

การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

DEVELOPMENT OF VIRTUAL LABORATORY ON DIGITAL

จงเจริญ กุ่มบุญ

JONGCHAROEN KUMBUN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

DEVELOPMENT OF VIRTUAL LABORATORY ON DIGITAL

จงเจริญ คุ้มบุญ

JONGCHAROEN KUMBUN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

DEVELOPMENT OF VIRTUAL LABORATORY ON DIGITAL

JONGCHAROEN KUMBUN

**A THESIS SUBMITTED PRATIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT 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**

2007

COPYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
ชื่อนักศึกษา	นายจงเจริญ คุ้มบุญ
รหัสประจำตัว	45063300
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2550
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุรสิทธิ์ รัตวี
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ. กิติพงศ์ มะโน

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลที่พัฒนาขึ้น โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญหรือเป็นอาจารย์ที่ทำการสอนในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และเทคนิคคอมพิวเตอร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานจำนวน 10 คน ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลจำนวน 15 การทดลองซึ่งทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้หลักการพื้นฐานการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ วิธีการสร้างชุดปฏิบัติการ การวิจัยเชิงทดลองและทฤษฎีการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของกาเย่ ให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาการทดลองและใช้หลักการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการเป็นกรอบแนวความคิด

ผลการประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลจากกลุ่มตัวอย่างมีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31

Thesis Title	Development of Virtual Laboratory on Digital
Student	Mr. Jongcharoen Kumbun
Student ID.	45063300
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2007
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Surasit Ratre Assist.Prof.Kitipong Mano

ABSTRACT

The objective of this research was to develop of Virtual Laboratory on Digital for the 2002 diploma curriculum of Rajamangala Institute of Technology. To determine the quality of virtual laboratory by a group of 10 experts who teach in the Electronics Department and the Computer Department. I designed and created the Virtual Laboratory on Digital through 15 experiments which use a micro controller that works with the computer program. The research work developed the virtual laboratory on digital by using the basic phenomena of virtual laboratory teaching medium, techniques to establish the virtual laboratory , experimental research and learning theory of Gangn's situation according to the study's purpose.

The result found that the quality of Gangn's Virtual Laboratory on Digital was at an optimum level at an average point of 4.35 and a standard deviation of 0.31.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจากอาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราชตรี และ ผศ.กิติพงศ์ มะโน ข้าพเจ้ารู้สึกทราบบ้างในความอนุเคราะห์จาก ท่านอาจารย์ทั้งสองท่าน และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับ ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรมทุกท่าน อาจารย์บัญชา แสนโสดา อาจารย์ประสาน เอื้อทน และ อาจารย์สมชาย ศรีสกุลเตียว ที่ได้ให้การอนุเคราะห์ประเมินคุณภาพด้านวิศวกรรม ตลอดจนข้อมูล ๆ ที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาทุกท่าน ผศ.สมสิน วางขุนทด อาจารย์สมชาติ บุญโท และอาจารย์วิชัย ครอบกิจศิริ ที่ได้ให้การอนุเคราะห์ประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ตลอดจนข้อมูล ๆ ที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้การอนุเคราะห์ประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการการ เสมือนวิชาดิจิทัล

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสกลนคร บัณฑิตศึกษา และบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่แสนอบอุ่นของข้าพเจ้า ที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

จงเจริญ กุ่มบุญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย.....	6
1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 หลักสูตรรายวิชาวิชาจิตตอลเทคนิค.....	8
2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของกาเย.....	13
2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ.....	16
2.4 การออกแบบชุดปฏิบัติการจิตตอลด้วยโปรแกรมเดลฟี่ (Delphi).....	17
2.5 การวิจัยเชิงทดลอง.....	38
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	40
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	40
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	41
3.3 วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	56
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลข้อมูล	56
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	57

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
4.1 ผลการหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล58	58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	64
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	64
5.2 สมมติฐานงานวิจัย.....	64
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	64
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	65
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	65
5.8 อภิปรายผลการวิจัย.....	66
5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	68
5.10 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป.....	69
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก.....	72
ภาคผนวก ก หนังสือเรียนเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ.....	73
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านวิศวกรรม.....	79
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้.....	86
ภาคผนวก ง แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินกับวัตถุประสงค์ การเรียนรู้.....	95
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	108
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างการทดลอง.....	139
ประวัติผู้เขียน.....	153

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ.....	9
2.2 รายละเอียดของ Connector DB9.....	30
2.3 รายละเอียดขาสัญญาณ Connector DB25.....	30
2.4 ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ บน IBM PC.....	31
2.5 รายละเอียดการเกิดอินเทอร์พท์และการจัดลำดับความสำคัญ.....	34
2.6 การกำหนดค่าตัวหารเพื่อสร้างอัตราบอด.....	37
4.1 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 1.....	58
4.2 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 2.....	59
4.3 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 3.....	59
4.4 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 4.....	59
4.5 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 5.....	60
4.6 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 6.....	60
4.7 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 7.....	60
4.8 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 8.....	61
4.9 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 9.....	61
4.10 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 10.....	61
4.11 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอลตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 11	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.12 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอดตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 12	62
4.13 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอดตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 13.....	62
4.14 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอดตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 14.....	63
4.15 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอดตามระดับ ความคิดเห็นใบงานที่ 15.....	63
จ.1 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านใบงานการทดลองที่ 1.....	109
จ.2 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านใบงานการทดลองที่ 2.....	110
จ.3 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านใบงานการทดลองที่ 3.....	112
จ.4 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านใบงานการทดลองที่ 4.....	113
จ.5 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านใบงานการทดลองที่ 5.....	114
จ.6 วิเคราะห์ผลการประเมินทางด้านวิศวกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน.....	116
จ.7 วิเคราะห์ผลการประเมินทางด้านวิศวกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน.....	116
จ.8 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 1.....	116
จ.9 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 2.....	119
จ.10 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 3.....	120
จ.11 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 4.....	122
จ.12 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 5.....	123
จ.13 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 6.....	124
จ.14 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 7.....	126
จ.15 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 8.....	127
จ.16 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 9.....	128
จ.17 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 10.....	130
จ.18 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 11.....	131
จ.19 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 12.....	133
จ.20 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 13.....	134
จ.21 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 14.....	136
จ.22 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 15.....	137

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 หน้าตาของโปรแกรมเคลไฟร์หลังจากถูกเรียกใช้งาน.....	19
2.2 หน้าตาของเมนูหลัก, สปีดบาร์ และคอมโพเนนต์พาลีต์ของเคลไฟล์.....	19
2.3 การกำหนดคุณสมบัติในแท็บพรอพเพอร์ตี้.....	20
2.4 หน้าต่างออบเจกต์อินสเปกเตอร์.....	21
2.5 การแทรกโค้ดคำสั่งกำกับแต่ละเหตุการณ์หรืออีเวนต์ที่เกิดขึ้นของคอมโพเนนต์ใด ๆ.....	22
2.6 หน้าต่างโค้ดเอ็กซ์พลอเรอร์ (กรอบขวามือ) และโค้ดเอดิเตอร์ (กรอบซ้ายมือ).....	23
2.7 หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถเข้าไปเลือกปรับแต่งได้ตามความต้องการ.....	23
2.8 วิธีการปรับแต่งสปีดบาร์.....	24
2.9 วิธีการปรับตำแหน่งคอมโพเนนต์ไปยังหมวดหมู่ที่ต้องการ.....	25
2.10 การรีเซตตำแหน่งคอมโพเนนต์ให้กลับสู่สภาวะตั้งต้น.....	26
2.11 การแทรกโค้ดคำสั่ง (ลงในโค้ดเอดิเตอร์) ให้กับอีเวนต์ Onclick ของ Button1.....	27
2.12 ความการเพิ่มยูนิตและฟอร์มใช้งานยังโปรเจค.....	27
2.13 ลักษณะการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส.....	28
2.14 โครงสร้างการทำงานของพอร์ทอนุกรม.....	28
2.15 ระดับแรงดันของมาตรฐาน RS232.....	29
2.16 ใคอะแกรมขาสัญญาณของ DB9 ตัวผู้.....	29
2.17 ใคอะแกรมของขาสัญญาณ DB25 ตัวผู้.....	30
3.1 แสดงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม Microsoft office และ โปรแกรมปฏิบัติการ เสมือนวิชาดิจิตอลเรียบร้อยแล้ว.....	41
3.2 แสดงชุดโมเดลสวิตช์อินพุตและหลอดไฟเอาต์พุตจำนวนอย่างละ 8 ตัว.....	42
3.3 แสดงเครื่องปริ้นเตอร์เพื่อใช้ในการปริ้นซ์ใบงานการทดลองที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	42
3.4 แสดงส่วนประกอบทั้งหมดของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิตอล.....	43
3.5 แผนผังการตั้งค่าเริ่มต้น Sheet.....	44
3.6 แผนผังการลากเกด วงจรหรืออินพุต เอาท์พุต บนพื้นที่งาน.....	45
3.7 แผนผังแสดงการรับค่าจาก USB Port.....	45
3.8 แผนผังแสดงการเปลี่ยนสถานะสวิตซ์ขณะทำงานหรือรับข้อมูลจาก USB Port.....	46
3.9 แผนผังแสดงการข้อมูลการทำงานของ USB Port.....	46
3.10 แผนผังแสดงการรับค่าจาก Comport.....	47
3.11 รูปวงจรสวิตซ์จากภายนอก.....	47

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.12 รูปลายวงจรวงจรสวิตช์จากภายนอก.....	48
3.13 แผนผังขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล	52
3.14 แผนผังขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ	55

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ปัญหาที่สำคัญของการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่มักจะพบ คือ ผู้เรียนขาดความสนใจในการเรียนโดยอย่างยิ่งในกลุ่มวัยรุ่น ซึ่งเป็นวัยที่สนใจในสิ่งแวดล้อมรอบตัวมากกว่าเรื่องการเรียนรู้ มักจะมีลักษณะดังกล่าวมากกว่าวัยอื่นๆ เมื่อผู้เรียนมีลักษณะดังกล่าว การจูงใจผู้เรียนจึงเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องระลึกรู้ถึงอยู่เสมอในขณะที่ทำการสอน ครูผู้สอนจะต้องทราบว่า การจูงใจเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้การสอนเกิดประสิทธิภาพ คือ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น (ผศ.แสงเดือน ทวีสิน. 2545 : 173)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ได้เน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและได้รับความสะดวกในการเรียน เช่น ในมาตรา 22 กล่าวว่า “ การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถจะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” มาตรา 24(5) การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ จากมาตรา 22 ,24 (5) ที่กล่าวมานี้ จะเห็นว่า หลักการจัดการศึกษาตาม พ.ร.บ. แห่งชาติฉบับนี้ เป็นการจัดการศึกษาโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จากสื่อประเภทต่างๆ ที่ผู้สอนได้จัดทำขึ้น

ในสังคมไทยผู้เรียนทางช่างอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ มักจะมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นว่ามีแรงจูงใจในการเรียนน้อยกว่าผู้เรียนทางด้านสามัญ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากหลายประการ เช่น ความคาดหวังและค่านิยมของสังคมไทยต่อการเรียนทางช่างอุตสาหกรรม พฤติกรรมการเลียนแบบของผู้เรียนด้วยตนเอง สภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียน เป็นต้น จากสาเหตุดังกล่าวห่อหุ้มให้ผู้เรียนทางช่างอุตสาหกรรมขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้และขาดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งถือเป็นแรงจูงใจที่สำคัญอันส่งผลให้บุคคลประสบความสำเร็จในชีวิต จากสภาพดังกล่าวถือเป็นหน้าที่สำคัญของครูผู้สอนทางด้านช่างอุตสาหกรรมที่จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และมีความสามารถในการจูงใจผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ผศ.แสงเดือน ทวีสิน. 2545 : 173)

จากคำกล่าวในช่วงต้นจะเห็นได้ว่าครูผู้สอนจะต้องสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอันส่งผลให้บุคคลประสบความสำเร็จในชีวิต ผู้ที่เรียนทางด้านอาชีวศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) นั้นจะมีความพอใจที่จะได้ปฏิบัติมากกว่าการเรียนทางด้านทฤษฎี ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัตินั้น ควรที่จะให้นักศึกษามีความสนใจ มีการใช้ความสามารถจากการเรียนทางด้านทฤษฎีได้อย่างเต็มที่ และสามารถทำการทดลองไปงานเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีว่าเป็นไปตามนั้น หรือเปล่าได้ครบตามหลักสูตรการเรียน รูปแบบการทดลองไปงานควรมีความน่าสนใจ ไม่ซับซ้อน ไม่มีฟังก์ชันต่างๆ มากเกินไป มีการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่หลากหลายในปัจจุบันมาช่วยในการทดลอง ชุดทดลองหรืออุปกรณ์ในการทดลองจะต้องมีความสมบูรณ์เหมาะสมกับเนื้อหาของไปงาน และไปงานที่ปฏิบัติมีความใกล้เคียงกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือในโรงงานอุตสาหกรรมที่นักศึกษาจะต้องไปทำงานต่อไปในอนาคต ดังนั้นในส่วนของรายวิชาดิจิทัลเทคนิคในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของแผนกอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของทุกๆ สถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนในสายช่างอุตสาหกรรมก็ย่อมมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ชุดทดลองที่มีคุณภาพตรงกับเนื้อหาของไปงานอย่างแท้จริง

