเนื่องจากการใช้อุปกรณ์จริงระหว่างการทดสอบทักษะประสบปัญหายุ่งยาก บางครั้งเราสามารถใช้สถานการณ์จำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อใช้ในการทดสอบทักษะเฉพาะอย่าง ถึงแม้ว่าการจำลองสถานการณ์จะไม่ทำให้เกิดงานได้เหมือนของจริง แต่ก็ไม่เป็นปัญหา ในการทดสอบทักษะเพราะสถานการณ์จำลองจะถูกสร้างอย่างรัดกุม โดยคำนึงถึงลักษณะการจำลองทักษะเป็นอย่างดี ซึ่งมีข้อคิดเห็นที่สำคัญ 4 ประการดังนี้

2.1) การจำลองสถานการณ์สามารถที่จะแยกการวัดการทดสอบเฉพาะส่วนย่อยของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานโดยตรง

2.2) การจำลองสถานการณ์เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าสถานการณ์จริง และยังสมารถสร้างการจำลองไว้เหมือนกัน ได้หลายชุด เพื่อสะดวกในการทดสอบทักษะของผู้เรียนพร้อมกันได้หลาย ๆ คน ในแต่ละครั้งของการทดสอบทักษะ

2.3) การจำลองสถานการณ์นอกจากลดปัญหาความยุ่งยากลงแล้วยังช่วยให้ผู้ทดสอบเกิดความปลอดภัยอย่างแน่นอน

2.4) การจำลองสถานการบางอย่าง อาจควบคุมได้โดยการต่อวงจรไฟฟ้าเพิ่มเติมและควบคุมการขับเครื่องด้วยสวิทช์ ซึ่งอุปกรณ์จริงไม่สามารถทำได้

Boyd and Shim berg (1973) กล่าวถึงประโยชน์ของสถานการณ์จำลองไว้ว่า การจำลองสถานการณ์นั้นสามารถใช้ในการทดสอบภาคปฏิบัติได้อย่างยอดเยี่ยม โดยเฉพาะสถานการณ์ที่อุปกรณ์จริงไม่สามารถจะทำได้เลย เช่น การจำลองสถานการณ์ การฝึกหัดขับเครื่องบิน หรือฝึกหัดนักบินอวกาศ ซึ่งสามารถจะใช้ฝึก และทดสอบเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับชีวิต และทรัพย์สินได้เป็นอย่างดี บางครั้งการจำลองสถานการณ์อาจใช้ในการเรียนหรือการสอนตามปกติได้ เช่น การตรวจเช็ควงจรไฟฟ้าในบ้าน การใช้เครื่องมือวัด ฯลฯ เป็นต้น ถึงแม้ว่าการจำลองสถานการณ์จะสร้างขึ้นเพื่อที่จะใช้เพียงบางส่วนของสถานการณ์จริง แต่สถานการณ์จำลองกับมีข้อดี คือสามารถใช้ได้ง่ายรวดเร็ว ประหยัดและแทนของจริง บางอย่างที่ใช้ในการเรียนและทดสอบไม่ได้

2.6 ภาษา Visual Basic

ฉัททวุฒิ พืชผล และ พิชิต สันติกุลานนท์ (2544 : 16) Visual Basic เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming Language) ที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ที่สร้างระบบปฏิบัติการ Windows 95/98 และ Windows NT ที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยตัวภาษาเองมีรากฐานมาจากภาษา Basic ซึ่งย่อมาจาก Beginner's All Purpose Symbolic Instruction ถ้าแปล

เอกสารนี้มีรากฐานมาจากภาษา Basic ซึ่งย่อมาจาก Beginner's All Purpose Symbolic Instruction ถ้าแปล
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ได้ความหมายก็คือ "ชุดคำสั่งหรือภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้น" ภาษา Basic มีจุดเด่นคือ ผู้ที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องการเขียนโปรแกรมเลย ก็สามารถเรียนรู้และนำไปใช้งานได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์อื่น ๆ เช่น ภาษาซี (C), ปาสคาล (Pascal), ฟอร์แทรน (Fortran) หรือ แอสเซมบลี (Assembler)

ไมโครซอฟท์ได้พัฒนาโปรแกรมภาษา Basic มานานนับสิบปี ตั้งแต่ภาษา MBASIC (Microsoft Basic), BASICA (Basic Advanced), GWBASIC และ QuickBasic ซึ่งได้ติดตั้งมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ MS DOS ในที่สุดโดยใช้ชื่อว่า QBASIC โดยแต่ละเวอร์ชั่นที่ออกมานั้นได้มีการพัฒนาและเพิ่มคำสั่งต่าง ๆ เข้าไปโดยตลอด ในอดีตโปรแกรมภาษาเหล่านี้ล้วนทำงานใน Text Mode คือเป็นตัวอักษรล้วน ๆ ไม่มีภาพกราฟิกสวยงามแบบระบบ Windows อย่างในปัจจุบัน จนกระทั่งเมื่อระบบปฏิบัติการ Windows ได้รับความนิยมอย่างสูงและเข้ามาแทนที่ DOS ไมโครซอฟท์ก็เล็งเห็นว่าโปรแกรมภาษาใน Text Mode นั้นคงถึงกาลที่หมดสมัย จึงพัฒนาปรับปรุงโปรแกรมภาษา Basic ของตนออกมาใหม่เพื่อสนับสนุนการทำงานในระบบ Windows ทำให้ Visual Basic ถือกำเนิดขึ้นมาตั้งแต่บัดนั้น

Visual Basic เวอร์ชั่นแรกคือเวอร์ชั่น 1.0 ออกสู่สายตาประชาชนตั้งแต่ปี 1991 โดยในช่วงแรกนั้นยังไม่มีความสามารถต่างจากภาษา QBASIC มากนัก แต่จะเน้นเรื่องเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมบนวินโดว์ ซึ่งปรากฏว่า Visual Basic ได้รับความนิยมและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ไมโครซอฟท์จึงพัฒนา Visual Basic ให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสามารถและเครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องมือตรวจสอบแก้ไขโปรแกรม (debugger) สภาพแวดล้อมของหารพัฒนาโปรแกรม การเขียนโปรแกรมแบบหลายวินโดว์ย่อย (MDI) และอื่นๆ อีกมากมาย

สำหรับ Visual Basic ในปัจจุบันคือเวอร์ชั่น 6.0 ซึ่งออกมาในปี 1998 ได้เพิ่มความสามารถในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลรวมทั้งปรับปรุงเรื่องมือและการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมทั้งเพิ่มเครื่องมือต่าง ๆ อีกมากมายที่ทำให้ใช้ง่ายและสะดวกขึ้นกว่าเดิม โดยเราจะค่อยๆ มาเรียนรู้ส่วนประกอบและเครื่องมือต่างๆกันในเล่มนี้ (ดูข้อมูลทางเทคนิคอย่างละเอียดว่ามีอะไรใหม่ใน Visual Basic 6.0 และการพัฒนาของเวอร์ชันต่าง ๆ ได้

Visual Basic เป็นภาษาที่เหมาะสำหรับการเรียนรู้ในการเขียนโปรแกรมนั้นเนื่องจาก Visual Basic มีข้อดีหลายประการ คือ

1.) ง่ายต่อการเรียนรู้เหมะสำหรับผู้เริ่มต้น ทั้งในเรื่องไวยากรณ์ของภาษาเองและเครื่องมือการใช้งาน ดังชื่อที่บอกอยู่แล้วว่า Basic ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น

2.) ความนิยมของตัวภาษา โดยอาจกล่าวได้ว่าภาษา Basic นั้นเป็นภาษาที่มีคนเรียนรู้และใช้งานมากที่สุดในประวัติศาสตร์ของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในด้านของตัวภาษาและความเร็วของการประมวลผล และในเรื่องของความสามารถใหม่ ๆ เช่น การติดต่อกับระบบฐานข้อมูล การเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

4.) ผู้พัฒนาสำคัญของ Visual Basic คือบริษัทไมโครซอฟท์ซึ่งจัดว่าเป็นยักษ์ใหญ่ของวงการคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน เราจึงสามารถมั่นใจได้ว่า Visual Basic จะยังมีการพัฒนา ปรับปรุงและคงอยู่ไปอีกนาน

นอกจาก Visual Basic มาตรฐานแล้วยังมีภาษาที่เป็นแบบเดียวกันอีก 2 แบบคือ

1.) Visual Basic for Application Edition (VBA) ที่มาพร้อมกับชุด Microsoft Office และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกมากมายบน Windows เพื่อเพิ่มความสามารถในการเขียนโปรแกรมให้กับแอพพลิเคชั่นเหล่านั้น

2.) VB Script Edition ที่มีการเขียนโปรแกรมเหมือนกับภาษา Visual Basicแทบทุกประการแต่มีการเขียนเป็น Script หรือเป็นชุดคำสั่ง (คล้ายกับ Batch File ใน DOS)ในปัจจุบัน VB Script มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในหารเขียนสร้างโฮมเพจในอินเตอร์เน็ต หรือในโปรแกรมประยุกต์ที่มีการติดต่อกับฐานข้อมูลและระบบเครือข่าย

ภาษา VBA นี้จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ภาษา Visual Basic เพื่อปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมให้ตรงความต้องการและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น โปรแกรม Word, Excel หรือ PowerPoint ได้เตรียมภาษา VBA มาให้ผู้ใช้ ซึ่งการเขียนโปรแกรมแทบจะเหมือนกับภาษา Visual basic ทุกประการ ทำให้ผู้ใช้สามารถปรับแต่งการทำงานของชีทคำนวณ Excel ได้หรือแม้กระทั่งเชื่อมต่อการทำงานระหว่างโปรแกรม เช่น เชื่อมข้อมูลระหว่าง Excel, PowerPoint และ Word ให้ทำงานร่วมกันอย่างอัตโนมัติ ทั้ง VBA และ VB Script นั้นจึงเปรียบเสมือนผลพลอยได้ของผู้ศึกษาVisual Basic เนื่องจากมีไวยากรณ์ของภาษาที่เหมือนกัน ดังนั้นการเรียนรู้ Visual Basic จึงเสมือนยิงปืนนัดเดียวได้นกสามตัวเลยทีเดียว

ถ้าจะกล่าวโดยสรุปถึงข้อดีของการศึกษา Visual Basic ก็คือเป็นภาษาที่ใช้ง่าย สะดวก มีผู้ใช้เยาะ มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีประโยชน์มากมาย และมีความสามารถไม่แพ้ภาษาใด ๆ ถ้าคิดจะเรียนรู้ภาษาคอมพิวเตอร์สักภาษาหนึ่งแล้วละก็ รับรองว่าไม่ผิดหวังที่เรียนรู้ Visual Basic

2.7 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

(ดร.วิเชียร เกตุสิงห์, 2538 : 58) แม้จะกล่าวมาแล้วว่า เครื่องมือที่ดีมีลักษณะอย่างไร และการที่จะสร้างเครื่องมือให้ใช้ได้ดีจะต้องคำนึงถึงอะไรบ้าง แต่นั่นก็เป็นเพียงข้อแนะนำเชิงทฤษฎี ในทางปฏิบัติผู้วิจัยที่จะต้องสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล ก็จะต้องนำคำแนะนำดังกล่าวไปใช้ในการลงมือสร้างเครื่องมือ ปัญหาก็คือ จะแน่ใจได้อย่างไรว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพดีพอที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้เที่ยงตรง หรือ มีความเชื่อถือได้ตามสมควร ในเรื่องนี้ได้มีผู้รู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยายามหาหนทางที่จะตรวจสอบว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณลักษณะ หรือคุณภาพใช้การได้หรือไม่ ผู้เขียนจะเสนอเป็นสองแนวทาง คือการให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้รู้เป็นผู้ตรวจสอบ กับวิธีการนำไปทดลองใช้ดูก่อนแล้วใช้วิธีทางสถิติเข้าช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือนั้น ดังจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไปนี้

การให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากอะไรนัก กล่าวคือ เมื่อสร้างเครื่องมือเสร็จแล้ว ไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบ แบบสอบถาม หรือแบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต หรืออะไรก็ตาม ก็ให้คิดว่าใครเป็นผู้รู้ ผู้มีประสบการณ์ในทางนี้ (ถ้าไม่ทราบก็ถามผู้อื่นดูก็ได้) แล้วเลือกมา 3-5 ท่าน (มากกว่านี้ก็ได้) แล้วส่งเครื่องมือนั้นไปให้ท่านพิจารณาว่าเครื่องมือของเรามีคุณภาพใช้การได้หรือไม่ เช่น วัดได้ตรงตามประเด็นที่จะวัดหรือไม่ หลงประเด็นหรือเปล่าอ่านแล้วรู้เรื่องไหม คำตอบจะได้ออกมาอย่างไร ผู้ตอบจะยินดีตอบหรอไม่ คือ ดูได้ทุกอย่างแม้เรื่องการใช้ภาษาด้วย และถ้าเป็นไปได้ควรให้มีผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคการสร้างเครื่องมือดูด้วยก็ยิ่งดี โดยผู้เชี่ยวชาญที่ว่านี้อาจไม่จำเป็นต้องรู้เนื้อหาในเรื่องที่ถามด้วยก็ได้ เพื่อตรวจสอบในเชิงเทคนิควิธีเท่านั้น ส่วนเนื้อหาให้เป็นหน้าที่ของผู้เชี่ยวชาญกลุ่มแรก

การวิเคราะห์จากผลการทดลองใช้เครื่องมือ ในกรณีที่ไม่สามารถจะให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบได้ หรือให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแล้ว แต่ผู้วิจัยยังไม่มีความมั่นใจในเครื่องมือที่สร้างขึ้นวิธีที่อยากจะแนะนำวิธีหนึ่งก็คือ การนำเครื่องมือนั้นไปทดลองใช้ดูก่อน ซึ่งหมายถึงการหากลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียง หรือเหมือนกับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการเก็บข้อมูลจริงมากลุ่มหนึ่ง ให้มีจำนวนอย่างน้อยที่สุดสัก 30 คน แต่ถ้าหาให้ได้ถึง 100 คนก็ยิ่งดี (กลุ่มนี้ขอให้เป็นคนละกลุ่ม กับกลุ่มตัวอย่างที่จะไปเก็บข้อมูลจริง) เมื่อหาได้แล้วก็เอาเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มนี้ แล้วนำผลวิเคราะห์ ซึ่งโดยทั่วไปจะตรวจสอบ 2 ลักษณะ คือ ดูเป็นรายข้อกับดูรวม ๆ ทั้งฉบับ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

ลิขิต พลเหลา (2528) ได้สร้างชุดฝึกจำลองระบบไฟฟ้ารถยนต์โดยนำไปทดลองหาผลการฝึกกับนักศึกษา ปวช.2 ของวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม ผลการทดลองปรากฏว่า ชุดฝึกจำลองสามารถช่วยให้ผลการฝึกของนักศึกษาสูงขึ้น และสามารถนำไปใช้ฝึกแทนรถยนต์จริงได้

เกียรติ จิระมานะพันธ์ (2536) ได้จำลองแบบทางคอมพิวเตอร์ของเครื่องจักรไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยการสร้างโปรแกรมที่ใช้งานบนไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองเครื่องจักรไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส สมมาตร โดยการนำเอาสมการอนุพันธ์ที่ใช้การแปลงไปอยู่บนกรอบอ้างอิงแบบอิสระ ซึ่งอธิบายพฤติกรรมทางพลวัตรของสภาวะการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องจักรไฟฟ้า เพื่อนำมาช่วยในการวิเคราะห์ ข้อดีของวิธีการนี้ คือการทำงานของโปรแกรมทำได้รวดเร็วกว่า และมีความแม่นยำที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เคียงกับวิธี Runge Kutta โปรแกรมนี้เขียนขึ้นด้วยภาษาปาสคาล และใช้งานกับคอมพิวเตอร์ที่มีซีพียูแบบ 8048

พิศนุ ตันติถาวร (2536) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองผลตอบสนองเชิงเวลาโดยเป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับให้ผู้ที่เริ่มเรียนวิชาวิศวกรรมควบคุม และผู้ที่ออกแบบระบบควบคุม หาผลตอบสนองเชิงเวลา โปรแกรมที่ถูกพัฒนานี้เรียกว่าโปรแกรม CSSP การใช้โปรแกรมนี้ในแบบต่าง ๆ ได้แสดงให้เห็นถึงความคล่องตัวและความแม่นยำ ข้อดีของโปรแกรม CSSP คือใช้งานง่ายสำหรับผู้ที่เริ่มเรียน , ใช้เวลาในการเตรียมข้อมูลน้อยกว่า มีคำอธิบายในการกำหนดตัวแปรของอุปกรณ์

นิวัติ สุขศิริสันต์ (2537) ได้สร้างเครื่องจำลองการทำงาน ของเครื่องควบคุมแบบใช้คำสั่งโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีลักษณะการทำงานเหมือนเครื่องจริง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเรียนด้วยเครื่องจำลองที่สร้างขึ้นกับการเรียนด้วยเครื่องจริงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุวิทย์ ยิบมันตะสิริ (2546 : 2) รูปแบบการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการศึกษาเสมือนจริงที่กำลังได้รับความนิยม ทำได้ทั้งการสร้างเครือข่ายการเรียนการสอน โดยมีศูนย์อยู่ในส่วนกลางเพื่อผลิตเนื้อหาส่งผ่านอุปกรณ์ส่งสัญญาณกระจายผ่านเครือข่ายเคเบิ้ลนำแสง หรือใช้ดาวเทียมยิงสัญญาณไปยังเครื่องรับทางไกลก็ได้ นอกจากนี้สามารถนำเอาห้องเรียนไปไว้บนอินเทอร์เน็ต โดยมีอินเทอร์เน็ตโปโตคอล เป็นโครงสร้างพื้นฐานในการเรียนใช้ซอฟต์แวร์ช่วยการสอนทางไกล ที่ทำให้เว็บเพจกลายเป็นแหล่งความรู้

การเรียนแบบห้องเรียนเสมือน ยังทำให้นักศึกษาสามารถเลือกศึกษาวิชาที่มีความสนใจและต้องการหาความรู้เพิ่มเติม จุดเด่นเฉพาะของระบบการเรียนแบบห้องเรียนเสมือน ที่มีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ โดยเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลกลาง สามารถให้นักเรียนกลับมาทบทวนบทเรียนหรือเรียนซ้ำ โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลา การเริ่มต้นเพื่อเข้าสู่ระบบการเรียนแบบห้องเรียนเสมือน ควรเริ่มต้นการเลือกเนื้อหาวิชาที่ต้องการหลังจากนั้นการเข้าเป็นสมาชิกของเครือข่ายเพียงมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต หรือระบบเครือข่ายการเรียนแบบห้องเรียนเสมือนบางแห่งสามารทำผ่านโทรทัศน์ ด้วยระบบดาวเทียมเท่านี้ ทั้งนักเรียน ครูและผู้ที่สนใจหาความรู้ทั่วไป ก็สามารถใช้ประโยชน์จากการเรียนทางไกลได้อย่างไม่ยาก

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Bobbert (1983 : 2300-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบการทดลองวิชาเคมีกับการเรียนวิชาเคมีด้วยการฝึกฝนการทดลองด้วยตนเอง ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเคนตักกีในสหรัฐอเมริกาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมี 101,105 และ 111 จำนวน 153 คนโดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนการสอนตามปกติ และแบบจำลองคอมพิวเตอร์ผลการวิจัยพบว่า ในการทดสอบสสารประสบการณ์โดนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้แบบการทดลองคอมพิวเตอร์ จะมีประสิทธิภาพด้านการเรียนการสอนเหมือนกับการทำการทดลองด้วยตนเอง และมีประสบการณ์กับแบบจำลองด้วยจะได้คะแนนมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกว่ากลุ่มนักศึกษาที่ทำการทดลองด้วยตนเองเพียงอย่างเดียวหรือ มีประสบการณ์กับแบบจำลองคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ทำการทดลองตามปกติกับกลุ่มที่ใช้แบบจำลองโดยคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้นักศึกษายังให้ความเห็นว่าเขาสนใจที่จะปฏิสัมพันธ์กับการฝึกแบบจำลองคอมพิวเตอร์ ที่มีวิธีการเรียนเป็นที่พึงพอใจ และนักศึกษาจำนวนมากกว่าครึ่งต้องการที่จะร่วมกิจกรรมกับคอมพิวเตอร์ในการเรียนครั้งต่อไป

Koch (1973 : 28 – 29) ได้กล่าวว่างานวิจัยของสมาคมครูใหญ่ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งชาติและคณะกรรมการเทคโนโลยีทางการศึกษาของสหรัฐ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจโรงเรียนด้วยผลการวิจัยพบว่าการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างรูปแบบและจำลองสถานการณ์กำลังมีเพิ่มมากขึ้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา เช่นในวิชาเศรษฐชีววิทยาเคมีแลฟิสิกส์ส่วนโปรแกรม สำหรับ ฝึกหัดทักษะนั้นได้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยสร้างโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คืออาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คืออาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา และวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศจำนวนรวมทั้งสิ้น 20 ท่าน ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และการสุ่มอย่างง่าย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ประกอบด้วย