ซึ่งในปัจจุบันนี้สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลได้เข้าร่วมโครงการเงินกู้ธนาคารโลกเพื่อที่จะจัดซื้อชุดทดลองในรายวิชาต่างๆ ให้มีคุณภาพมากขึ้น โดยหนึ่งในนั้นได้มีวิชาดิจิทัลอยู่ด้วย ซึ่งชุดทดลองที่สั่งซื้อในโครงการเงินกู้ธนาคารโลกมีหลักการทำงานคือ ชุดทดลองสามารถติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ โดยถ้าหากต่อวงจรในคอมพิวเตอร์สามารถดูการแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ได้เลยหรือจะดูการแสดงผลที่ชุดทดลองก็ได้ และในทางกลับกันถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงสวิตช์อินพุตของวงจรที่ชุดทดลองการเปลี่ยนแปลงนั้นก็ส่งผลทำให้หน้าจคอมพิวเตอร์เปลี่ยนแปลงด้วย ซึ่งทั้งหน้าจคอมพิวเตอร์และชุดทดลองสามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงซึ่งกันและกันได้ ซึ่งนับว่าเป็นชุดทดลองที่มีคุณภาพสูงมากชุดหนึ่ง แต่ในทางตรงกันข้ามราคาของชุดทดลองชุดนี้ก็มีราคาประมาณ 1 ล้านบาทบาทเช่นกัน และถ้าหากชุดทดลองเสียหายในประเทศไทยเราก็ไม่มีผู้เชี่ยวชาญที่จะตรวจสอบได้ และรูปแบบการใช้งานก็ยากเนื่องจากผู้ที่ออกแบบไม่ได้เป็นคนไทย ดังนั้นรูปแบบการใช้งานหรือฟังก์ชันบางอย่างผู้สอนก็ใช้งานไม่เป็นจึงไม่สามารถใช้งานชุดทดลองที่มีอยู่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ประกอบกับนักศึกษาในประเทศไทยมีการเรียนการสอนคนละหลักสูตรกับประเทศอื่น ดังนั้นชุดทดลองที่นำเข้ามาจากโครงการเงินกู้ธนาคารโลกจึงใช้งานแก่ไม่กี่เปอร์เซ็นต์ของชุดทดลอง ซึ่งไม่คุ้มเท่ากับราคาที่เสียไป ประกอบกับวิทยาเขตที่เข้าร่วมโครงการเงินกู้ธนาคารโลกมีแค่ 8 วิทยาเขตเท่านั้น ซึ่งถือว่าไม่ครบทุกวิทยาเขตที่มีการเรียนการสอนทางด้านช่างอุตสาหกรรม นอกจากนี้โรงเรียนที่ทำการเปิดการเรียนการสอนทางด้านอาชีวศึกษานั้นมีจำนวนมาก เช่น วิทยาลัยเทคนิคต่างๆ การอาชีว सरพัดช่าง และโรงเรียนเอกชนอีกจำนวนมากที่ไม่มีโอกาสได้ใช้ชุดทดลองที่มีคุณภาพทางการเรียนการสอน

ดังที่กล่าวมาผู้วิจัยเห็นว่าการที่จะให้นักศึกษาใช้งานชุดทดลองได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ นั้นชุดทดลองที่สร้างขึ้นจะต้องสร้างจากหลักสูตรการเรียนการสอนของรายวิชานั้นๆ และรูปแบบของการทดลองไปงานนั้นต้องมีความน่าสนใจ มีการใช้งานโดยตรง นอกจากการใช้งานที่มีประสิทธิภาพแล้วราคาของชุดทดลองต้องไม่แพงจนเกินไปคนทั่วไปสามารถหาซื้อไปใช้งานได้ง่าย เสียหายมาก็สามารถซ่อมได้จากผู้เชี่ยวชาญภายในประเทศ

อีกประการหนึ่งที่ผู้วิจัยมองว่าสำคัญมากก็คือชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลที่ผู้วิจัยจัดทำ ขึ้นมานี้ถือว่าเป็นชุดที่ใช้ในการเรียนรู้เบื้องต้นได้อย่างดี เป็นสิ่งที่ไม่ซับซ้อน ยังสามารถที่จะนำค่าสถานะต่างๆ ไปแสดงผลในคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย ซึ่งผู้วิจัยจะพัฒนาชุดทดลองนี้ให้มีการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ในลักษณะของการส่งผ่านข้อมูลแบบซีเรียลพอร์ตขนาดของข้อมูลคือ 8 บิต สาเหตุของการทำให้สามารถมีการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้นั้นก็เพื่อรองรับการพัฒนาต่อไปในอนาคต เช่น เมื่อเราทำการทดลองวงจรใดวงจรหนึ่งไม่ว่าจะเป็นในคอมพิวเตอร์ หรือในชุดทดลองสามารถที่จะให้มีการส่งข้อมูลจำลองทั้งทางด้านอินพุตและเอาต์พุตไปแสดงผลที่หน้าจอได้ จะสังเกตว่าในการต่อวงจรดิจิทัลโดยใช้ไอซีสำเร็จรูปต่อนั้น เมื่อทำการต่อสายเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็ต้องป้อนสถานะทางด้านอินพุตเพื่อจะดูสถานะทางด้านเอาต์พุตว่าตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ถ้าสามารถนำข้อมูลไปแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ได้ก็สามารถที่จะเลือกได้ว่าจุดใดสถานะเป็นอย่างไร ผู้ทดลองก็สามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าวงจรในส่วนใดผิดพลาดจะต้องแก้ไขเป็นอย่างไร หรือผู้พัฒนาโปรแกรมจะพัฒนาไปใช้ในรูปแบบใดก็ย่อมได้ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างเดียววงจรดิจิทัลก็สามารถที่จะควบคุมงานผ่านคอมพิวเตอร์ได้เช่นเดียวกัน

และที่สำคัญอีกประการหนึ่งนั้นผู้เรียนยังไม่มีชุดปฏิบัติการที่ช่วยในการเสริมสร้างความรู้ที่สะดวกและง่ายต่อการใช้งานที่ถูกต้องตามหลักสูตรการเรียนรู้ที่แท้จริง ซึ่งเป็นชุดปฏิบัติการที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้องตามระบบการเรียนรู้

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยเห็นว่าการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลนั้นจะทำให้นักศึกษาได้รับความรู้ ได้ทดลองปฏิบัติอย่างเต็มประสิทธิภาพตามหลักสูตรการเรียนการสอน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
2. เพื่อหาคุณภาพของการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้น

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการออกแบบชุดปฏิบัติการที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของกาเย่ (Gagne') ซึ่งมีกระบวนการ 9 ขั้นตอน (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. 2541 : 41-43) ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการสร้างกรอบชุดปฏิบัติการเพียง 7 ขั้นตอน คือ

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention)
2. การบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective) ในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทราบล่วงหน้า
3. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่
4. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆ
5. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการได้รับความสนใจของผู้เรียน
6. การทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินการเรียนของผู้เรียน
7. การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) เป็นการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนและสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ได้

และใช้หลักการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการแนวทางการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน สาขาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอน ที่สอดคล้องกับหลักสูตรและผู้สอนได้นำไปใช้อย่างถูกต้อง จะเป็นผลให้คุณภาพการสอนดีขึ้น ในการผลิตสื่อเพื่อการสอน โดยเฉพาะวิชาการทดลองปฏิบัติการ นอกจากจะพิจารณาถึงระบบและวิธีสอนที่ต้องใช้แล้ว ยังมีหลักอีก 3 ประการ คือ

1. เทคนิคการผลิต
2. ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต
3. การออกแบบ ให้สอดคล้องกับกระบวนการสอน จุดมุ่งหมายการสอนและลักษณะที่จะนำไปใช้ สำหรับแนวทางในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ

3.1 กำหนดขอบข่ายเนื้อหารายวิชา ด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ควรรู้ไป คือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตรการสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

3.2 การกำหนดเนื้อหา และวัตถุประสงค์จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนก เป็นส่วนต่างๆ เท่าที่จำเป็นกล่าวคือ ให้อรรถกถาของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

3.3 การออกแบบและการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของชุดทดลอง ที่ผ่านการวิเคราะห์ และตรวจแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์การสอนของครู และอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา ชุดปฏิบัติการจึงมีความสำคัญมาก ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและความสามารถทำงานในด้านช่างอุตสาหกรรม เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดทดลองนั้น จำเป็นต้องนำเอาหลักการด้านการออกแบบ ทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติการมาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้าง

3.4 การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอนจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัยเพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่างๆ เช่นความถูกต้องความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน ความสะดวกในการใช้งาน และการลอกเลียนแบบขึ้นมาใหม่

3.5 การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้นจะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสื่อการเรียนการสอน ให้มีสิทธิภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

และการวิจัยเชิงทดลองเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ที่มีระบบและมีเหตุผล การทดลองเป็นการทดสอบสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยมีปัญหาที่จะวิจัยแล้ว ก็ตั้งสมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานนี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมติฐานได้รับการยืนยันหรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใด จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลองก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้จากการทดลองและหาผลสรุปที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ (วีรพันธ์ ดิยันแสน. 2538 : 45)

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมายและนิยามปัญหาที่จำเป็นให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะและตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลอง
5. ดำเนินการทดลองและต้องควบคุมสิ่งต่างๆ ให้คงที่

จำกัดลักษณะการกระทำที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดและที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ อาจารย์ ที่ทำการสอนในแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์และแผนกวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติการสอนหรือเป็นผู้ฝึกอบรมเกี่ยวกับวิชาดิจิทัลหรือวิชาที่มีเนื้อหาคล้ายคลึงกัน สัมพันธ์กันหรือเป็นผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ระดับอุดมศึกษา เพื่อใช้ในการประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ที่เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2545 ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นอาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์และแผนกเทคนิคคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติการสอนหรือเป็นผู้ฝึกอบรมเกี่ยวกับวิชาดิจิทัลหรือวิชาที่มีเนื้อหาคล้ายคลึงกัน สัมพันธ์กันหรือเป็นผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ระดับอุดมศึกษา จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่ทำการเรียนการสอนในสายช่างอุตสาหกรรมในแผนกดังกล่าว ได้แก่ วิทยาเขตขอนแก่นจำนวน 3 ท่าน วิทยาเขตสกลนครจำนวน 3 ท่าน และวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 4 ท่าน รวมทั้งหมดจำนวน 10 คน โดยได้จากวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งในการวิจัยเชิงทดลองไม่จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์ ร้อยละ 15-30 ของจำนวนประชากรอยู่ในหลักร้อย (ยูท ใภยวรรณ์. 2546 : 99)

1.5.2 การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

การทดลองของชุดพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล เป็นการทดลองย่อยของพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ประกอบด้วยการทดลองต่างๆ ดังนี้

1. การทดลองลอจิกเกต (Logic Gate)
2. การทดลองวงจรวกเลข (Half / Full Adder)
3. การทดลองวงจรถลบเลข (Half / Full Sub tractor)
4. การทดลองวงจรรหัสเข้ารหัส (Encoder)
5. การทดลองวงจรรหัสถอดรหัส (Decoder)
6. การทดลองวงจรรวมสัญญาณ (Multiplex)
7. การทดลองวงจรรแยกสัญญาณ (Demultiplex)
8. การทดลองวงจรมัลติฟลิปฟล็อป (Flip-Flop)

9. การทดลองวงจรนับแบบไม่เข้าจังหวะ (Asynchronous Counter)
10. การทดลองวงจรนับแบบเข้าจังหวะ (Synchronous Counter)
11. การทดลองวงจรเลื่อนข้อมูล (Shift Register) แบบ (SISO, SIPO)
12. การทดลองวงจรเลื่อนข้อมูล (Shift Register) แบบ (PISO, PIPO)
13. การทดลองวงจรหน่วยความจำ
14. การทดลองวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาลอก (Digital to Analog)
15. การทดลองวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog to Digital)

1.6 คำนิยามคำศัพท์เฉพาะ

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้คือ

1. ชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล หมายถึง ชุดการทดลองด้วยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่พัฒนาให้ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์โดยประกอบด้วยการทดลองจำนวน 15 ใบบางาน ได้สร้างขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2545 ที่สอนในแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และแผนกวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ (ใช้รหัสวิชา ชื่อ และเนื้อหาเดียวกัน)
2. การทดลอง หมายถึง กระบวนการกระทำที่เป็นขั้นเป็นตอนตามใบบางานการทดลองของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล โดยผู้ทดลองจะทำการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมการทดลองติดตั้งอยู่
3. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา หมายถึง คำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยแยกคำถามออกเป็นข้อๆ ทั้งหมด 15 ข้อ ซึ่งครอบคลุมด้านเนื้อหาแต่ละใบบางาน
4. แบบประเมินคุณภาพด้านวิศวกรรม หมายถึง คำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยแยกคำถามออกเป็นข้อๆ ทั้งหมด 13 ข้อ ซึ่งครอบคลุมด้านวิศวกรรม เทคนิคการออกแบบและประสิทธิภาพการทำงาน
5. แบบประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ หมายถึง คำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยแยกถามในแต่ละใบบางานทั้ง 15 ใบบางาน โดยแต่ละใบบางานจะแยกถามออกเป็น 4 ด้าน คือ ลักษณะทั่วไป ด้านเนื้อหา การเสริมความเข้าใจ และกิจกรรมอื่นๆ เพื่อนำไปให้กลุ่มตัวอย่างประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการออกแบบพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล โดยผู้วิจัยมุ่งเน้นให้บุคคลที่มีความสนใจที่ต้องการเรียนรู้การใช้งานพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพราะทำให้ได้รับประสบการณ์โดยตรง โดยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชาวิชาดิจิทัลเทคนิค
- 2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของกาเย่
- 2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ
- 2.4 การออกแบบชุดปฏิบัติการดิจิทัลด้วยโปรแกรมเดลไฟล์ (Delphi)
- 2.5 การวิจัยเชิงทดลอง
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาดิจิทัลเทคนิค

หลักสูตรรายวิชาดิจิทัลเทคนิคระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ.2545 ประกอบด้วยลักษณะวิชาและการแบ่งหน่วยเรียนซึ่งเป็นดังนี้คือ

ลักษณะรายวิชา

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. รหัสรายวิชาและชื่อวิชา | 04-201-102 ดิจิทัลเทคนิค
DIGITAL TECHNIQUE |
| 2. สภาพรายวิชา | วิชาชีพเฉพาะสาขา ในหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูงสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ |
| 3. ระดับรายวิชา | ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1 |
| 4. พื้นฐาน | - |
| 5. เวลาศึกษา | 90 คาบเรียนตลอดเวลา 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ
ปฏิบัติ 3 คาบต่อสัปดาห์และนักศึกษาต้องใช้เวลา
ค้นคว้านอกเวลาสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |
| 6. จำนวนหน่วยกิต | 3 หน่วยกิต |