1.) โปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2.) แบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

3.3 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

การสร้างโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามลำดับดังนี้

1.) ศึกษาทฤษฎีและหลักการของการเขียนโปรแกรม Visual Basic

2.) ศึกษาเนื้อหาหลักสูตรวิชาเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน จากตำราอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สารกึ่งตัวนำและวงจร (ภาคปฏิบัติ) และใบงานวิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1-2 ซึ่งจะนำข้อมูลใช้ในการสร้างโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เอกสารนี้ก็เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) กำหนดขอบเขตขนาด และความสามารถของโปรแกรม

4.) สร้างแบบร่างของโปรแกรม ออกแบบหน้าจอและออกแบบรูปกราฟิกของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานต่างๆ

5.) นำแบบร่างของโปรแกรม แบบหน้าจอและออกแบบรูปกราฟิกของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานต่างๆ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ

6.) สร้างโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นโดยใช้โปรแกรม Visual Basic เป็นโปรแกรมหลักในการสร้างโดยใช้โปรแกรมชนิดอื่นร่วม เช่น โปรแกรม MS Excel โปรแกรมสำหรับสร้าง และแต่งภาพกราฟิก เป็นต้น

7.) นำโปรแกรมที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบอีกครั้ง

8.) นำโปรแกรมที่สร้างเสร็จแล้วเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นจำนวน 5 ท่านดังรายนามดังนี้

1. นายรังสันต์ ยอดสร้อย	บ. ไอ บี เอ็ม(ประเทศไทย) จก. ตำแหน่ง Project Manager
2. นายบุญชัย แซ่ก๊วย	บ. Reuter Software (ประเทศไทย) จก. ตำแหน่ง GroupReader
3. นายสุรพงษ์ กนกทิพย์สถาพร	บ. MFATIX จก. ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ
4. นายจักรพงศ์ ธนเสถียรพงศ์	บ. Giant System จก. ตำแหน่ง IT Support Manager
5. นายกิตติ อวยจินดา	บ. เอส วัน เทคโนโลยี จก. ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ

ผลการประเมินคุณภาพโปรแกรมโดยผู้ทรงคุณวุฒิส่วนมากมีความเห็นว่าโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจัดอยู่ในระดับคุณภาพดี ($\overline{X}$ = 4.16, S.D. = 0.47)

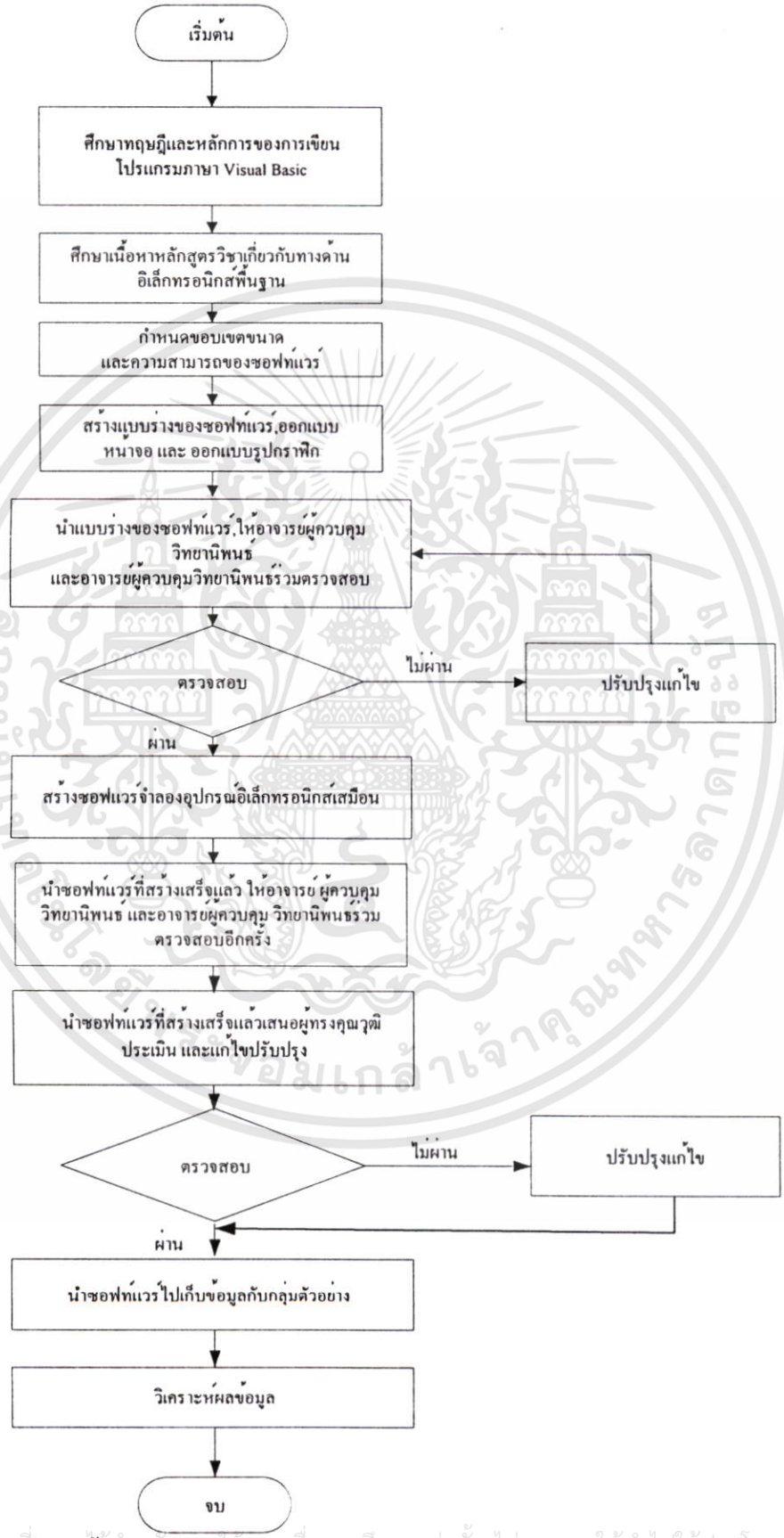
9.) นำโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่ผ่านการปรับปรุงแล้วเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างคือ อาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา และวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศจำนวนรวมทั้งสิ้น 20 ท่าน

10.) นำผลข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ

ผลการประเมินคุณภาพโปรแกรมโดยกลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีความเห็นว่าโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจัดอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก ($\overline{X}$ = 4.51, S.D. = 0.63)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสามารถสรุปได้ตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.) กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่การนำเสนอ และการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับในการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1.1) ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดี

ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

1.2) เกณฑ์การประเมินคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4.50-5.00 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

3.50-4.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับดี

2.50-3.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

1.00-1.49 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

2.) นำแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.) นำแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาความสอดคล้องโดยกำหนดคะแนนความเห็นดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

กำหนดเกณฑ์การยอมรับว่าแบบประเมินข้อนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์จากค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปและหากไม่ตรงจุดประสงค์ คือต่ำกว่า 0.5 ให้ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งนี้แบบประเมินนี้ ได้ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถามกับรายการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน และมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ทุกรายการดังมีรายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

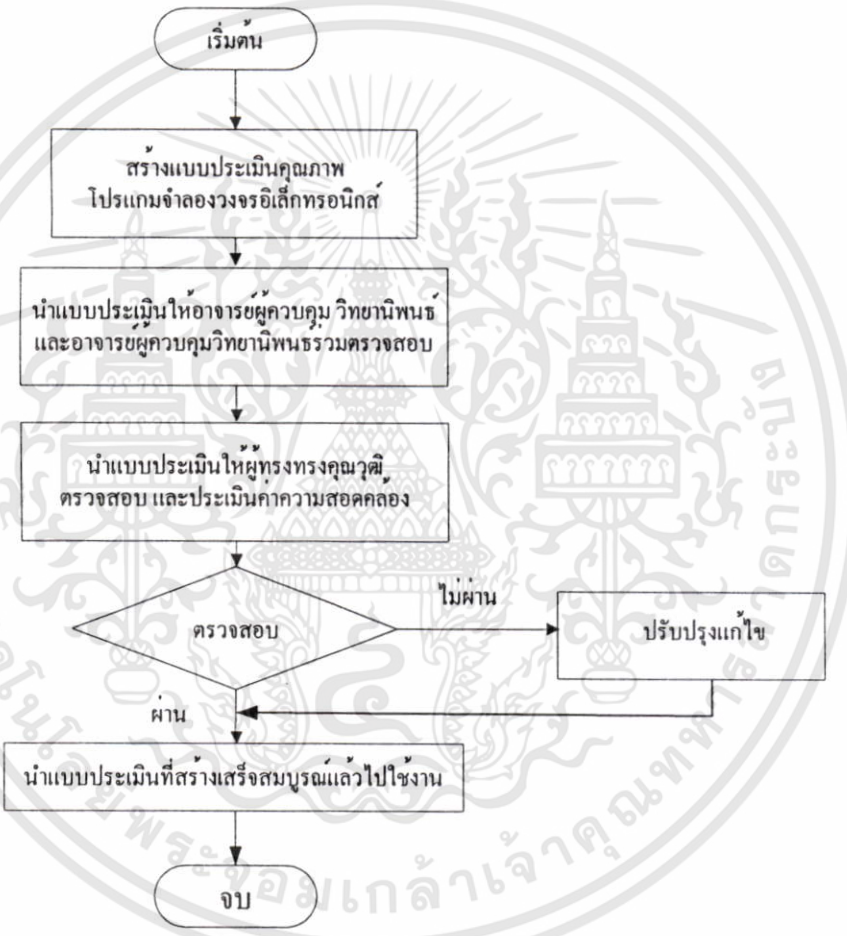
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) อ.ประกอบ เจริญศิลป อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค ฉะเชิงเทรา

2.) อ.สุทธิ์พงษ์ ชุ่มขุนทด อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ

3.) อ.ว่าที่ร้อยตรีเกษตร อ๊อกเวชะ หัวหน้าแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครนายก

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสามารถสรุปได้ตามรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลประเมินคุณภาพโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยจัดทำหนังสือขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ถึงผู้บริหารวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา และวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัยในครั้งนี้

3.4.2 นำระบบที่สร้างเสร็จแล้วบันทึกในแผ่นซีดีรอม เพื่อนำไปติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ของกลุ่มตัวอย่างทุกท่าน

3.4.3 กลุ่มตัวอย่างใช้โปรแกรมจนเกิดความชำนาญ

3.4.4 กลุ่มตัวอย่างตอบแบบประเมินคุณภาพ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ได้จากการนำแบบแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติช่วยในการวิเคราะห์ดังนี้

3.5.1 หาค่าเฉลี่ย (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538 : 164) ใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

N แทน จำนวนข้อมูล

3.5.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวีวรรณ ชินตระกูล. 2538 : 179) ใช้สูตร

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนข้อมูล

X แทน ค่าคะแนนแต่ละคน

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีความสอดคล้อง (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2526 : 68-70)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อการพัฒนาและหาคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เมื่อทำการพัฒนาเสร็จแล้วได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่ างเพื่อหาคุณภาพ โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่ได้จากการประเมินของอาจารย์กลุ่มตัวอย่าง

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

4.1 การประเมินคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
1. การใช้งานระบบ			
1.1 การเรียกใช้โปรแกรม	4.20	0.45	ดี
1.2 การออกแบบหน้าจอ	4.40	0.55	ดี
1.3 ความเหมาะสมของปุ่มคำสั่งต่างๆ	4.00	0.00	ดี
1.4 ความชัดเจนของคำสั่งการใช้งาน	3.60	0.55	ดี
1.5 ความสะดวก และความคล่องตัวในการใช้งาน	4.60	0.55	ดีมาก
1.6 วิธีควบคุมการใช้งาน เช่น การใช้แป้นพิมพ์ การใช้เมาส์	4.40	0.55	ดี
2. คุณสมบัติของระบบ			
2.1 มีสัญลักษณ์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้เลือกใช้งาน	4.80	0.45	ดีมาก
2.2 มีเส้นสำหรับต่ออุปกรณ์ต่างๆ เป็นวงจรตามที่ต้องการ	4.80	0.45	ดีมาก
2.3 พื้นที่สำหรับต่อวงจร	4.00	0.71	ดี
2.4 ความสะดวกในการต่อวงจร เช่น การลากเส้น การหมุนของอุปกรณ์, การลบ และ คัดลอกอุปกรณ์	4.00	0.71	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
2.5 การใส่ค่าของอุปกรณ์	4.00	0.00	ดี
2.6 การใส่ค่าลงในสมการ	3.20	0.45	ปานกลาง
2.7 การเก็บค่าในฐานข้อมูล	4.20	0.45	ดี
2.8 ความถูกต้องของเนื้อหา เช่น สมการ , สัญลักษณ์	4.00	0.71	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.16	0.47	ดี

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในภาพรวม อยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 4.16) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่ามีรายการที่อยู่ในระดับดีมาก 3 รายการคือ ความสะดวก และความคล่องตัวในการใช้งาน มีสัญลักษณ์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้เลือกใช้งาน และมีเส้นสำหรับต่ออุปกรณ์ต่างๆ เป็นวงจรตามที่ต้องการ นอกนั้นอยู่ในระดับดี 11 รายการ

4.2 การประเมินคุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจากการประเมินของอาจารย์กลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจากการประเมินของอาจารย์กลุ่มตัวอย่าง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
1. การนำเสนอ			
1.1 ความชัดเจนอ่านง่าย ของตัวอักษร และภาพ	4.50	1.29	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และภาพ	4.45	0.60	ดี
1.3 ความเหมาะสม ของขนาดเมนูคำสั่งต่างๆ	4.60	0.50	ดีมาก
1.4 รูปแบบการจัดวางหน้าจอ	4.65	0.49	ดีมาก
2. การใช้งานโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น			
2.1 การออกแบบหน้าจอ	4.60	0.50	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของปุ่มคำสั่ง	4.55	0.69	ดีมาก
2.3 ความชัดเจนของคำสั่งการใช้งาน	4.35	0.59	ดี
2.4 ความสะดวก และคล่องตัวในการใช้งาน เช่น การเรียกใช้ตัวอุปกรณ์, การใส่ค่า, การต่อวงจร	4.55	0.51	ดีมาก

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	$S.D.$	ระดับคุณภาพ
2.5 วิธีการควบคุมการใช้งาน เช่นการใช้แป้นพิมพ์ การใช้เมาส์	4.50	0.61	ดีมาก
2.6 ความสมบูรณ์ ของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ	4.30	0.66	ดี
2.7 ความรวดเร็วในการใช้งาน เช่น การเรียกใช้คำสั่งต่างๆ	4.75	0.44	ดีมาก
2.8 ความเหมาะสมของวิธีการโต้ตอบ กับผู้ใช้	4.40	0.68	ดี
2.9 ความถูกต้องของสัญลักษณ์ที่ใช้	4.45	0.69	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.51	0.63	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในภาพรวม อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.51) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่ามีรายการที่อยู่ในระดับดี 5 รายการคือ ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และภาพ ความชัดเจนของคำสั่งการใช้งาน ความสมบูรณ์ ของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ความเหมาะสมของวิธีการโต้ตอบ กับผู้ใช้ และความถูกต้องของสัญลักษณ์ที่ใช้นอกนั้นอยู่ในระดับดีมาก 9 รายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.) เพื่อพัฒนาโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2.) เพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3.) เพื่อหาคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดย กลุ่มตัวอย่าง

5.1.2 สมมุติฐานของการวิจัย

คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยการประเมินจากกลุ่มตัวอย่างมีคุณภาพระดับดี ($\overline{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป

5.1.3 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ อาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ อาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา และวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศจำนวนรวมทั้งสิ้น 20 ท่าน ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และการสุ่มอย่างง่าย

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.) โปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2.) แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เพื่อตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัย เทคนิคฉะเชิงเทรา และวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ รวมจำนวน 20 คน โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1.) ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้

2.) กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3.) นำหนังสือขออนุญาต ในการนำโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนำไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้ และทำแบบทดสอบหาคุณภาพเสนอขออนุญาตต่อวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา และวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ

4.) แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ขอบข่าย เนื้อหา วัตถุประสงค์และคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบคุณภาพ

5.) นำโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คืออาจารย์ผู้สอน สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทราและวิทยาลัยการอาชีพนวมินทราชูทิศ รวมจำนวน 20 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้โปรแกรมจนเกิดความชำนาญโดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง หลังจากกลุ่มตัวอย่างใช้โปรแกรมจนเกิดความชำนาญแล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบ ประเมินคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นและนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1.) วิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ

2.) วิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1.) โปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่สร้างขึ้นสามารถทำงานตามข้อกำหนดที่ตกลงไว้อย่างมีคุณภาพตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินไว้

2.) ผลการวิเคราะห์คุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง ที่ทดลองใช้โปรแกรม ให้คะแนนเฉลี่ยระดับคุณภาพของทุกรายการอยู่ที่ 4.51 คือระดับคุณภาพดีมาก ซึ่งมีค่ามากกว่า 3.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่สร้างขึ้นสามารถ สร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์เสมือนได้ โดยมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 9 ชนิด แหล่งจ่ายแรงดันและแหล่งจ่ายกระแส ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Source) และเครื่องมือวัดค่าแรงดัน(Volt Meter) และกระแสไฟฟ้า (Amp Meter) ให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้งาน โปรแกรมสามารถป้อนชื่ออุปกรณ์ และกำหนดค่าให้กับอุปกรณ์ได้ อีกทั้งยังสามารถวัดค่าแรงดัน หรือกระแสไฟฟ้า ในจุดที่ต้องการของวงจรได้ โดยต่อเครื่องมือวัดเสมือนเข้าไปในวงจร และป้อนสมการที่ต้องการวัดให้แก่เครื่องมือวัด โปรแกรมจะแสดงค่าการวัด หรือผลลัพธ์ให้แก่ผู้ใช้ ทำให้เกิดประโยชน์ แก่อาจารย์ผู้สอนในการนำโปรแกรมไปประยุกต์ใช้งานต่อไป หรือนักศึกษาในการทดลองต่อวงจรโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์จริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินคุณภาพของโปรแกรมที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ และกลุ่มตัวอย่าง

เป็นการสร้างเครื่องมือสำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างเนื้อหาที่สมบูรณ์ในอนาคตเพื่อประกอบการเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 6 วิชา ได้แก่ วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 และ อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 2

ผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพของโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดีและมีคะแนนเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพจากกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดีมากแสดงว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับจากผู้ทรงคุณวุฒิและกลุ่มตัวอย่าง โดยสามารถนำโปรแกรมไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียน การสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.) ควรมีการเตรียมพร้อม และศึกษาข้อมูล วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการสร้างก่อนการใช้งานโปรแกรม

2.) สัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เสมือนที่สร้างขึ้นควรจะสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะ ภายนอกอย่างสอดคล้อง เช่น LED สามารถกระพริบได้เมื่อได้รับ Bias ที่ถูกต้อง เป็นต้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1.) ควรเพิ่มจำนวนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ครบสำหรับสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.) ควรมีการเพิ่มการติดต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลรือแสดงผลกับอุปกรณ์จริงภายนอกผ่านการรับส่งข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์เช่น USB หรือ Serial Port.