7. จุดมุ่งหมายรายวิชา
1. เข้าใจระบบตัวเลข กฎและวิธีการลดรูปพีชคณิตบูลีน
 2. เข้าใจคุณสมบัติของดิจิทัลลอจิกเกตแบบต่างๆ
 3. เข้าใจหลักการการทำงานของวงจรรวมไบเนชั่น วงจรซีแควนเซียล
 4. เข้าใจวิธีการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัลและดิจิทัลเป็นอนาลอก
 5. เห็นความสำคัญของการนำวงจรดิจิตอลไปใช้งาน
8. คำอธิบายรายวิชา
- ศึกษาและปฏิบัติการเกี่ยวกับระบบตัวเลข กฎ และวิธีการลดทอนพีชคณิตบูลีนคุณสมบัติของดิจิทัลลอจิกเกต วงจรรวมไบเนชั่น วงจรซีแควนเซียลการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล และดิจิทัล เป็นอนาลอก

ตารางที่ 2.1 การแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ

	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	ระบบตัวเลข	2	
	1.1 หลักการของเลขฐาน		
	1.1.1 หลักการแปลงเลขฐาน		
	1.1.2 วิธีการคำนวณเลขฐาน		
	1.2 รหัสในระบบดิจิทัล		
	1.2.1 ลักษณะของรหัส 4 บิต		
	1.2.1 ลักษณะของรหัสมากกว่า 4 บิต		
	1.1.3 วิธีการแปลงรหัสในระบบดิจิทัล		
2	การลดทอนฟังก์ชัน	4	
	2.1 หลักการของพีชคณิตบูลีน		
	2.1.1 ทฤษฎีของพีชคณิตบูลีน		
	2.2.2 การลดทอนโดยใช้ทฤษฎีของพีชคณิตบูลีน		
	2.2 หลักการของแผนผังคาร์นอจ (Karnough Map)		
	2.2.1 ลักษณะของแผนผังคาร์นอจ		
	2.2.2 วิธีการลดทอนโดยใช้แผนผังคาร์นอจ		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
3	ดิจิทัลลोजิกเกท	4	
	3.1 การทำงานของลोजิกเกทพื้นฐาน		
	3.1.1 สัญลักษณ์ของลोजิกเกทแต่ละชนิด		
	3.1.2 ฟังก์ชันการทำงานของลोजิกเกท		
	3.1.3 ตารางความจริงของลोजิกเกท		
	3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลोजิกเกท ฟังก์ชันและตารางความจริง		
	3.2.1 วิธีการเขียนวงจรลोजิกจากฟังก์ชันและตารางความจริง		
	3.2.2 วิธีการเขียนฟังก์ชันจากวงจรลोजิกและตารางความจริง		
	3.2.3 การเขียนตารางความจริงจากวงจรลोजิกและฟังก์ชัน		
	3.3 ทดลองวงจรลोजิก		6
	3.3.1 ทดลองลोजิกเกทพื้นฐาน		
	3.3.2 ทดสอบวงจรลोजิก		
4	วงจรรวมไบเนชัน	6	
	4.1 วงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัส		
	4.1.1 หลักการของวงจรรหัส		
	4.1.2 การออกแบบวงจรรหัส		
	4.1.3 หลักการของวงจรถอดรหัส		
	4.1.4 การออกแบบวงจรถอดรหัส		
	4.2 หลักการของวงจรแปลงรหัส		
	4.2.1 หลักการของวงจรแปลงรหัส		
	4.2.2 การออกแบบวงจรแปลงรหัส		
	4.3 หลักการของวงจรมัลติเพล็กซ์และวงจรมัลติเพล็กซ์		
	4.3.1 หลักการของวงจรมัลติเพล็กซ์		
	4.3.2 วิธีการออกแบบวงจรมัลติเพล็กซ์		
	4.3.3 หลักการของวงจรมัลติเพล็กซ์		
	4.3.4 ออกแบบของวงจรมัลติเพล็กซ์		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	4.4 ทดลองวงจรคอมไปเนชั่น		9
	4.4.1 ทดสอบวงจรเข้ารหัสและวงจรถอดรหัส		
	4.4.2 ทดสอบวงจรแปลงรหัส		
	4.4.3 ทดสอบวงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์		
5	วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์	4	
	5.1 หลักการของวงจรวกเลขฐานสอง		
	5.1.1 หลักการของวงจรวกเลขฐานสอง		
	5.1.2 วิธีการออกแบบวงจรวกเลขฐานสอง		
	5.2 หลักการของวงจรลบเลขฐานสอง		
	5.2.1 หลักการของวงจรลบเลขฐานสอง		
	5.2.2 วิธีการออกแบบวงจรถลบเลขฐานสอง		
	5.3 หลักการวงจรเปรียบเทียบเลขฐานสอง		
	5.3.1 หลักการของวงจรเปรียบเทียบเลขฐานสอง		
	5.3.2 การออกแบบของวงจรเปรียบเทียบเลขฐานสอง		
	5.4 ทดลองเกี่ยวกับวงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์		9
	5.4.1 ทดสอบวงจรวกเลขฐานสอง		
	5.4.2 ทดสอบวงจรถลบเลขฐานสอง		
	5.4.3 ทดสอบวงจรเปรียบเทียบเลขฐานสอง		
6	วงจรซีเควนเชียล	6	
	6.1 หลักการทำงานของวงจรฟลิปฟล็อป		
	6.1.1 ชนิดของฟลิปฟล็อป		
	6.1.2 ลักษณะของไทม์ไดอะแกรมของแกรมของฟลิปฟล็อป		
	6.1.3 วิธีการแปลงฟลิปฟล็อป		
	6.2 หลักการทำงานของวงจรมัลติเพล็กซ์		
	6.2.1 หลักการทำงานของวงจรมัลติเพล็กซ์แบบอะซิงโครนัส		
	6.2.2 วิธีการออกแบบวงจรมัลติเพล็กซ์แบบอะซิงโครนัส		
	6.2.3 หลักการทำงานของวงจรมัลติเพล็กซ์แบบซิงโครนัส		
	6.2.4 วิธีการออกแบบวงจรมัลติเพล็กซ์แบบซิงโครนัส		

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	6.3 หลักการทำงานของวงจรถิฟตรีจิสเตอร์		
	6.3.1 ชนิดของวงจรถิฟตรีจิสเตอร์		
	6.3.2 หลักการทำงานของวงจรถิฟตรีจิสเตอร์		
	6.3.3 วิธีการออกแบบวงจรถิฟตรีจิสเตอร์		
	6.3.4 วิธีการประยุกต์ใช้งานของวงจรถิฟตรีจิสเตอร์		
	6.4 ทดลองวงจรถิฟตรีจิสเตอร์		15
	6.4.1 ทดสอบการทำงานของวงจรถิฟตรีจิสเตอร์		
	6.4.2 ทดสอบวงจรถิฟตรีจิสเตอร์แบบอะซิงโครนัส		
	6.4.3 ทดสอบวงจรถิฟตรีจิสเตอร์แบบซิงโครนัส		
	6.4.4 ทดสอบวงจรถิฟตรีจิสเตอร์		
	6.4.5 ทดสอบวงจรถิฟตรีจิสเตอร์หน่วยความจำ		
7	การแปลงสัญญาณระหว่างดิจิตอลกับอนาลอก	2	
	7.1 หลักการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก		
	7.1.1 หลักการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก		
	7.1.2 วิธีการคำนวณแรงดันเอาต์พุตของวงจรถิฟตรีจิสเตอร์แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก		
	7.2 หลักการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล	2	
	7.2.1 หลักการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก		
	7.2.2 วิธีการคำนวณหารหัสเอาต์พุตของวงจรถิฟตรีจิสเตอร์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล		
	7.3 ทดลองวงจรถิฟตรีจิสเตอร์แปลงสัญญาณระหว่างดิจิตอลกับอนาลอก		6
	7.3.1 ทดสอบวงจรถิฟตรีจิสเตอร์แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก		
	7.3.2 ทดสอบวงจรถิฟตรีจิสเตอร์แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล		
	รวม	30	45
	ทดสอบและทบทวน	6	9
	รวมทั้งสิ้น	36	54

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของ กาย์

แนวความคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของกาย์ (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. 2541) ที่กล่าวถึงเทคนิคการออกแบบชุดปฏิบัติการเพื่อใช้ในการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Gain Attention)

ขั้นตอนแรกของการสอนก็คือ การดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนต้องการที่จะเรียน ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนสูงย่อมจะเรียนได้ดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจน้อยหรือไม่มีแรงจูงใจเลย ตามหลักจิตวิทยาแล้วการจูงใจถือเป็นกระบวนการที่นำไปสู่พฤติกรรมที่เป็นเป้าหมายในที่สุด ดังนั้นการออกแบบใบงานของชุดปฏิบัติการจึงต้องมีการกระตุ้นและจูงใจผู้เรียนให้มีความสนใจและมองเห็นถึงประโยชน์ของการเรียน

2. การบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

การบอกวัตถุประสงค์ของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียนโดยรวมหรือสิ่งต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้หลังจากที่เรียนจบบทเรียน การบอกวัตถุประสงค์นี้อาจจะอยู่ในรูปของวัตถุประสงค์กว้างๆ จนถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากหลักฐานทางการวิจัย พบว่าการบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญซึ่งช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น นอกจากนี้ตามทฤษฎี ARCS ของเคลเลอร์และชูชุกี ซึ่งการที่ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายของการเรียนของตนยังนับว่าเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนตระหนักในเป้าหมายของตน จึงเกิดความพยายามมากขึ้นในการที่ไปถึงเป้าหมายนั่นเอง

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

1. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจไม่ ต้องแปลอีกครั้ง
2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับของผู้เรียน โดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามากควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวข้อเรื่องย่อยๆ
4. ควรบอกการนำไปใช้ให้ผู้เรียนทราบด้วยว่าหลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. ถ้าบทเรียนนั้นประกอบไปด้วยหลายบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ
6. อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาในการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดเป็นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ทีละข้อ

7. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้นอาจใช้กราฟง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ตีกรอบใช้ลูกศรและรูปทรงเลขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วยโดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

3. ชี้นำทางการเรียนรู้

ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกตินั้น บ่อยครั้งที่เราสังเกตว่าครูผู้สอนจะไม่บอกคำตอบหรือนำเสนอแนวคิดหรือเนื้อหาโดยตรงแก่ผู้เรียน แต่ในทางตรงกันข้ามครูผู้สอนจะใช้การสอนแบบค้นพบหรือการสอนแบบอุปมาน ตัวอย่างเช่น การยกตัวอย่างหรือการตั้งคำถามกว้างๆ และแลกเปลี่ยนเรื่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนพยายามคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบหรือค้นพบแนวคิดหรือเนื้อหาใหม่นั้นได้ด้วยตนเองนั้น การสอนแบบค้นพบหรือการสอนแบบอุปมานนี้ถือว่าการชี้นำทางการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามวิธีการที่ครูผู้สอนจะชี้นำทางการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนมากน้อยเพียงใดนั้นก็แตกต่างกันไปตามลักษณะของเนื้อหาและความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน หากลักษณะของเนื้อหาไม่เป็นที่คุ้นเคยต้องค้นพบ เช่น การเรียนคำศัพท์ใหม่ๆ การชี้นำทางการอาจมีความจำเป็นน้อยหรือไม่มีเลย และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงย่อที่ต้องการการชี้นำทางการเรียนรู้น้อยกว่าผู้ที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะของผู้เรียนยังเป็นตัวกำหนดรูปแบบของการชี้นำทางการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อีกด้วย กล่าวคือ หากผู้เรียนมีประสิทธิภาพทางการอ่านต่ำการใช้ภาพและเสียงในการชี้นำทางการเรียนรู้ถือว่าทางเลือกที่เหมาะสมกว่าการใช้ข้อความเพียงอย่างเดียว

4. การกระตุ้นการตอบสนอง

เป็นการให้ผู้สอนมีโอกาสทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนกำลังสอนอยู่หรือไม่ และผู้เรียนก็จะได้มีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาที่กำลังศึกษาอยู่ ผู้ออกแบบจึงควรที่จะจัดให้มีกิจกรรมที่สร้างสรรค์ต่างๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อให้เกิดการกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองของผู้เรียน

5. ให้ข้อมูลย้อนกลับ

การให้ข้อมูลย้อนกลับถือว่าการเสริมแรงอย่างหนึ่งซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน การให้ผลย้อนกลับนอกจากจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าสิ่งที่ตนเองเข้าใจนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใดแล้วยังทำให้เกิดแรงจูงใจอีกด้วย สามารถแบ่งผลย้อนกลับตามลักษณะการปรากฏ (Appearance) ได้ 4 แบบ

1. แบบไม่เคลื่อนไหว (Passive Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงคำหรือข้อความว่า ถูกต้อง ผิด ตอบอีกครั้ง หรือ คำเฉลย
2. แบบเคลื่อนไหว (Active Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงภาพหรือกราฟิก เช่น ภาพหน้ายิ้ม หน้าเสียใจ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักจะออกแบบให้มีลักษณะเคลื่อนไหวได้ นอกจากนั้นยังครอบคลุมถึงการให้ภาพอธิบายคำตอบของผู้เรียน ซึ่งในบางครั้งการใช้ข้อความอธิบายอาจไม่ชัดเจนพอ

3. แบบโต้ตอบ (Interactive Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมการโต้ตอบกับบทเรียนซึ่งกิจกรรมนั้นๆ ไม่ใช่เนื้อหาโดยตรง เช่น การเล่นเกมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเป็นต้น

4. แบบทำเครื่องหมาย (Markup Feedback) หมายถึง การทำเครื่องหมายบนคำตอบของผู้เรียนเมื่อคำตอบของผู้เรียนถูกแก้เพียงบางส่วน ซึ่งเครื่องหมายมักจะอยู่ในรูปการขีดเขียนเส้นใต้ การใช้สีที่แตกต่างกัน การทำเครื่องหมายนี้มักจำกัดเฉพาะข้อความประเภทเติมคำ

หรืออาจแบ่งตามธรรมชาติของเนื้อหา (Content) เป็น 2 ลักษณะคือ

1. ผลป้อนกลับพร้อมคำอธิบาย (Constructive Feedback) หมายถึง ผลป้อนกลับซึ่งช่วยให้คำอธิบายแก่ผู้เรียนว่าทำถูกหรือผิด อย่างไร เพราะอะไร ซึ่งข้อมูลอาจอยู่ในลักษณะการชี้ข้อผิดพลาดของคำตอบผู้เรียน หรืออาจเป็นการบอกใบ้ให้แก่ผู้เรียนในการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งผลในลักษณะนี้นอกจากจะเป็นการเสริมแรงแล้วยังเป็นการให้ข้อมูลเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนในการพยายามคิดหาหรือสร้าง (Construct) คำตอบที่ถูกต้องในการพยายามครั้งต่อไปอีกด้วย

2. ผลป้อนกลับไร้คำอธิบาย (Non-Construct Feedback) หมายถึงผลป้อนกลับ ซึ่งไม่ได้นำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมอะไรแก่ผู้เรียนนอกจากข้อมูลว่าคำตอบของผู้เรียนนั้นถูกต้องหรือไม่ถูกต้องเท่านั้น

6. การทดสอบความรู้

เป็นการประเมินว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่อย่างไร การทดสอบนั้นอาจจะเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนเรียนจบทั้งบทแล้วก็ได้ โดยการทดสอบความรู้นั้นนอกจากจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองแล้ว ผู้สอนก็ยังสามารถนำผลประโยชน์ของการทดสอบความรู้ไปใช้ในการประเมินว่าผู้เรียนว่าผู้เรียนได้รับความรู้ และความเข้าใจเพียงพอที่จะผ่านไปศึกษาบทเรียนต่อไปหรือไม่ ดังนั้นการออกแบบแบบทดสอบความรู้ควรมีความเชื่อถือได้ (Valid)

7. การจำและการนำไปใช้

สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ข้อมูลใดนั้น คือการทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน (Meaningful Context) ซึ่งหมายถึงการทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียน ไปนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิม หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร สำหรับการถ่ายโยงการเรียนรู้หรือการนำไปใช้นั้น ผู้สอนจะต้องจัดหากิจกรรมใหม่ๆ และหลากหลายไว้สำหรับผู้เรียน โดยกิจกรรมจะต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้อีก

ดังนั้นขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบจึงควรที่จะเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียน รวมทั้งการยกตัวอย่างสถานการณ์หรือบริบทอื่นๆ ที่แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียนด้วย

8. ทดสอบความรู้ใหม่

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนต่างๆ ไปแล้วนั้นเรียกว่า การทดสอบหลังเรียน (Post Test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่เพื่อที่จะไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบความรู้ใหม่จึงเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอนทุกรายวิชา

9. สรุปและนำไปใช้

การสรุปและนำไปใช้จัดว่าเป็นสิ่งสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปโมเดลของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาที่ผ่านมาแล้ว ในขณะที่อยู่กับบทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อไปในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

2.3 การสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทชุดปฏิบัติการ

แนวทางในการปรับปรุงขบวนการเรียนการสอน สาขาช่างอุตสาหกรรม คือ การมีสื่อการเรียนการสอน ที่สอดคล้องกับหลักสูตรและผู้สอนได้นำไปใช้อย่างถูกวิธี จะเป็นผลให้คุณภาพการสอนดีขึ้น ในการผลิตสื่อเพื่อการสอน โดยเฉพาะวิชาการทดลองปฏิบัติการ นอกจากจะพิจารณาถึงระบบและวิธีสอนที่ต้องใช้แล้วยังมีหลักอีก 3 ประการ คือ

1. เทคนิคการผลิต

2. ความคิดสร้างสรรค์ในการผลิต

3. การออกแบบ ให้สอดคล้องกับขบวนการสอน จุดมุ่งหมายการสอนและลักษณะที่จะนำไปใช้สำหรับแนวทางในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วยขบวนการ 5 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดขอบข่ายเนื้อหาวิชา ด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ควรรู้คือ คือ การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชาศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตรการสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

2. การกำหนดเนื้อหา และวัตถุประสงค์จากขอบข่ายเนื้อหาที่ได้นำมาศึกษา เพื่อให้สามารถจำแนก เป็นส่วนต่างๆ เท่าที่จำเป็นกล่าวคือ ให้รู้ถึงจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาได้อย่างครบถ้วน

3. การออกแบบ และการสร้างชุดสื่อการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของชุดทดลองที่ผ่านการวิเคราะห์ และตรวจแล้ว เป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์การสอนของครู และอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา ชุดปฏิบัติการจึงมีความสำคัญมาก ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนของนักศึกษาและความสามารถทำงานในด้านช่างอุตสาหกรรม เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี การออกแบบและสร้างสื่อประเภทชุดทดลองนั้น จำเป็นต้องนำเอาหลักการด้านการออกแบบ ทางด้านวิศวกรรมเชิงปฏิบัติการมาประยุกต์กับงานที่ออกแบบสร้าง

4. การทดลองใช้ชุดสื่อการเรียนการสอน จะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัยเพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่างๆ เช่นความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน ความสะดวกในการใช้งาน และการลอกเลียนแบบขึ้นมาใหม่

5. การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสื่อการเรียนการสอน ให้มีสิทธิภาพจนเป็นที่ยอมรับได้

2.4 การออกแบบชุดปฏิบัติการดิจิทัลด้วยโปรแกรมเดสก์ท็อป

ในบทความนี้เป็นการแนะนำวิธีการใช้งานซอฟต์แวร์พัฒนาแอปพลิเคชันแบบวิชวลที่มีชื่อว่า เดสก์ท็อปโดยเป้าหมายหลักจะมุ่งไปที่การประยุกต์ใช้เดสก์ท็อปกับการเขียนโปรแกรมทางวิศวกรรม เดสก์ท็อปจัดได้ว่าเป็นหนึ่งในเครื่องมือสำหรับการสร้างแอปพลิเคชันบนระบบ ปฏิบัติการวินโดวส์ หรือเรียกอีกอย่างว่า เครื่องมือพัฒนาแอปพลิเคชันแบบวิชวล โปรแกรมมิ่ง (Visual Programming) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของภาษาคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างไปจากภาษาคอมพิวเตอร์แบบเดิม ๆ อย่าง ภาษาเบสิก (Basic), ภาษาซี (C), หรือภาษาปาสคาล (Pascal)

ปัจจุบันการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยวิชาโปรแกรมมิ่งได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากข้อดีตรงที่โปรแกรมเมอร์สามารถเห็นผลลัพธ์การทำงานไปพร้อม ๆ กับการลงมือสร้าง อีกทั้งยังมีจุดเด่นในแง่ของการลดเวลาที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันลงได้อย่างมากเนื่องจากโปรแกรมเมอร์จะไม่ต้องไปเสียเวลากับการออกแบบและทำส่วนติดต่อกับผู้ใช้หรือ GUI (Graphic User Interface) หรืองานอื่น ๆ ที่ไม่จำเป็นอีกต่อไป เพราะภาระเหล่านั้นทั้งหมดจะถูกผลักไปให้เดสก์ท็อปแทน ด้วยเหตุนี้โปรแกรมเมอร์ จึงสามารถจะทุ่มเวลาให้กับส่วนที่เป็นหัวใจสำคัญของแอปพลิเคชันได้อย่างเต็มที่ แน่ใจว่าวิธีนี้ย่อมช่วยให้การพัฒนาแอปพลิเคชันบนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งยังช่วยให้การทำงานง่ายขึ้นและรวดเร็วมากขึ้นด้วย

2.4.1 ที่มาของเดสก์ท็อป

เดสก์ท็อป เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างแอปพลิเคชัน บนระบบการปฏิบัติการวินโดวส์ที่ผลิตขึ้นโดย Borland Software Corporation บริษัทผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่ในแวดวงของโปรแกรมเมอร์แล้วน้อยคนที่จะไม่รู้จัก เดสก์ท็อปเวอร์ชันแรกถูกเปิดตัวขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ของปี ค.ศ. 1995 และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเรื่อยมาจนกระทั่งล่าสุดในปี ค.ศ. 2001 ได้มีการเปิดตัวเดสก์ท็อปที่พัฒนาขึ้นสำหรับใช้งานบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์โดยเฉพาะ ภายใต้ชื่ออย่างเป็นทางการว่า ไคลิกซ์ (Kylux) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์วิชวลโปรแกรมมิ่งตัวแรกบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ที่ปัจจุบันได้รับการ

พัฒนาไปจนถึงเวอร์ชันที่ 2 แล้ว แต่อย่างก้ำวในการพัฒนาของเคลไฟล์ดังที่ได้กล่าวมา แม้ว่าจะเป็น การกล่าวถึงอย่างคร่าว ๆ แต่คงพอเป็นข้อพิสูจน์ได้ถึงการยอมรับและความแพร่หลายของเคลไฟล์ในหมู่นักพัฒนาซอฟต์แวร์ทั่วโลก สาเหตุของการยอมรับและความแพร่หลายที่ว่านี้ก็มาจากจุดเด่นในหลาย ๆ ข้อของเคลไฟล์นั่นเอง

2.4.2 จุดเด่นของเคลไฟล์

นอกจากการใช้งานที่ทำได้ง่ายซึ่งเป็นความโดดเด่นที่ติดตัวมากับซอฟต์แวร์วิซวลโปรแกรมมิ่ง ก็จริง แต่การที่เคลไฟล์เป็นหนึ่งในซอฟต์แวร์ที่น่าสนใจในการใช้งานนั้นมาจากข้อดีประการอื่น ๆ ที่เหนือกว่าโปรแกรมจำพวกเดียวกันจากบริษัทซอฟต์แวร์ค่ายอื่น ๆ จุดเด่นที่ว่ามันจะยกมากล่าวได้หลายข้อด้วยกันเช่น

1. ขนาดไฟล์แอปพลิเคชันที่สร้างโดยใช้เคลไฟล์จะมีขนาดเล็ก, ใช้ทรัพยากรของระบบน้อย และทำงานได้อย่างสมบูรณ์ในตัวโดยไม่ต้องมีไฟล์พิเศษอื่น ๆ เพิ่มเติมมันทำให้ความเร็วในการทำงานของแอปพลิเคชันที่พัฒนาโดยเคลไฟล์สามารถเทียบได้กับการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษาซีเลยทีเดียว

2. โปรแกรมเมอร์สามารถใช้เคลไฟล์ในการสร้างและใช้งานฟังก์ชันไลบรารีที่เรียกว่า DLL ได้ รวมทั้งยังสามารถติดต่อกับ DLL ที่สร้างจากภาษาอื่น ๆ ได้ด้วย

3. ความสามารถในการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นความสามารถที่เคลไฟล์ในเวอร์ชันหลัง ๆ อย่างเคลไฟล์ 5.0 เน้นหนักมากขึ้นเพิ่มเติมจากความสามารถในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับฐานข้อมูลและแอปพลิเคชันสำหรับการใช้งานทั่วไป

4. สามารถเขียนแอสเซมบลี (Assembly) เพื่อติดต่อกับฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้โดยไม่ต้องไปอาศัยพึ่งโปรแกรมอื่น ๆ ช่วย

5. เคลไฟล์เปิดโอกาสให้โปรแกรมเมอร์สามารถสร้างคอมโพเนนต์ต่าง ๆ ไว้ใช้งานเองได้อย่างอิสระ

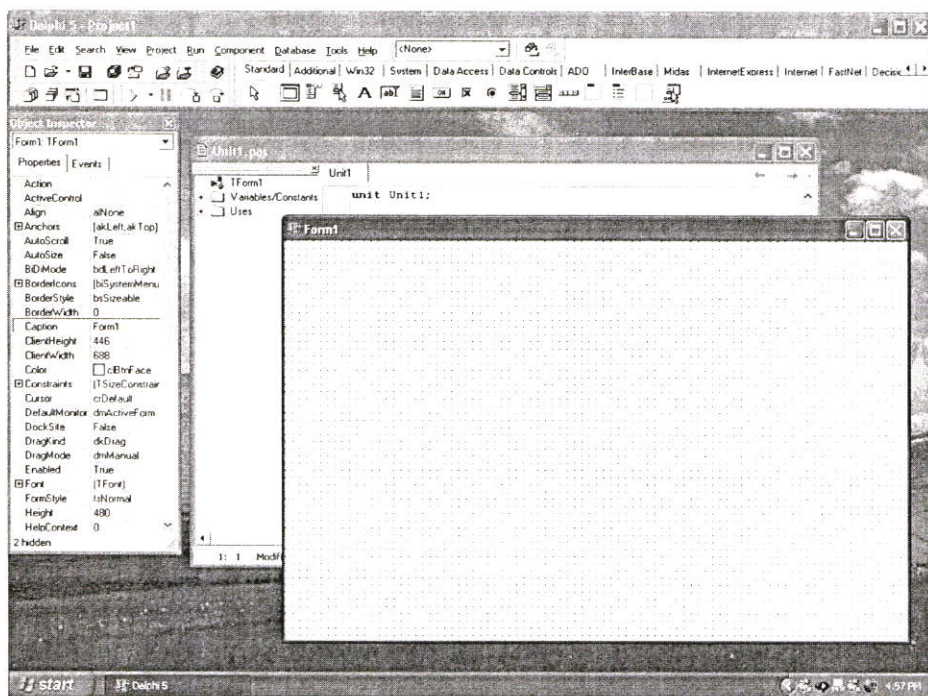
6. ถ้าหากเทียบการใช้งานระหว่างเคลไฟล์กับซอฟต์แวร์วิซวลโปรแกรมมิ่งแบบอื่น ๆ เช่น วิซวลเบสิก (Visual Basic) กล่าวได้เลยไม่ว่าวิซวลเบสิกสามารถจะทำอะไรได้บ้าง เคลไฟล์ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้เคลไฟล์ยังสามารถจะนำคอมโพเนนต์หรือไฟล์สกุล OCX ที่มีในวิซวลเบสิกมาใช้งานได้ด้วย