เอกสารนี้ ... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) ควรมีการพัฒนาและนำโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นไปใช้งานร่วมกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ เพื่อการศึกษาแบบห้องเรียนเสมือนที่สมบูรณ์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา. 2545. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม** : กระทรวงศึกษาธิการ

เกียรติ จิระมานะพันธ์. 2536. "การจำลองแบบทางคอมพิวเตอร์ของเครื่องจักรไฟฟ้าเหนี่ยวนำ" วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชาญชัย อินทรประวัติ. 2523. **วิธีการสอนแบบจุลภาค.** องค์การค้าคุรุสภา

จรณิต แก้วกังวาล. 2540. **วิศวกรรมซอฟต์แวร์หลักการออกแบบพัฒนาระบบเชิงวิศวกรรมและองค์ประกอบมนุษย์.** กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น

จิรวัฒน์ สุรเดโช, นภัทร วัจนเทพินทร์. 2540. **สารกึ่งตัวนำและวงจร (ภาคปฏิบัติ).** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ

ทัศนัย แสนพลพัฒน์. "การออกแบบและสร้างชุดจำลองการทำงานเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงด้วยคอมพิวเตอร์" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นภัทร วัจนเทพินทร์. 2545. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุเทพมหานคร : สกายบุ๊กส์

นิวัติ สุขศิริสันติ. 2537. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการควบคุมแบบโปรแกรมได้ระหว่างการเรียนด้วยเครื่องจำลองกับการเรียนด้วยเครื่องกล" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บรรพต ชมงาม. 2539. "การพัฒนาโปรแกรมฐานข้อมูล สำหรับสืบค้นการเรียนการสอนทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประกาศิต ภัทรรังษี. 2536. " การสร้างชุดฝึกสถานการณ์จำลองปัญหาปรับอากาศในรถยนต์ " วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พิศณุ ตันติถาวร. 2536. "การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองผลตอบสนองเชิงเวลาของระบบควบคุม" วิทยานิพนธ์วิศววกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. **วิธีวิจัยการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขิต พลเหลา. 2528. "การสร้างชุดฝึกจำลองระบบไฟฟ้ารถยนต์" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2526. : 68-70 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่าง แบบทดสอบภาคทฤษฎีกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วโรดม มุทาไร. 2541. **ใบงาน วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1-2.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

ฉัททวุฒิ พืชผล และพิชิต สันติกุลานนท์. 2544. **คู่มือเรียน Visual Basic 6.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท โปรวิชั่น จำกัด

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. 2550. **คู่มือเรียน Visual Basic 2005.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท โปรวิชั่น จำกัด

สุวิทย์ ยิบมันตะสิริ. 2546. "การพัฒนาระบบการสอนแบบห้องเรียนเสมือนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เสริมศรี ไชยศร. 2528. **ระบบหลักสูตรการสอน.** เชียงใหม่ : พระสิงห์การพิมพ์

อรพรรณ พรศรีมา. 2530. **เทคโนโลยีทางการสอน**. กรุงเทพ : โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์

อัจรีย์ พิมพิมูล. 2544. " การพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต." โครงงานวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Alessi, Stephen M. and Stanley R. Trollip. 1985. **Computer Baseed Instruction Method and Development.** Englewood Cliff, New Jersey : Prentice-Hall, Inc.

Isable, H Beck. And Bruee Monroe. 1968. **Some Dimension of Simulation**. Education Technology (Mineographed)

Romiszowski, A.J. 1974. **The Selection Use of Instructional Media.** London : Kogen Page Limited

Bobbert, Larry Clyde. 1983. " **The Effects of Using Interactive Computer Simulated Laboratry Experiments in College Chemistry Course**. " Dissertation Abstracts International. Vol.43, No.7 : 2300-A

Koch, Warren J. 1973. **" Basic Fact about Using the Computer in Instruction. "** The Education Digest : 197 : 28-31.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการต่าง ๆ

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม รหัสประจำตัว 46065521 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (DEVELOPMENT OF ELECTRONIC CIRCUITS SIMULATION)" โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2548

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ.2548

(รศ.ดร.อิทธิพล แจ้งชัด)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0033

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 มกราคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมเพื่อการวิจัย

เรียน นายสุรพงษ์ กนกทิพย์สถาพร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์" โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ [illegible]

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 มกราคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมเพื่อการวิจัย

เรียน นายรังสันต์ ยอดสร้อย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์" โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0230

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

18 มกราคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมเพื่อการวิจัย

เรียน นายจักรพงศ์ ธนเสถียรพงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์" โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0354

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มกราคม 2551

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์" โดยมี รศ.ดร.สุรศิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2548 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามกับอาจารย์แผนกอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0354

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มกราคม 2551

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพ นวมินทราชูทิศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์" โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2548 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามกับอาจารย์แผนกอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ ๐๘๗๐ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๑ กุมภาพันธ์ 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สุทธิ์พงษ์ ชุ่มขุนทด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมเพื่อการวิจัย

ด้วย นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์" โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0070

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ

๒๐ กุมภาพันธ์ 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมเพื่อการวิจัย

เรียน ว่าที่ ร.ต.เกษตร อ๊อกเวชะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมเพื่อการวิจัย

ด้วย นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหก
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกร
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์" โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้อง
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0870

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

26 กุมภาพันธ์ 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ประกอบ เจริญศิลป์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมเพื่อการวิจัย

ด้วย นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์" โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0870

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

2 กุมภาพันธ์ 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สุทธิพงษ์ ชุ่มขุนทด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมเพื่อการวิจัย

ด้วย นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาโปรแกรมจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์" โดยมี รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาดและคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ)

แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมิน
คุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คำชี้แจง

ให้ท่านทำเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบสอบถามข้อใดมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาว่าสามารถวัดได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์ที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาดังนี้

1. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ (แน่ใจว่าวัดได้) ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่อง +1
2. แบบประเมินข้อใดไม่แน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ (ไม่แน่ใจว่าวัดได้) ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่อง 0
3. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ (แน่ใจว่าวัดไม่ได้) ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่อง -1

หากท่านมีความคิดเห็นนอกเหนือจากนี้โปรดเขียนข้อคิดเห็นลงในช่องว่างของแต่ละตอนที่จัดเตรียมไว้

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ .....

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมิน
คุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. การใช้งานระบบ				
1.1 การเรียกใช้โปรแกรม				
1.2 การออกแบบหน้าจอ				
1.3 ความเหมาะสมของปุ่มคำสั่งต่างๆ				
1.4 ความชัดเจนของคำสั่งการใช้งาน				
1.5 ความสะดวก และความคล่องตัวในการใช้งาน				
1.6 วิธีควบคุมการใช้งาน เช่น การใช้แป้นพิมพ์ การใช้เม้าส์				
2. คุณสมบัติของระบบ				
2.1 มีสัญลักษณ์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้เลือกใช้งาน				
2.2 มีเส้นสำหรับต่ออุปกรณ์ต่างๆ เป็นวงจรตามที่ต้องการ				
2.3 พื้นที่สำหรับต่อวงจร				
2.4 ความสะดวกในการต่อวงจร เช่น การลากเส้น การหมุนของอุปกรณ์, การลบ และ คัดลอกอุปกรณ์				
2.5 การใส่ค่าของอุปกรณ์				
2.6 การใส่ค่าลงในสมการ				
2.7 การเก็บค่าในฐานข้อมูล				
2.8 ความถูกต้องของเนื้อหา เช่น สมการ , สัญลักษณ์				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมิน
คุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)

รายการประเมิน	คะแนนผู้ทรงคุณวุฒิ			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. การนำเสนอ				
1.1 ความชัดเจนอ่านง่าย ของตัวอักษร และภาพ				
1.2 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และภาพ				
1.3 ความเหมาะสม ของขนาดเมนูคำสั่งต่างๆ				
1.4 รูปแบบการจัดวางหน้าจอ				
2. การใช้งานโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น				
2.1 การออกแบบหน้าจอ				
2.2 ความเหมาะสมของปุ่มคำสั่ง				
2.3 ความชัดเจนของคำสั่งการใช้งาน				
2.4 ความสะดวก และคล่องตัวในการใช้งาน เช่น การเรียกใช้ตัวอุปกรณ์, การใส่ค่า, การต่อวงจร				
2.5 วิธีการควบคุมการใช้งาน เช่นการใช้แป้นพิมพ์ การใช้เม้าส์				
2.6 ความสมบูรณ์ ของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ				
2.7 ความรวดเร็วในการใช้งาน เช่น การเรียกใช้คำสั่งต่างๆ				
2.8 ความเหมาะสมของวิธีการโต้ตอบ กับผู้ใช้				
2.9 ความถูกต้องของสัญลักษณ์ที่ใช้				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ)

คำชี้แจง

แบบสอบถามคุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นนี้ ต้องการประเมินคุณภาพของโปรแกรมมีคุณภาพอยู่ในระดับใด

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

คะแนนระดับคุณภาพมี 5 ระดับ คือ 5 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก, 4 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับดี, 3 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง, 2 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้, 1 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. การใช้งานระบบ					
1.1 การเรียกใช้โปรแกรม					
1.2 การออกแบบหน้าจอ					
1.3 ความเหมาะสมของปุ่มคำสั่งต่างๆ					
1.4 ความชัดเจนของคำสั่งการใช้งาน					
1.5 ความสะดวก และความคล่องตัวในการใช้งาน					
1.6 วิธีควบคุมการใช้งาน เช่น การใช้แป้นพิมพ์ การใช้เม้าส์					
2. คุณสมบัติของระบบ					
2.1 มีสัญลักษณ์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้เลือกใช้งาน					
2.2 มีเส้นสำหรับต่ออุปกรณ์ต่างๆ เป็นวงจรตามที่ต้องการ					
2.3 พื้นที่สำหรับต่อวงจร					
2.4 ความสะดวกในการต่อวงจร เช่น การลากเส้น การหมุนของอุปกรณ์, การลบและคัดลอกอุปกรณ์					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
2.8 การใส่ค่าของอุปกรณ์					
2.9 การใส่ค่าลงในสมการ					
2.10 การเก็บค่าในฐานข้อมูล					
2.8 ความถูกต้องของเนื้อหา เช่น สมการ , สัญลักษณ์					

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
(สำหรับกลุ่มตัวอย่าง)

คำชี้แจง

แบบสอบถามคุณภาพโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นนี้ ต้องการประเมินคุณภาพของโปรแกรมมีคุณภาพอยู่ในระดับใด

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

คะแนนระดับคุณภาพมี 5 ระดับ คือ 5 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก, 4 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับดี, 3 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง, 2 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้, 1 หมายถึงคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. การนำเสนอ					
1.1 ความชัดเจนอ่านง่าย ของตัวอักษร และภาพ					
1.2 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และภาพ					
1.3 ความเหมาะสม ของขนาดเมนูคำสั่งต่างๆ					
1.4 รูปแบบการจัดวางหน้าจอ					
2. การใช้งานโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น					
2.1 การออกแบบหน้าจอ					
2.2 ความเหมาะสมของปุ่มคำสั่ง					
2.3 ความชัดเจนของคำสั่งการใช้งาน					
2.4 ความสะดวก และคล่องตัวในการใช้งาน เช่น การเรียกใช้ตัวอุปกรณ์, การใส่ค่า, การต่อวงจร					
2.5 วิธีการควบคุมการใช้งาน เช่นการใช้แป้นพิมพ์ การใช้เม้าส์					
2.6 ความสมบูรณ์ ของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ					
2.7 ความรวดเร็วในการใช้งาน เช่น การเรียกใช้คำสั่งต่างๆ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
2.8 ความเหมาะสมของวิธีการโต้ตอบ กับผู้ใช้					
2.9 ความถูกต้องของสัญลักษณ์ที่ใช้					