หลังจากทราบถึงคุณสมบัติและข้อดีต่าง ๆ ของเคลไฟล์กันมาพอสมควรแล้ว ต่อไปเราก็จะมาทำความรู้จักกับส่วนการทำงานต่าง ๆ และวิธีการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเคลไฟล์กันบ้าง

2.4.3 ภายในของเดสไพล์

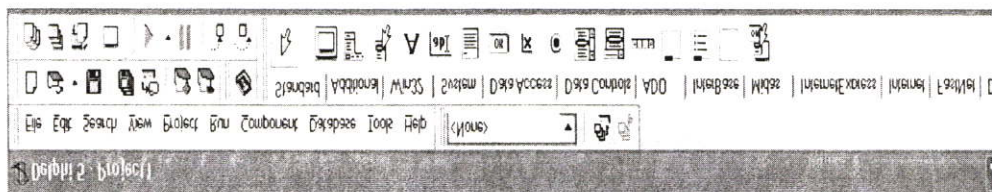
หลังจากติดตั้งเดสไพล์ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว เมื่อเรียกขึ้นใช้งานจะปรากฏหน้าต่างหลักขึ้นดังรูปที่ 1 จากรูปสามารถแบ่งส่วนหน้าต่างหลักของเดสไพล์ออกได้เป็น 7 ส่วน ได้แก่ เมนูหลัก (Main menu), สปีดบาร์ (Speedbar), คอมโพเนนต์พาเลตต์ (Component palette), โค้ดเอดิเตอร์ (Code Editor), และโค้ดเอกซ์พลอเรอร์ (Code Explorer), ออบเจกต์อินสเปกเตอร์ (Object Inspector) และฟอร์ม (Form)

เมนูหลัก (Main Menu) เป็นเมนูคำสั่งสำหรับใช้สร้างแอปพลิเคชัน สำหรับรายละเอียดต่าง ๆ บนเมนูที่ว่านี้จะอธิบายอีกครั้งในภายหลัง



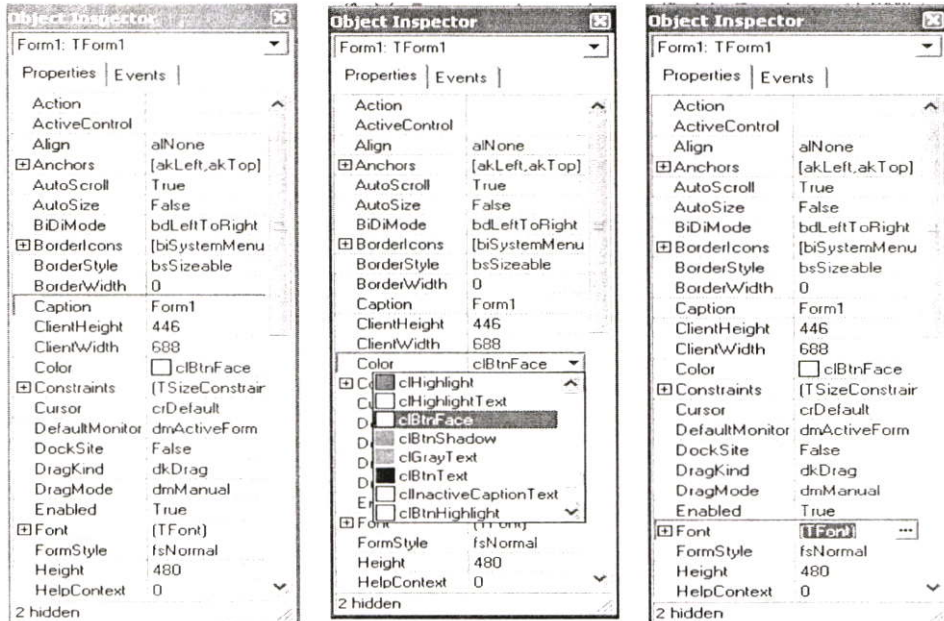
รูปที่ 2.1 หน้าตาของโปรแกรมเดสไพล์หลังจากถูกเรียกขึ้นใช้งาน

สปีดบาร์ (Speed Bar) เป็นกลุ่มปุ่มลัดการทำงาน (Short cut) ของคำสั่งบนเมนูหลักที่มักถูกใช้งานบ่อยครั้ง เพื่อช่วยสามารถเรียกใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น สำหรับสปีดบาร์ที่กล่าวถึงนี้ก็มีหน้าตาดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 หน้าตาของเมนูหลัก, สปีดบาร์ และคอมโพเนนต์พาเลตต์ของเดสไพล์

คอมโพเนนต์พาเลตต์ (Component Palette) เป็นส่วนที่รวมเอาคอมโพเนนต์ใช้งานทั้งหมดของเคลไฟล์เอาไว้ในการสร้างแอปพลิเคชันด้วยเคลไฟล์ คอมโพเนนต์เหล่านี้จะถูกนำมาวางลงบนฟอร์มโดยเราสามารถจะเขียนโค้ดคำสั่ง เพื่อควบคุมการทำงานของคอมโพเนนต์เหล่านี้ให้เป็นตามต้องการได้ด้วย สำหรับคอมโพเนนต์ทั้งหมดที่มีในเคลไฟล์มีอยู่ทั้งหมด 14 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ Standard, Additional, Win32, System, Internet, Data Access, Data Controls, Midas, Decision Cube, Qreport, Dialogs, Win31, Samples และ Active X โดยชื่อของคอมโพเนนต์แต่ละกลุ่มถูกแสดงอยู่บนแท็บ (Tab) ดังแสดงในรูปที่ 2.3



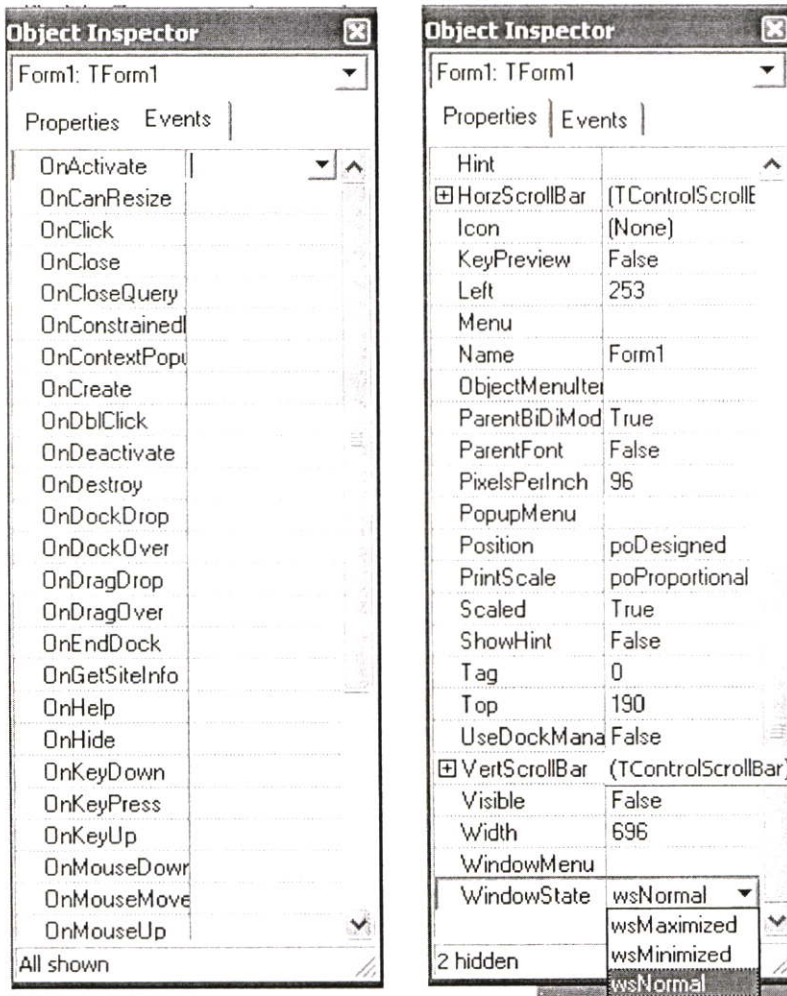
รูปที่ 2.3 การกำหนดคุณสมบัติในแท็บพรอพเพอร์ตี้ ทำได้ 3 วิธี คือ (ก) โดยการพิมพ์ลงในกรอบเติมค่า, (ข) เลือกรายการจากลิสต์บ็อกซ์ และ (ค) กำหนดค่าจากไดอะล็อกบ็อกซ์ แต่จะใช้วิธีใดก็ตามชนิดพรอพเพอร์ตี้

ออบเจกต์อินสเปกเตอร์ (Object Inspector) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับกำหนดคุณสมบัติและลักษณะการทำงานของคอมโพเนนต์และฟอร์ม ในหน้าต่างออบเจกต์อินสเปกเตอร์ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ พรอพเพอร์ตี้ (Properties) และอีเวนต์ (Events)

1. **พรอพเพอร์ตี้ (Properties)** เป็นส่วนที่ใช้เพื่อกำหนดคุณสมบัติ (ทั้งของคอมโพเนนต์และของฟอร์ม) เช่น ขนาด, สี, รูปแบบตัวอักษร, ชื่อ เป็นต้น แต่ว่าจะกำหนดคุณสมบัติใดได้บ้างก็ขึ้นกับชนิดคอมโพเนนต์นั้น ๆ เพราะแต่ละตัวก็มีคุณสมบัติบางอย่างที่แตกต่างกัน การกำหนดคุณสมบัติในแท็บพรอพเพอร์ตี้ มีอยู่ 3 วิธีการ (ตามชนิดของคอมโพเนนต์) คือ กำหนดจากกรอบเอดิท (Edit) โดยผู้ใช้สามารถพิมพ์เติมค่าที่ต้องการลงไปโดยตรง, กำหนดจากลิสต์ลอกซ์ (List Box) โดยเมื่อคลิกที่ปุ่ม ผู้ใช้ก็จะสามารถเลือกค่าพรอพเพอร์ตี้ที่แสดงอยู่ในลิสต์บ็อกซ์ โดยคลิกที่ปุ่มดังกล่าวก่อน หลังจากนั้นจะสามารถคลิกเลือกออกจากลิสต์บ็อกซ์โดยคลิกที่ปุ่มดังกล่าว

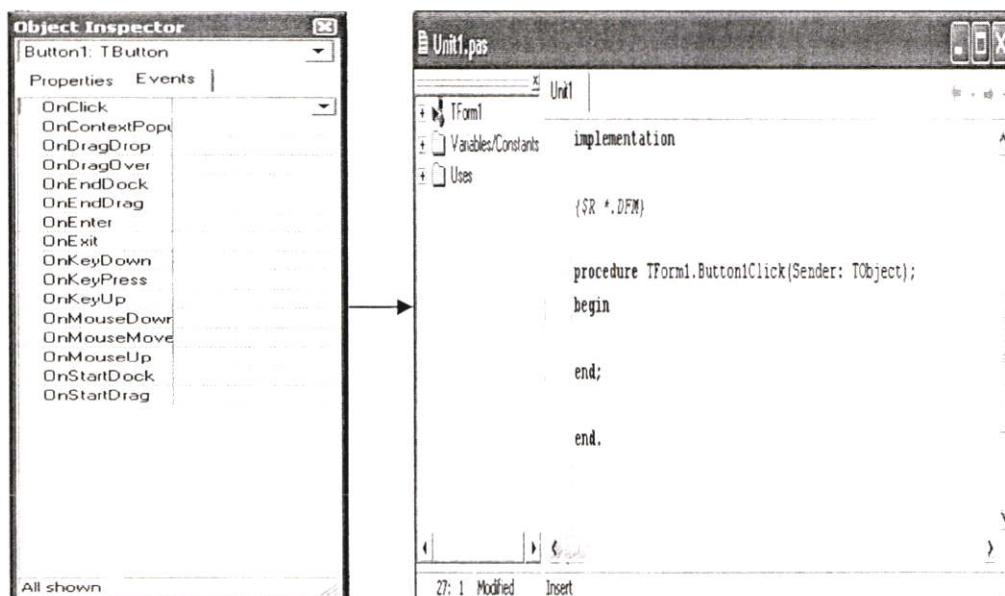
ก่อน หลังจากนั้นจะสามารถคลิกเลือกเอาจากลิสต์รายการที่ปรากฏขึ้นและวิธีการทำสุดคือกำหนดจากไอคอนลอกบ็อกซ์โดยเมื่อคลิกที่ปุ่ม  จะปรากฏไอคอนลอกซ์บ็อกซ์ที่ผู้ใช้สามารถเข้าไปกำหนดค่าได้

2. **อีเวนต์ (Event)** ใช้กำหนดการทำงานให้คอมโพเนนต์แต่ละตัวว่าจะให้ทำงานอะไรในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น จะให้จอภาพแสดงผลอะไรเมื่อคลิกเมาส์ลงยังคอมโพเนนต์ Button ที่อยู่บนฟอร์ม เป็นต้น การใช้งานอีเวนต์ที่ต้องการจากนั้นเคลฟไล์ก็จะชี้ไปยังตำแหน่งที่เราต้องแทรกโค้ดคำสั่งลงไป (บนโค้ดเอดิเตอร์ (Code Editor)) เมื่อพิมพ์โค้ดคำสั่งซึ่งเป็นกลุ่มคำสั่งในรูปแบบของภาษาออบเจกต์ปาสคาล (Object Pascal) ลงไปในตำแหน่งดังกล่าว โค้ดคำสั่งนั้นก็จะเป็นไปควบคุมการทำงานของคอมโพเนนต์ให้เป็นตามที่เรากำลังต้องการ



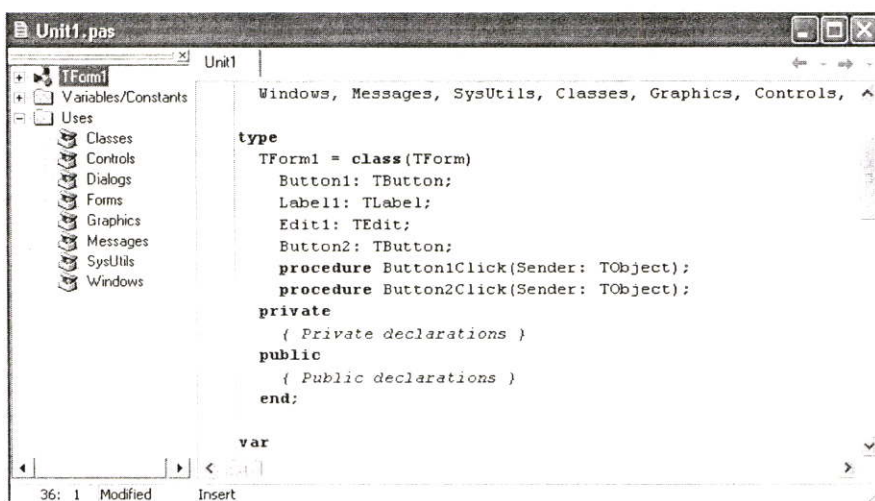
รูปที่ 2.4 หน้าต่างออบเจกต์อินสเปกเตอร์ (ก) ส่วนที่เป็นรายการของพรอพเพอร์ตี้
(ข) ส่วนที่เป็นรายการของอีเวนต์

โค้ดเอดิเตอร์ (Code Editor) เป็นพื้นที่ส่วนที่ใช้เขียนในการโปรแกรมหรือโค้ดคำสั่งกำกับอีเวนต์ต่าง ๆ หรือเพื่อสร้างฟังก์ชันการทำงานให้กับแอปพลิเคชันภายในหน้าต่างของโค้ดเอดิเตอร์ ประกอบด้วยพื้นที่ 2 ส่วน ได้แก่ พื้นที่ของโค้ดเอดิเตอร์ (Code Editor) ซึ่งใช้ในการเขียนโค้ดคำสั่งและโค้ดเอ็กซ์พลอเรอร์ (Code Explorer) ซึ่งเป็นหน้าต่างแสดงรายชื่อของตัวแปร, โปรแกรมย่อย, ออบเจกต์, พรอพเพอร์ตี้ เมธอดของออบเจกต์ต่าง ๆ ที่มีใช้งานอยู่ในโค้ดเอดิเตอร์ ซึ่งจะเป็นส่วนที่ช่วยให้การเข้าถึงฟังก์ชันตลอดจนตัวแปรต่าง ๆ ทำได้สะดวกมากขึ้น



รูปที่ 2.5 การแทรกโค้ดคำสั่งกำกับแต่ละเหตุการณ์หรืออีเวนต์ที่เกิดขึ้นของคอมโพเนนต์ใด ๆ ทำได้โดย (ก) ดับเบิลคลิกที่อีเวนต์ที่สนใจก่อน (ของคอมโพเนนต์ที่สนใจ) (ข) แทรกโค้ดคำสั่งลงยังตำแหน่งดังกล่าวเท่านั้นก็เป็นว่าเสร็จ

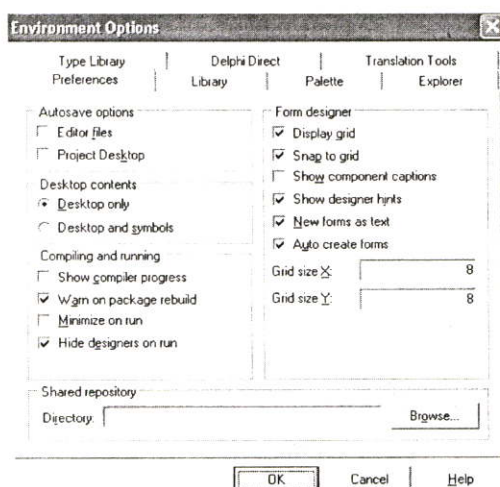
ภายในโค้ดเอดิเตอร์ผู้ใช้งานสามารถจะเติมโค้ดคำสั่งได้ตามที่ต้องการ โดยการเพิ่มเติม หรือแก้ไขโค้ดคำสั่งในโค้ดเอดิเตอร์ของเดลไฟล์นั้นสามารถทำได้ง่ายมาก เนื่องจากมีการเตรียมส่วนอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ไว้ให้ผู้ใช้งานแล้ว ไม่ว่าจะเป็นส่วนของเมนูช่วยที่มีลักษณะคล้ายกับในไมโครซอฟต์เวิร์ดที่ผู้ใช้งานจะตัด (Cut), แปะ (Paste) หรือ คัดลอก (Copy) กลุ่มข้อความต่าง ๆ ได้, ส่วนค้นหาข้อความ (Search Menu), ส่วน Code completion และ Code Parameter ที่ช่วยให้ไม่ต้องจดจำพารามิเตอร์ใด ๆ ของฟังก์ชันหรือเมธอด (Method) ที่ต้องการใช้งานเลย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีส่วนของเมนูช่วยที่เรียกว่า Online Help ซึ่งมีประโยชน์มากในกรณีที่ลืมวิธีการใช้งานฟังก์ชันใด ๆ บนเดลไฟล์ วิธีการใช้งานนั้นก็เพียงแค่เลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังคำสั่งที่ไม่แน่ใจ (ภายในโค้ดเอดิเตอร์) ว่าต้องใช้งานอย่างไร จากนั้นกดปุ่ม F1 เดลไฟล์ก็จะทำการเลือกเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดที่เราต้องการออกมาให้อย่างอัตโนมัติ



รูปที่ 2.6 หน้าต่างโค้ดเอ็กซ์พลอเรอร์ (กรอบขวามือ) และโค้ดเอดิเตอร์ (กรอบซ้ายมือ)

2.4.4 เตรียมตัวให้พร้อมก่อนลงมือสร้างโปรเจกหรือแอปพลิเคชัน

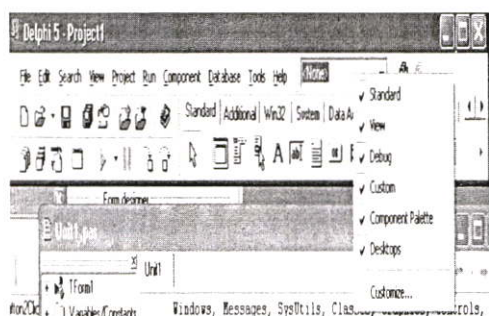
ก่อนจะลงมือสร้างโปรเจกกันจริง ๆ สิ่งหนึ่งที่เรากควรทราบเสียก่อนก็คือวิธีการปรับแต่งสภาพแวดล้อมของเดลไฟล์ให้เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละคน เพื่อที่ว่าเมื่อถึงเวลาสร้างโปรเจกจะได้สะดวกในการทำงานมากยิ่งขึ้น รายละเอียดในแง่ของวิธีการก็เริ่มต้นจากการ คลิกเลือกที่เมนู Tool >Environment Options จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 2.7 ให้ผู้ใช้สามารถปรับแต่งสปีดบาร์, ปรับตำแหน่งบนคอม โพนেন্ট-พาเลตต์ ให้เป็นได้ตามต้องการ



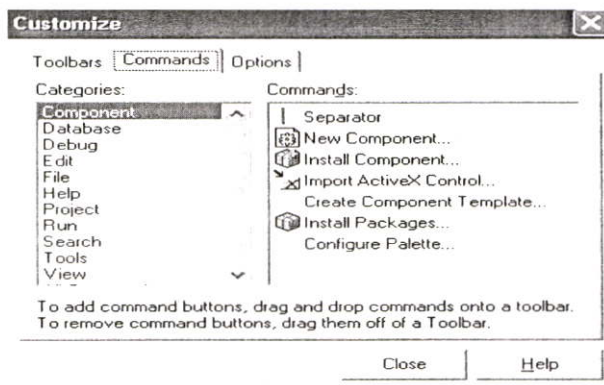
รูปที่ 2.7 หน้าต่างที่ผู้ใช้สามารถเข้าไปเลือกปรับแต่งได้ตามความต้องการ

การปรับแต่งสปีดบาร์

ผู้ใช้สามารถจะเพิ่มหรือลบจำนวนปุ่มลัดการทำงานที่อยู่บนสปีดบาร์ได้ตามใจชอบ ด้วยการเลื่อนเมาส์ไปยังตำแหน่งของสปีดบาร์แล้วคลิกขวาจะปรากฏป๊อปอัพเมนู (Popup Menu) ขึ้น ให้เลือกที่ Customize จะได้ผลลัพธ์เป็นหน้าต่างดังแสดงในรูปที่ 2.8 และสามารถเพิ่มปุ่มลัดการทำงานได้ โดยเลือกที่แท็บ Commands จากนั้นก็สามารถคลิกแล้วลากเอาปุ่มลัดการทำงานที่แสดงเป็นรายการอยู่ทางด้านขวามือมาวางลงบนสปีดบาร์ในตำแหน่งที่ต้องการได้ทันที (ในขณะเดียวกันก็สามารถโยกย้ายปุ่มดังกล่าวออกไปได้ด้วยวิธีการเดียวกัน)



(ก)



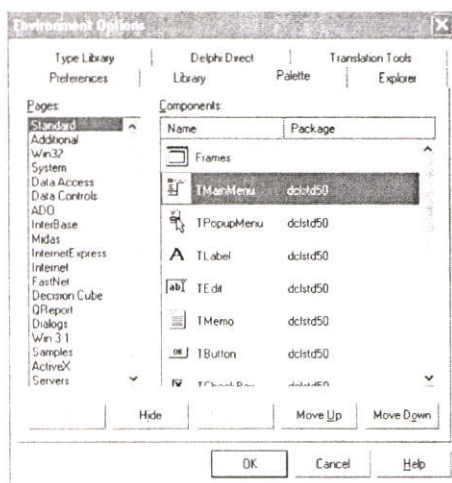
(ข)

รูปที่ 2.8 วิธีการปรับแต่งสปีดบาร์ (ก) คลิกขวา ลงบนสปีดบาร์เลือกเมนู Customized (ข) เลือกที่แท็บ Commands ก็จะ สามารถคลิกเมาส์ลากปุ่มลัดการทำงานไปวางยังตำแหน่งที่ต้องการบนสปีดบาร์ได้ทันที

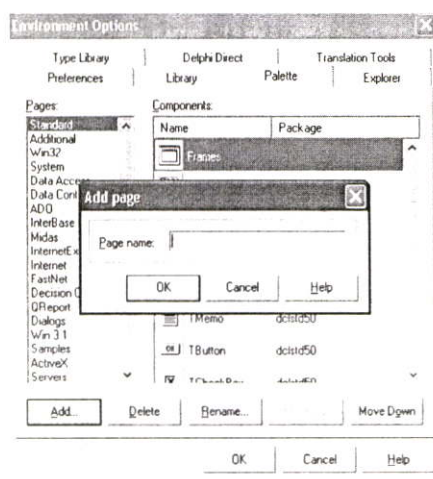
การปรับแต่งคอมโพเนนต์บนพาเลตต์

เนื่องจากการใช้งานคอมโพเนนต์ของผู้ใช้ต่างคนก็แตกต่างกันไป ขึ้นกับลักษณะงานที่แต่ละคนสนใจอยู่ ดังนั้นเคล็ดลับจึงอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถจัดตำแหน่งของคอมโพเนนต์ได้ด้วย โดยวิธีการก็คือให้เลือกที่เมนู Tool > Environment Options จากนั้นคลิกเลือกที่แท็บ Palette วิธีการปรับตำแหน่งของคอมโพเนนต์ สามารถทำได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ

1. การปรับตำแหน่งไปยังหมวดหมู่ของคอมโพเนนต์ที่มีอยู่เดิม ย้ายคอมโพเนนต์จากกรอบ Components ไปสู่หมวดหมู่ใหม่หรือเพจ (Pages) ใหม่ ทำโดยคลิกเมาส์ลงยังคอมโพเนนต์ตัวที่ต้องการจากนั้นลากไปยังกรอบด้านซ้ายมือ (ในรูปที่ 2.9) ที่มีรายชื่อหมวดหมู่ของคอมโพเนนต์อยู่ และทิ้งลงยังชื่อหมวดหมู่ที่ต้องการโดยในรูปที่ 2.9 เป็นการย้ายคอมโพเนนต์ TmainMenu จากที่เดิมซึ่งอยู่ในหมวด Standard ให้ไปยังหมวด Additional นอกจากนั้นผู้ใช้ก็ยังสามารถจะลบ, แก้ไขชื่อ, ปรับตำแหน่งของคอมโพเนนต์ขึ้นและปรับตำแหน่งของคอมโพเนนต์ลง ได้ด้วยใช้ปุ่มคำสั่ง Delete, Rename, MoveUp และ MoveDown ตามลำดับ ที่เรียงอยู่ด้านล่างได้ด้วย



(ก)



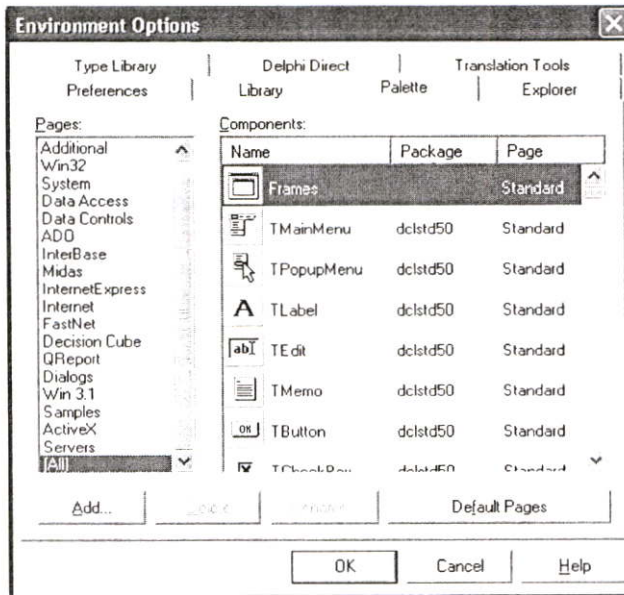
(ข)