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

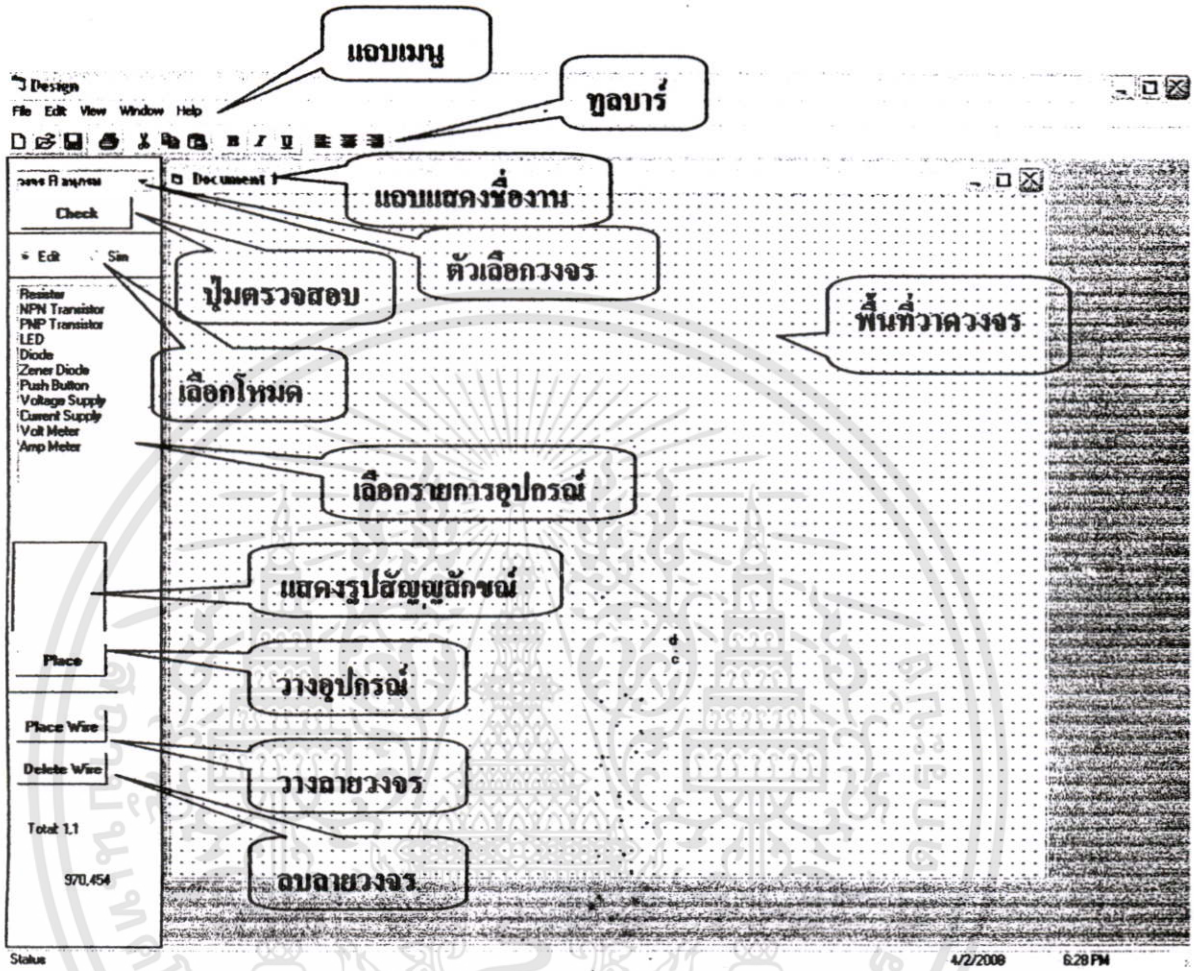
ขอขอบคุณที่ให้ความอนุเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดส่วนต่างๆหน้าจอโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น



แถบเมนู	แสดงคำสั่งหลักๆที่ใช้ทำงาน และถ้าคลิกเมนูใดก็จะแสดงคำสั่งย่อย (ถ้ามี)
ทูลบาร์	นำคำสั่งที่ใช้งานบ่อยๆจากแถบเมนูมาแสดงเป็นปุ่มไอคอน เพื่อเรียกใช้ได้รวดเร็วขึ้น
แถบแสดงชื่องาน	แสดงชื่อโครงงานที่สร้างขึ้น
ตัวเลือกวงจร	ใช้เลือกวงจรที่ต้องการสร้าง
พื้นที่วาดวงจร	พื้นที่สำหรับวางอุปกรณ์ และต่อเป็นวงจร
ปุ่มตรวจสอบ	ปุ่มสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของการต่อวงจร
เลือกโหมด	เลือกการทำงานในโหมด Edit หรือ Check
เลือกรายการอุปกรณ์	เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการต่อวงจร
แสดงรูปสัญลักษณ์	แสดงรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์ที่เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

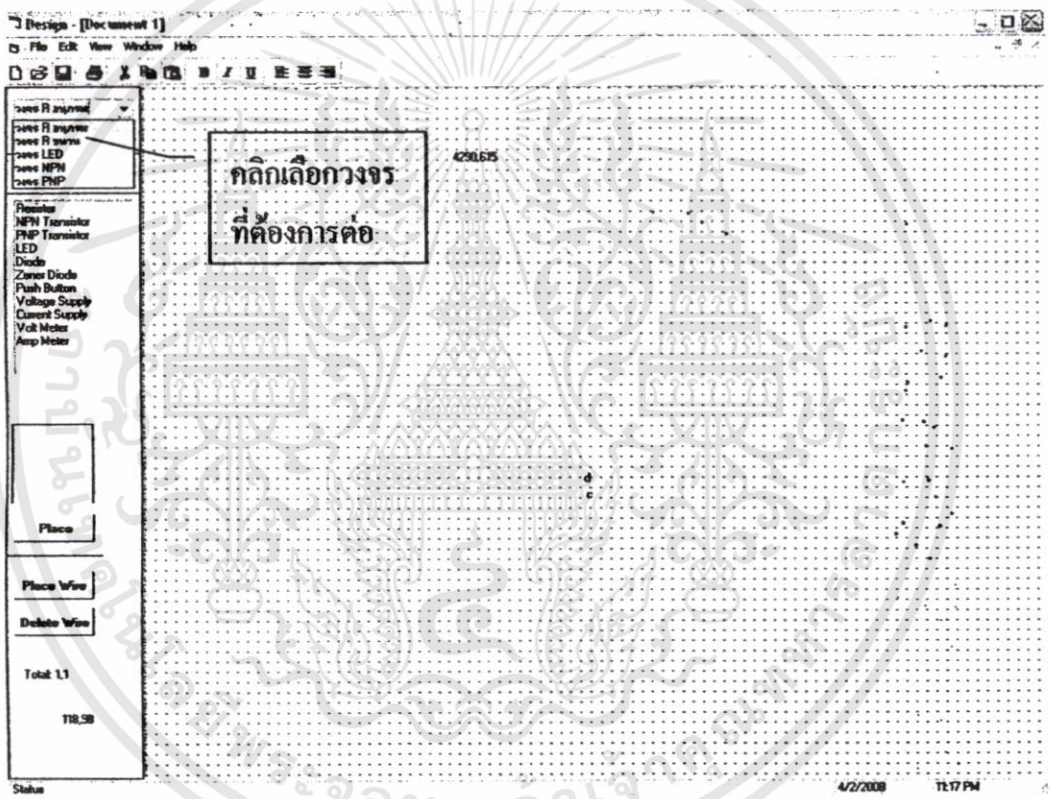
วางอุปกรณ์ วางอุปกรณ์ลงบนพื้นที่วาดวงจร

วางลายวงจร ใช้สำหรับบลากเส้นต่อวงจร

ลบลายวงจร ใช้สำหรับลบลายวงจร

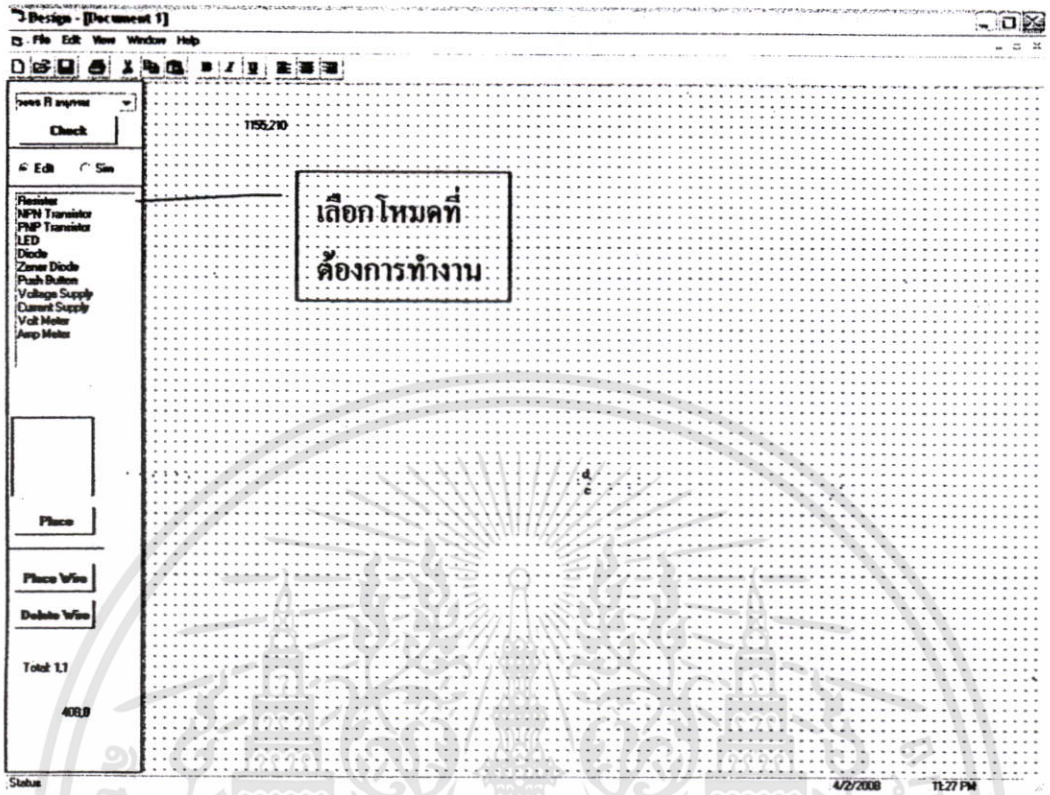
ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมวาด และคำนวณวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.) เปิดโปรแกรม และเลือกชนิดวงจรที่ต้องการ