รูปที่ 2.9 วิธีการปรับตำแหน่งคอมโพเนนต์ไปยังหมวดหมู่ที่ต้องการ (ก) เป็นการย้ายคอมโพเนนต์ Taminmenu จากหมวด Standard ไปยังหมวด Additional (ข) เป็นการสร้างหมวดหมู่คอมโพเนนต์ขึ้นใหม่

2. การปรับตำแหน่งไปยังหมวดหมู่คอมโพเนนต์ที่สร้างขึ้นใหม่ ทำโดยการสร้างหมวดหมู่ของคอมโพเนนต์ขึ้นมาใหม่ก่อนโดยการคลิกที่ปุ่ม Add หลังจากการคลิกจะมีไดอะล็อกบ็อกซ์ปรากฏขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้ตั้งชื่อหมวดหมู่ใหม่ที่จะสร้างหลังจากพิมพ์ชื่อที่ต้องการและคลิกปุ่ม OK ชื่อของหมวดหมู่ใหม่ก็จะไปปรากฏยังกรอบเพจ ซึ่งอยู่ทางซ้ายมือ จากนั้นผู้ใช้ก็สามารถจะลากเอาคอมโพเนนต์จากหมวดอื่นมาทิ้งลงยังหมวดที่สร้างขึ้นใหม่นี้ได้ตามวิธีที่ได้กล่าวไปในหัวข้อก่อน หรือถ้าจะสร้างคอมโพเนนต์ขึ้นมาใหม่มาใส่ลง ไปก็ได้เช่นกัน

การรีเซตตำแหน่งคอมโพเนนต์กลับสู่สถานะดั้งเดิม

หลังจากที่ผู้ใช้ได้โยกย้ายตำแหน่งของคอมโพเนนต์ต่าง ๆ ตามความสอดคล้องกับงานที่ทำงานไปแล้ว เมื่องานเสร็จเรียบร้อยและผู้ใช้ต้องการจัดให้คอมโพเนนต์ต่าง ๆ ที่ถูกย้ายมากลับไปสู่ตำแหน่งเดิมเหมือนก่อนจะมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ขึ้น (เหมือนกับตอนที่เราคิดตั้งเคลฟไล์เสร็จใหม่ ๆ) ก็สามารถทำได้เช่นกัน โดยคลิกเลือกหมวด [All] ในกรอบเพจ และคลิกที่ปุ่ม Default Pages ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การริเซตตำแหน่งคอมโพเนนต์ให้กลับสู่สภาวะดั้งเดิม

หลังจากเซฟไฟล์ไปแล้วเดลไฟล์จะทำการสร้างไฟล์ขึ้นมาอีก 4 นามสกุล คือ

1. (.CFG) เป็นไฟล์ที่เก็บค่า Configure ต่าง ๆ ของโปรเจกเอาไว้
2. (.DOF) เป็นไฟล์ที่เก็บค่าอปชั่นต่าง ๆ ของโปรเจก จะถูกเรียกใช้โดยเมนู Project >

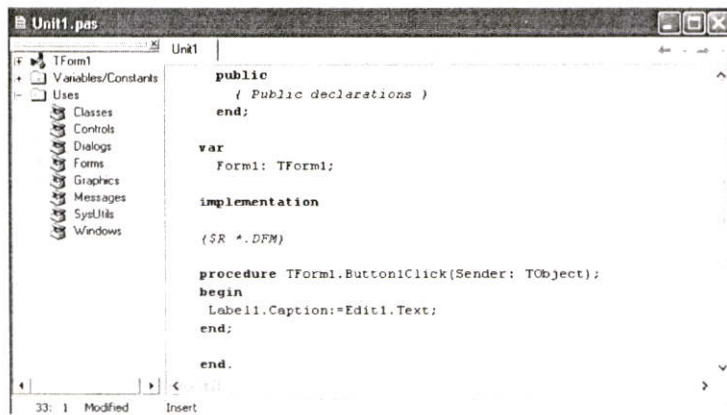
Options

3. (.RES) เป็นไฟล์ที่เก็บข้อมูลต่าง ๆ ของแอปพลิเคชันต่าง ๆ ของแอปพลิเคชันซึ่งทำงานอยู่ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ เช่น ไอคอนของแอปพลิเคชัน, เคอร์เซอร์ เป็นต้น

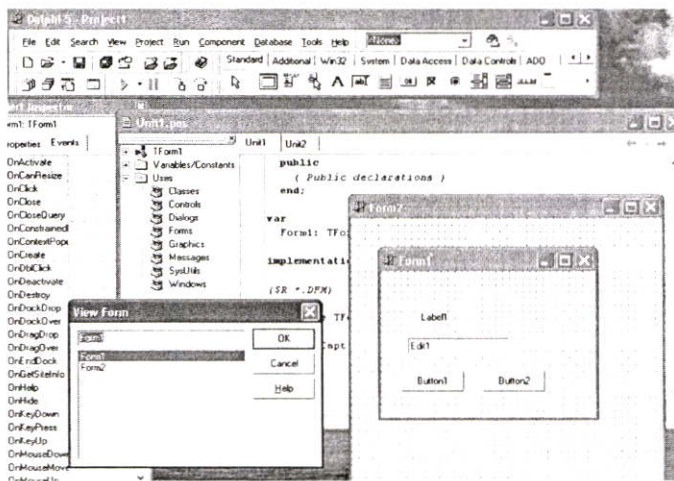
4. (.DFM) เป็นไฟล์ที่ทำหน้าที่เก็บรูปแบบและรายละเอียดต่าง ๆ ของฟอร์มที่สร้างขึ้น โดยหลังจากการ Run โปรเจกที่ได้สร้างมาข้างต้น เดลไฟล์จะสร้างทำการไฟล์เพิ่มขึ้นอีก 2 ไฟล์ คือ

4.1 (.EXE) เป็นโปรแกรมแอปพลิเคชันที่ท่านสามารถนำไปใช้งานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ได้ทันที

4.2 (.DCU) เป็นไฟล์ซึ่งได้มาจากการแปลงยูนิทไฟล์ (Unit File) ในโค้ดเอดิเตอร์ หรือไฟล์นามสกุล .pas ให้อยู่ในรูปของไบนารีไฟล์ (Binary File)



รูปที่ 2.11 การแทรกโค้ดคำสั่ง (ลงในโค้ดคอมไพเลอร์) ให้กับอีเวนต์ Onclick ของ Button1



รูปที่ 2.12 การเพิ่มยูนิตและฟอร์มใช้งานยังโปรเจก (ในที่นี้คือ Second2.pas และ Form 2 ตามลำดับ) หลังจากเลือกที่เมนู File > New Form แล้วจะต้องประกาศให้โปรเจกทราบถึงยูนิตที่เพิ่มเข้ามาโดยเลือกที่เมนู File > Use Unit ด้วย

2.4.5 พอร์ทอนุกรม

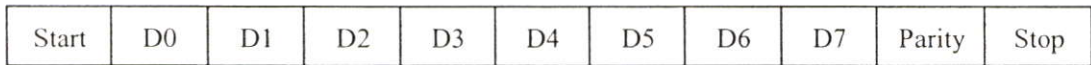
การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสบน IBM / PC จะทำงานผ่านการ์ดอะแดปเตอร์ ซึ่งถูกจัดอยู่ในพื้นที่ของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ตำแหน่ง 3F8H – 3FEH (COM1) และ 2F8 – 2FEH (COM2) โดยสามารถโปรแกรม โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูล ในลักษณะต่างๆ เช่น อัตราการรับส่งข้อมูลจำนวนบิตหยุดการเลือกพาริตี เป็นต้น

การ์ดอะแดปเตอร์นี้จะมีไอซี 8250 เป็นส่วนสำคัญในการควบคุมทำงานการสื่อสารข้อมูล โดยมีคุณสมบัติเพิ่มเติม เช่น

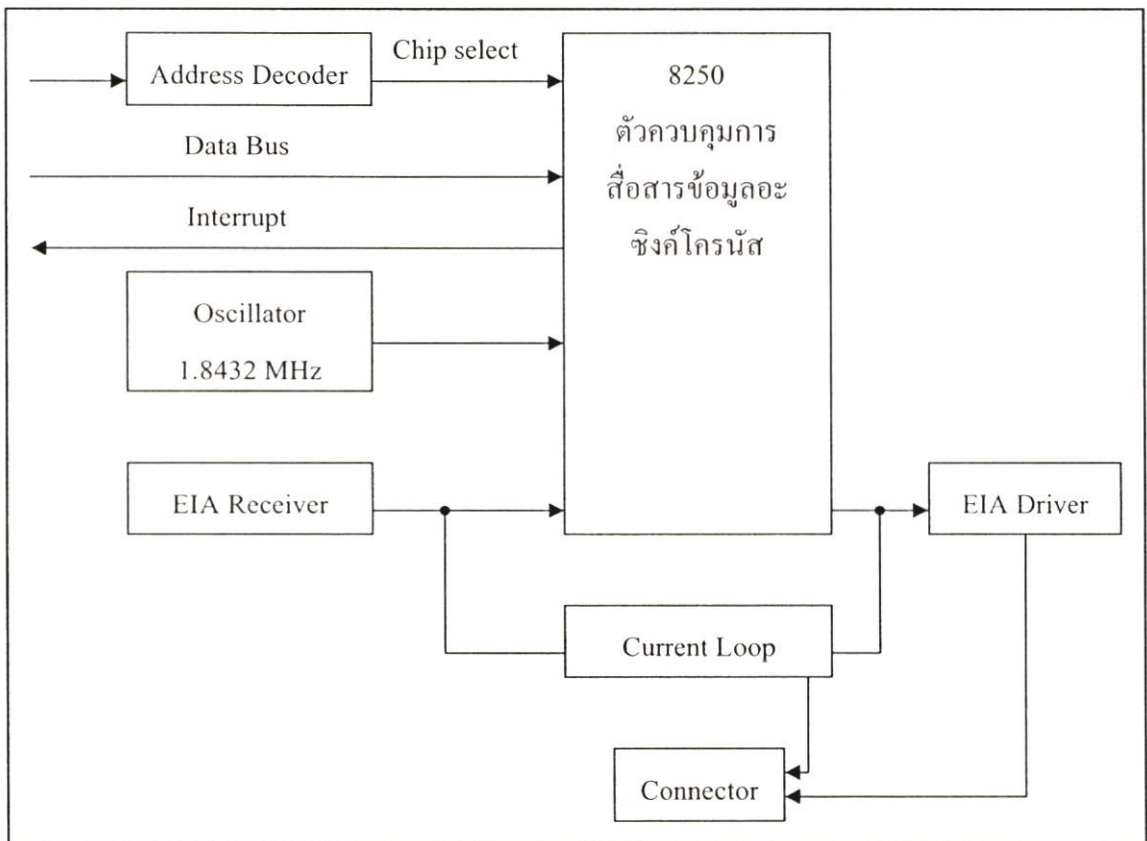
- มีดับเบิลบัฟเฟอร์สำหรับการส่งข้อมูลมีขาอินพุตเพื่อใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาในการรับข้อมูลที่อิสระ

- มีฟังก์ชันการควบคุมโมเด็ม เช่น CTS (Clear To Send) , RTS (Request To Send), DSR (Data Set Ready), DTR (Data Terminal Ready) , RI (Ring Indicator) , และการตรวจสอบสัญญาณ Carrier

- การตรวจสอบการเริ่มต้นผิดพลาด
 - การสร้างสัญญาณ Break และการตรวจสอบสัญญาณ Break
- รูปแบบการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสแสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ลักษณะการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส



รูปที่ 2.14 โครงสร้างการทำงานของพอร์ตอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลสามารถสร้างสัญญาณเพื่อให้เกิดการอินเทอร์พท์ไปที่ระบบได้ โดยถ้าเป็นการทำงานของพอร์ต COM1 จะเกิดอินเทอร์พท์ที่ IRQ4 และถ้าเป็นการทำงานของพอร์ต COM2 จะเกิดอินเทอร์พท์ที่ IRQ3

ระดับสัญญาณข้อมูลในการสื่อสารข้อมูลบน IBM PC

การสื่อสารข้อมูลบนการ์ดนี้จะใช้มาตรฐาน RS232 ซึ่งจะแสดงความหมายและระดับแรงดัน ดังรูปที่ 15

			+15VDC	Invalid
			+3VDC	0 (Space)
			0VDC	Invalid
			-3VDC	1 (Mark)
			-15VDC	Invalid
ลอจิก	ระดับแรงดัน	สถานะสัญญาณ		
0	+3V ถึง +15V	Space		
1	-3V ถึง -15V	Mark		

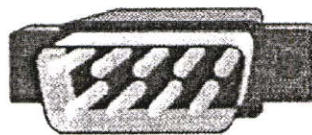
รูปที่ 2.15 ระดับแรงดันของมาตรฐาน RS232

ข้อมูลที่มีระดับเป็นลอจิก 0 จะเรียกว่าสถานะ “Spacing” ซึ่งแรงดันที่ส่งออกไปภายนอกจะเป็นแรงดันบวกตั้งแต่ +3 V ถึง +15 V ส่วนข้อมูลที่มีระดับเป็นลอจิก 1 จะเรียกว่าสถานะ “Marking” ซึ่งแรงดัน ที่ส่งออกไปภายนอกจะเป็นแรงดันลบตั้งแต่ -3 V ถึง -15 V ถ้าระดับแรงดันอยู่ในช่วงมากกว่า -3V จนถึงน้อยกว่า +3V และมากกว่า +15V และน้อยกว่า -15V จะเป็นสถานะ ที่ไม่สามารถบอกได้ว่าข้อมูลที่ได้รับเป็นลอจิกได้

ในการสื่อสารข้อมูลสถานะ “Marking” ลอจิก 1 จะถูกใช้เป็นสถานะ OFF (ขณะเริ่มต้นที่ไม่มีการส่งข้อมูล) จนกว่าจะมี สถานะ “Spacing” ลอจิก 0 ซึ่งถือว่าเป็นบิตเริ่มต้น