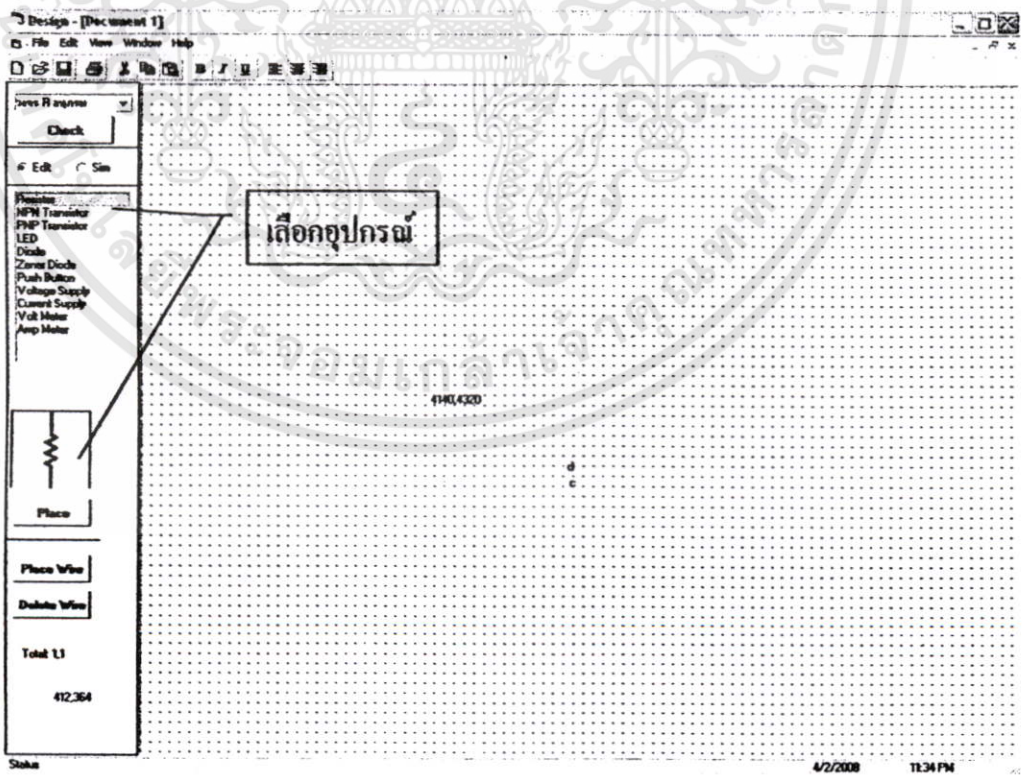


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) เลือกโหมด Edit เพื่อทำการสร้างวงจร

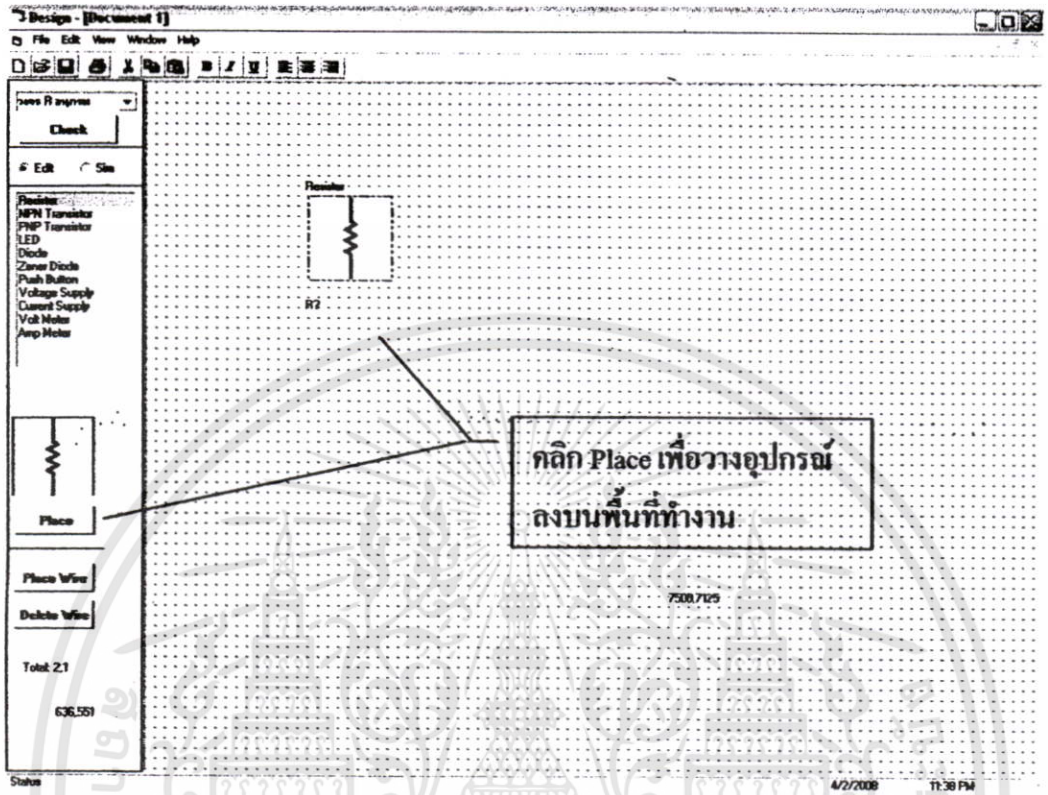


3.) เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการใช้งาน

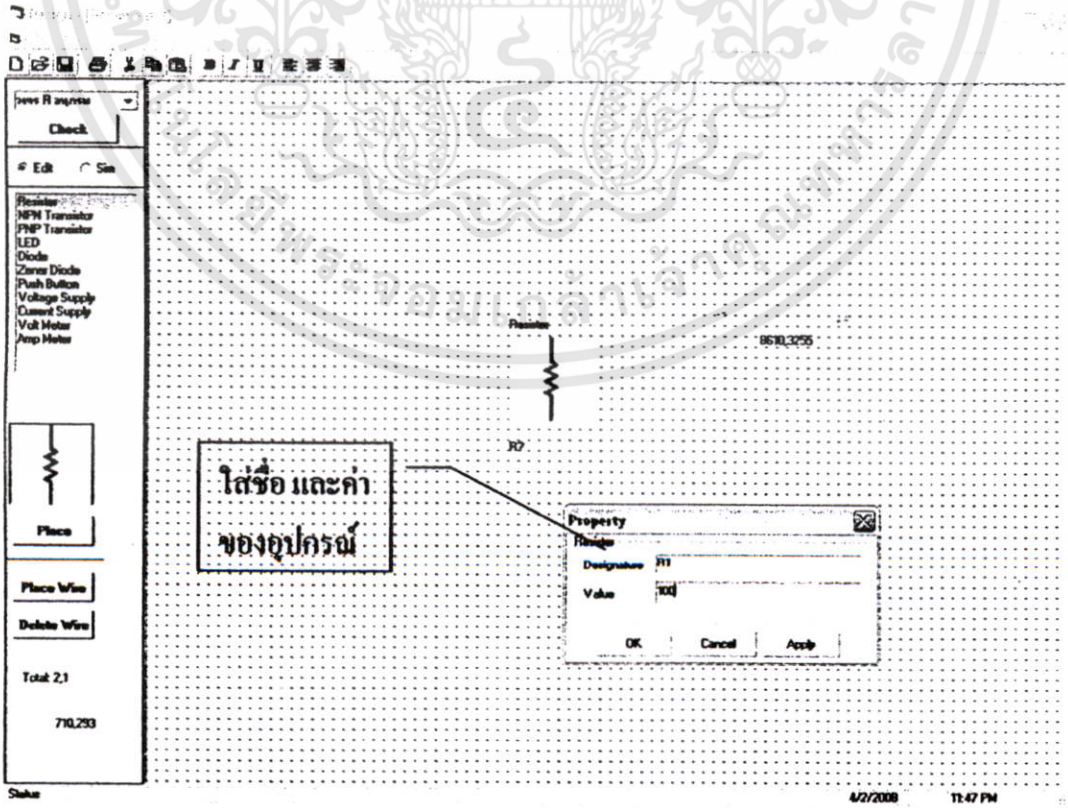


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) วางอุปกรณ์ และเส้นลายวงจร โดยคลิก ปุ่ม Place ลงบนพื้นที่ทำงาน

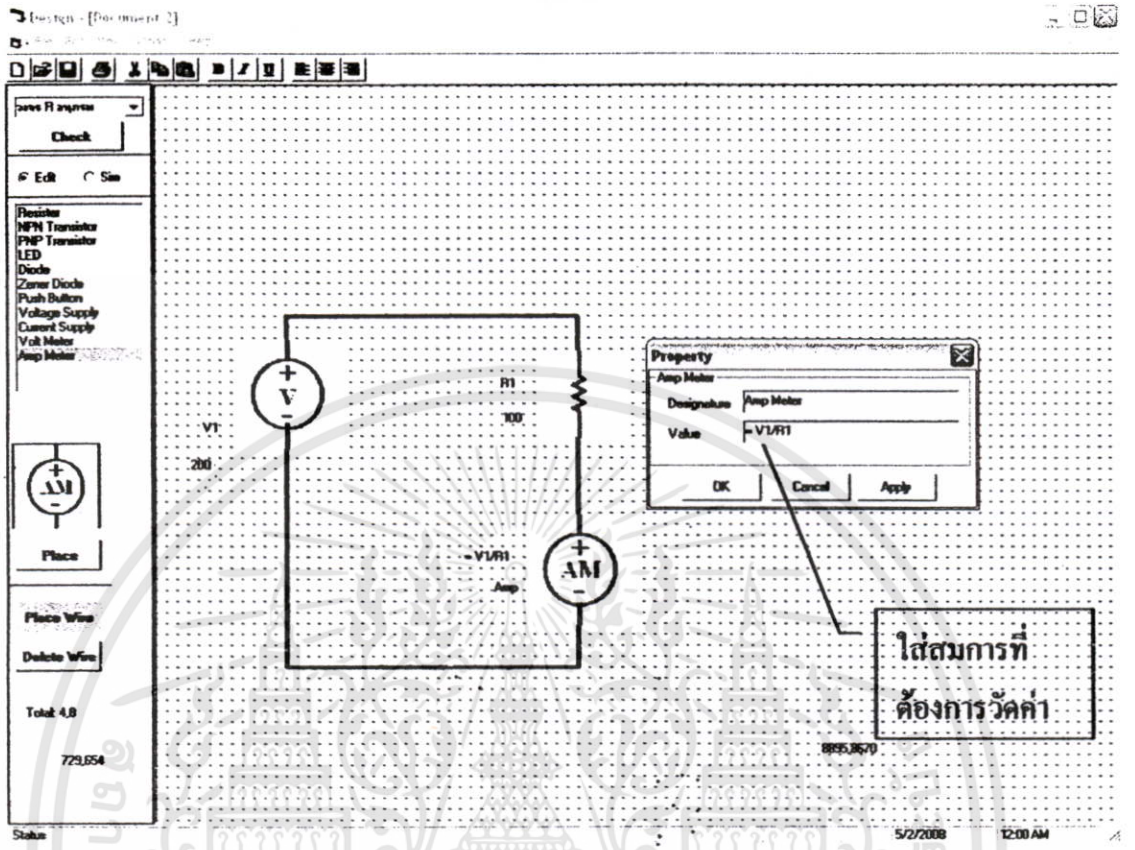


5.) คับเบิ้ลคลิก ที่ตัวอุปกรณ์เพื่อใส่ชื่อ และค่าของอุปกรณ์

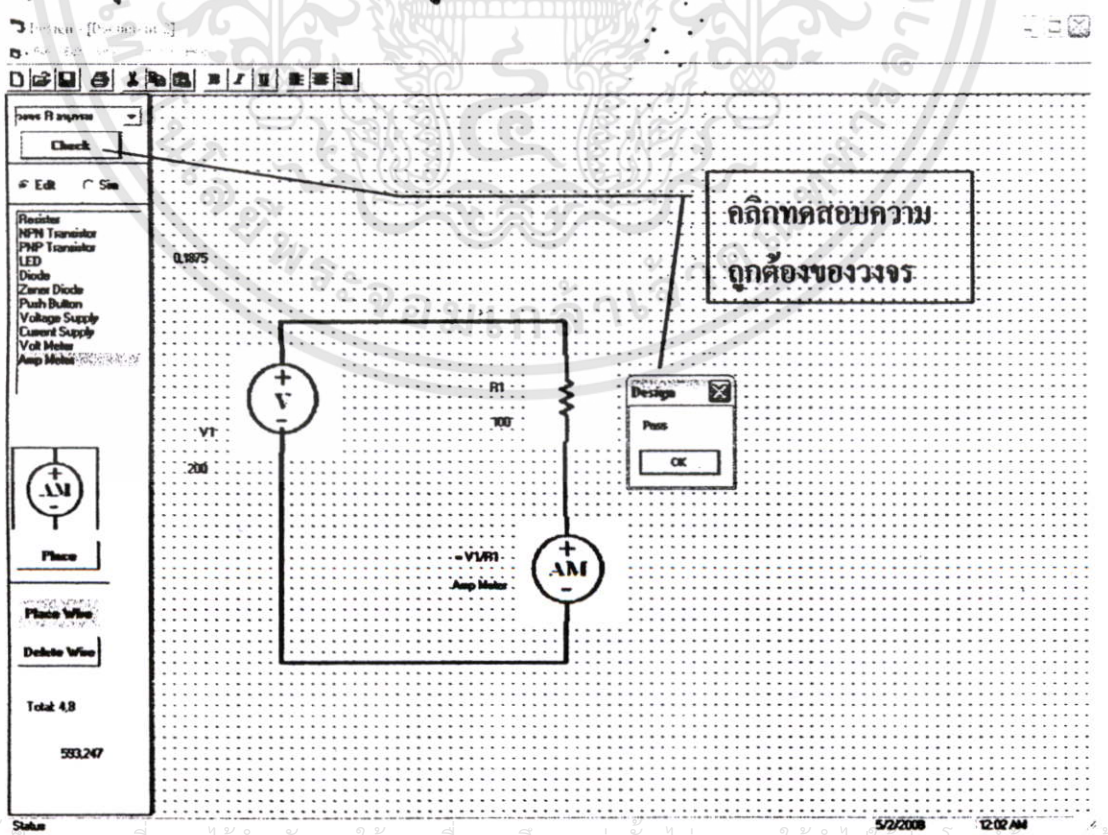


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.) คับเบิ้ลคลิก ที่เครื่องมือวัด เพื่อใส่สมการที่ต้องการแก่อุปกรณ์เครื่องมือวัด

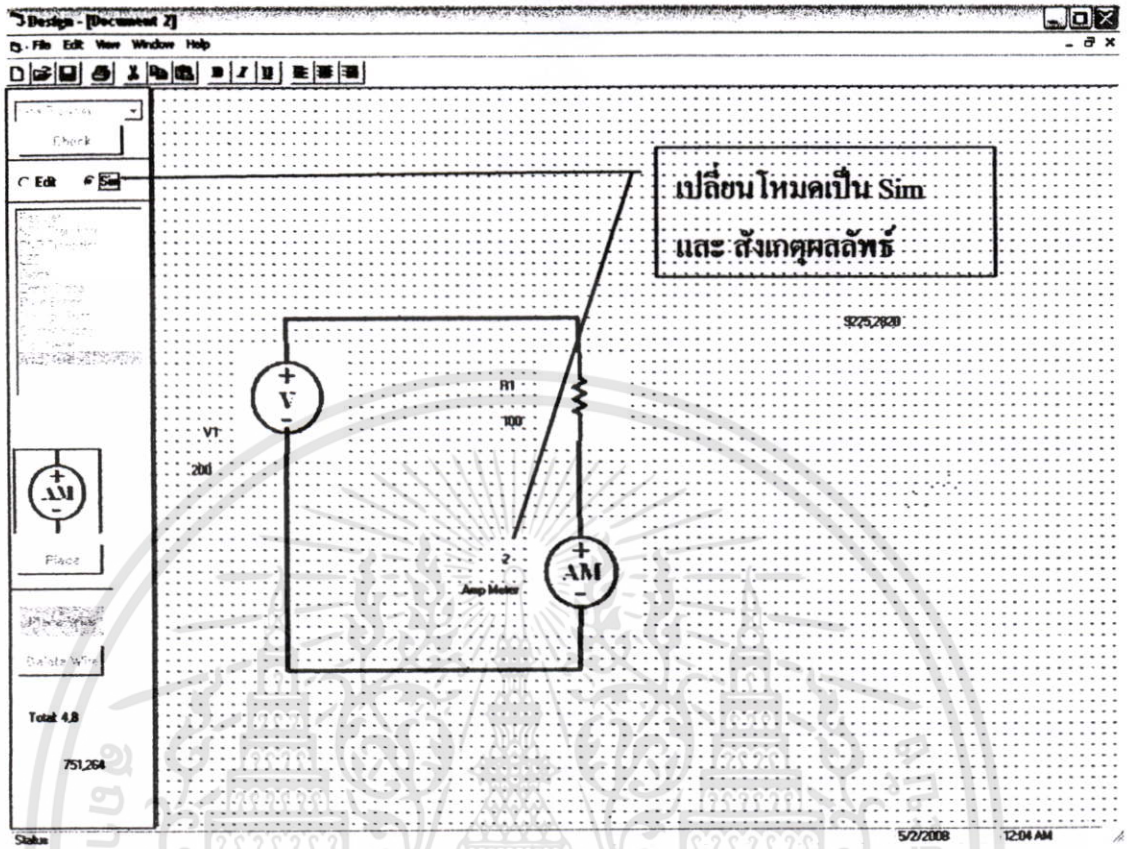


7.) คลิกปุ่ม Check เพื่อทดสอบความถูกต้องของวงจร

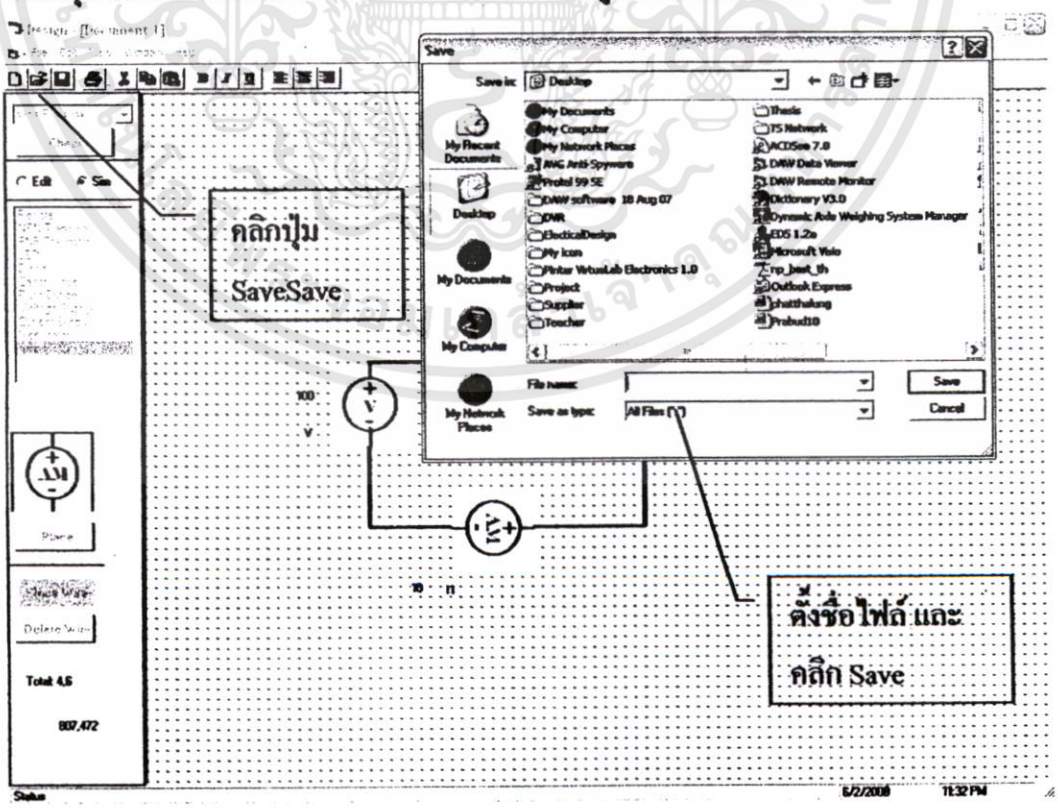


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.) เปลี่ยนโหมดการทำงานเป็น Sim เพื่อ แสดงค่าผลลัพธ์ของวงจร



9.) คลิกปุ่ม Save ที่ Toolbar และตั้งชื่อไฟล์ เพื่อเก็บข้อมูลวงจรที่สร้างขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายทนงศักดิ์ สุวรรณปัทม
วัน เดือน ปีเกิด	1 ตุลาคม 2513
สถานที่เกิด	จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	199/306 หมู่ 1 หมู่บ้าน บ้านฟ้ากรีนพาร์ค ถ.รังสิต-นครนายก (คลอง 3) ต.บึงยี่โถ อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130
สถานที่ทำงาน	บริษัท ซีเมนส์ จำกัด
ตำแหน่ง	วิศวกรโครงการอาวุโส (Senior Project Engineer)
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร มหาวิทยาลัยศรีปทุม ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้