ขาสัญญาณและรายละเอียดขาสัญญาณต่างของ Connector

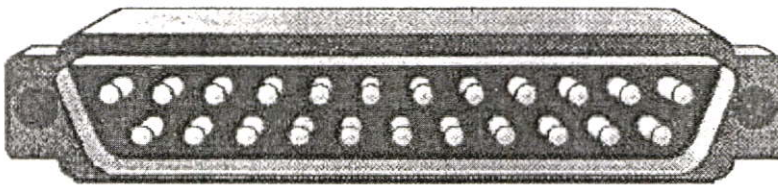
Connector ที่ใช้สำหรับพอร์ทอนุกรมจะมี 2 ลักษณะ คือ แบบ 9 ขา (DB9) และแบบ 25 ขา (DB25) ซึ่งทั้ง 2 แบบมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.16 ไคอะแกรมขาสัญญาณของ DB9 ตัวผู้

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของ Connector DB9

IBM 9-Pin Serial connector		
Pin	Function	Mnemonic
1	Carrier detect	CD
2	Receive data	RXD
3	Transmit data	TXD
4	Data terminal ready	DTR
5	Signal Ground	GND
6	Data set ready	DSR
7	Request to send	RTS
8	Clear to send	CTS
9	Ring indicator	RI



รูปที่ 2.17 โดอะแกรมของขาสัญญาณ DB25 ตัวผู้

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดขาสัญญาณ Connector DB25

25-Pin Serial Connector Signal Assignment		
Pin	Function	Mnemonic
1	Chassis ground	None
2	Transmit data	TXD
3	Receive data	RXD
4	Request to send	RTS
5	Clear to send	CTS
6	Data set ready	RTS
7	Signal ground	GND
8	Carrier detect	CD
20	Data terminal ready	DTR
22	Ring indicator	RI

รีจิสเตอร์ต่าง ๆ สำหรับควบคุมพอร์ทอนุกรม

ในการโปรแกรมเพื่อสื่อสารข้อมูลอนุกรม นั้นจะต้องพิจารณาโครงสร้างของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ควบคุมพอร์ท ซึ่งรีจิสเตอร์เหล่านี้จะมีตำแหน่งที่แน่นอนบน IBM PC ซึ่งทำหน้าที่ กำหนดโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ เช่น จำนวนบิตข้อมูล จำนวนบิตหยุด อัตราบอด และกรควบคุมโมเด็ม เป็นต้น โดยมีตำแหน่งดังตารางดังนี้

ตารางที่ 2.4 ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ บน IBM PC

ตำแหน่ง I/O		รีจิสเตอร์ของ 8250	สถานะ DLAB
COM1	COM2		
3F8	2F8	Tx Buffer	DLAB = 0 Write
3F8	2F8	Rx Buffer	DLAB = 0 Read
3F8	2F8	Divisor Latch LSB	DLAB = 1
3F9	2F9	Divisor Latch MSB	DLAB = 1
3F9	2F9	Interrupt Enable Reg.	
3FA	2FA	Interrupt Identification Reg.	
3FB	2FB	Line Control Reg.	
3FC	2FC	Modem Control Reg.	
3FD	2FD	Line Status Reg.	
3FE	2FE	Modem Status Reg.	

Line Control Register ตำแหน่ง 3FBH (COM1), 2FB (COM2)

DLAB	Set Break	Set Parity	EPS	PEN	STB	WSL1	WSL0
------	-----------	------------	-----	-----	-----	------	------

บิต WSL0, WSL1 (Word Length Select) ใช้ในการเลือกจำนวนบิตข้อมูลที่จะติดต่อ

WSL1	WSL0	จำนวนบิต
0	0	5 บิต
0	1	6 บิต
1	0	7 บิต
1	1	8 บิต

บิต STB (Number of Stop Bit) ใช้กำหนดจำนวนบิตหยุด

- 0 บิตหยุด 1 ตัว
- 1 กรณีที่เลือกการรับส่งแบบ 5 บิตจะกำหนดบิตหยุดเป็น 1 หรือ ½ ตัว กรณีที่เลือกรับส่งแบบ 6,7,8 บิต จะกำหนดบิตหยุดเป็น 2 ตัว

บิต PEN (Parity Enable) เพื่อให้มีการส่งหรือรับบิตพาริตีด้วยหรือไม่

- 1 มีการส่งหรือรับพาริตี
- 0 ไม่มีการส่งหรือรับบิตพาริตี

บิต Stick Parity เพื่อกำหนดการส่งหรือรับพาริตี

- ถ้าบิตนี้เป็น 1 แล้ว บิต PEN = 1 และบิต EPS = 1 พาริตีที่จะส่งหรือตรวจสอบจะเป็น 0
- ถ้าบิตนี้เป็น 1 แล้ว บิต PEN = 1 และ บิต EPS = 0 พาริตีที่จะส่งหรือตรวจสอบจะเป็น 1

บิต Set Break เพื่อกำหนดสภาวะการ Break (ให้สายสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูลออกเป็น 0 นานเกินกว่าช่วง เวลา ของการส่งข้อมูลทั้งหมด ใช้เพื่อยกเลิกการติดต่อ)

- 1 สร้างสภาวะการ Break
- 0 ยกเลิกสภาวะการ Break

บิต DLAB (Divisor Latch Access Bit) เพื่อเลือกติดต่อกับรีจิสเตอร์ที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันแต่มีการทำงาน 2 ลักษณะ

- 0 เลือกติดต่อกับ Receiver Buffer, Transmitter Holding Register, Interrupt Enable Register
- 1 เลือกติดต่อกับ Divisor Latch เพื่อสร้างอัตราการรับส่งข้อมูล (Buad Rate)

Line Status Register ตำแหน่ง 3FDH (COM1), 2FD (COM2)

0	TSRE	THRE	BI	FE	PE	OR	DR
---	------	------	----	----	----	----	----

บิต DR (Receiver Data Ready) เป็นบิตที่แสดงว่าข้อมูลได้ถูกส่งเข้ามาเก็บไว้ใน Receiver Buffer เรียบร้อยแล้ว

- 1 ข้อมูลอยู่ใน Receiver Buffer
- 0 เมื่อมีการอ่านข้อมูลจาก Receiver Buffer หรือเขียนค่า 0 ลงไป

บิต OR (Overrun Error) บิตที่แสดงการผิดพลาดที่เกิดจาก มีการเขียนข้อมูลลงใน Receiver Buffer ก่อนที่จะมีการอ่านค่าออกไป

- 1 มีการผิดพลาด
- 0 เมื่อมีการอ่านข้อมูลใน Line Status Register (เคลียร์ค่าเอง)

บิต PE (Frame Error) บิตที่แสดงการผิดพลาดที่เกิดจากการรับข้อมูลแล้วไม่พบบิตหยุด

- 1 มีการผิดพลาด
- 0 เมื่อมีการอ่านข้อมูลใน Line Status Register (เคลียร์ค่าเอง)

บิต BI (Break Interrupt) บิตที่แสดงว่าพบสถานะการ Break ของการรับข้อมูล สัญญาณข้อมูลที่ ได้รับเป็นลอจิก 0 นาน กว่าช่วงเวลาของการส่งข้อมูลทั้งหมด (บิต Start + บิตข้อมูล + บิต Parity + บิต Stop)

- 1 สถานะการ Break
- 0 เมื่อมีการอ่านข้อมูลใน Line Status Register (เคลียร์ค่าเอง)

บิต THRE (Transmitter Holding Register) บิตที่แสดงถึงสถานะที่ รีจิสเตอร์ THRE พร้อมที่จะรับข้อมูลใหม่เพื่อส่ง ให้รีจิสเตอร์ TSRE

- 1 เมื่อ THRE ว่างพร้อมที่จะรับข้อมูลใหม่
- 0 เมื่อมีการโหลดข้อมูลใหม่ลงใน THRE

บิต TSRE (Transmitter Shift Register Empty) บิตที่แสดงสถานะที่รีจิสเตอร์ TSRE รับข้อมูล จาก THRE หรือไม่

- 1 รีจิสเตอร์ TSRE ว่าง
- 0 รีจิสเตอร์ TSRE รับข้อมูลมาจาก THRE เพื่อส่งออกภายนอก

ข้อมูลเพิ่มเติม

- * บิต DR นั้นจะทำให้เกิดอินเทอร์พท์จาก Data Available
- * บิต OR, FE, PE, BI นั้นจะทำให้เกิดอินเทอร์พท์จาก Receive Line Status
- * บิต THRE นั้นจะทำให้เกิดอินเทอร์พท์จาก Tx Holding Register Empty

Interrupt Identification Register ตำแหน่ง 3FAH (COM1), 2FA (COM2)

0	0	0	0	0	บิต 2	บิต 1	บิต 0
---	---	---	---	---	-------	-------	-------

บิต 0 แสดงว่ามีอินเทอร์พท์ที่ยังไม่ได้รับการบริการอยู่หรือไม่

- 1 ไม่มีอินเทอร์พท์ค้างอยู่
- 0 มีอินเทอร์พท์ค้างอยู่

บิต 1,2 แสดงถึงหมายเลขของอินเทอร์พท์ที่มีลำดับความสำคัญสูงสุดค้างอยู่

การอินเทอร์พท์ที่จะเกิดจากการทำงานของ 8250 นั้นจะสามารถเกิดได้จาก 4 แหล่ง และมีการจัดเรียงลำดับความสำคัญดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.5 รายละเอียดการเกิดอินเทอร์รัพท์และการจัดลำดับความสำคัญ

Interrupt Identification Register			การเซตค่าและการเคลียร์ค่าของบิตอินเทอร์รัพท์			
บิต 2	บิต 1	บิต 0	ระดับความสำคัญ	ชนิดของอินเทอร์รัพท์	แหล่งกำเนิดของอินเทอร์รัพท์	การเคลียร์ค่าบิตอินเทอร์รัพท์
0	0	1	-	ไม่มี	ไม่มี	-
1	1	0	สูงสุด	Receiver Line Status	Overrun Error หรือ Parity Error หรือ Framing Error หรือ Breaking Interrupt	อ่านค่าใน Receiver Line Status Register
0	1	0	ลำดับสอง	ข้อมูลถูกรับเข้ามา	DR (Data Ready)	อ่านค่าใน Receiver Buffer Register
1	0	0	ลำดับสาม	Transmitter Holding Register ว่าง	Transmitter Holding Register ว่าง	อ่านค่าใน รีจิสเตอร์ IIR หรือ การเขียนค่าลงใน Transmitter Holding Register
0	0	0	ลำดับสี่	Modem Status	Clear to Send, Data Set Ready, Ring Indicator, Received Line หรือ Signal Direct	การอ่านค่า รีจิสเตอร์ MSR (Modem Status Register)

Interrupt Enable Register ตำแหน่ง 3F9H (COM1), 2F9 (COM2) DLAB = 0

0	0	0	0	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
---	---	---	---	-------	-------	-------	-------

บิต 0 ใช้ควบคุมการเกิดอินเทอร์รัพท์จากการรับข้อมูลปกติ

- 1 ยอม
- 0 ไม่ยอม

บิต 1 ใช้ควบคุมการเกิดอินเทอร์รัพท์จากการส่ง (รีจิสเตอร์ THRE ว่าง)

- 1 ยอม
- 0 ไม่ยอม

บิต 2 ใช้ควบคุมการเกิดอินเทอร์รัพท์จากการสถานะของการรับข้อมูล (Receiver Line Status) หรือสถานะการผิดพลาดต่าง ๆ

- 1 ยอม
- 0 ไม่ยอม

บิต 3 ใช้ควบคุมการเกิดอินเทอร์รัพท์จากการติดต่อ โมเด็ม (Modem Status)

- 1 ยอม
- 0 ไม่ยอม

บิต 4 – 7 เป็น 0

Modem Control Register (MCR) ตำแหน่ง 3FCH (COM1), 2FC (COM2)

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการติดต่อกับ โมเด็มหรืออุปกรณ์ที่มีการจำลองการทำงานเหมือนโมเด็ม

0	0	0	Loop	Out2	Out1	RTS	DTR
---	---	---	------	------	------	-----	-----

บิต DTR (Data Terminal Ready) ทำหน้าที่ควบคุมเอาต์พุต DTR เมื่อกำหนดให้เป็น 1 จะทำให้เอาต์พุต DTR มีสัญญาณเป็น 0 ซึ่งหมายถึงการบอกไปที่โมเด็มหรืออุปกรณ์ภายนอก ว่าพร้อมที่จะสื่อสารข้อมูล เช่นเดียวกันถ้ากำหนดบิต นี้เป็น 0 จะทำให้ขาสัญญาณเป็น 1 หมายถึงพอร์ทไม่พร้อมที่จะสื่อสารข้อมูล

บิต RTS (Request To Send) ทำหน้าที่ควบคุมเอาต์พุต RTS เมื่อกำหนดบิตนี้เป็น 1 จะทำให้เอาต์พุต RTS มีสัญญาณเป็น 0 ซึ่งหมายถึงการบอกไปที่โมเด็มหรืออุปกรณ์ภายนอก ว่าพร้อมที่จะสื่อสารข้อมูล เช่นเดียวกันถ้ากำหนดบิตนี้เป็น 0 จะทำให้ขาสัญญาณเป็น 1 หมายถึงพอร์ทไม่พร้อมที่จะส่งข้อมูล

บิต OUT1 ทำหน้าที่ควบคุมเอาต์พุต OUT1 เมื่อกำหนดบิตนี้เป็น 1 จะทำให้เอาต์พุต OUT1 มีสัญญาณเป็น 0 เช่นเดียวกันถ้ากำหนดบิตนี้เป็น 0 จะทำให้ขาสัญญาณเป็น 1

บิต OUT2 ทำหน้าที่ควบคุมเอาต์พุต OUT2 เมื่อกำหนดบิตนี้เป็น 1 จะทำให้เอาต์พุต OUT2 มีสัญญาณเป็น 0 เช่นเดียวกันถ้ากำหนดบิตนี้เป็น 0 จะทำให้สัญญาณเป็น 1

* ขาสัญญาณ OUT1, OUT2 จะเป็นสัญญาณที่ไม่เกี่ยวกับการทำงานของโมเด็มโดยตรง แต่เป็นขาสัญญาณที่ผู้ใช้สามารถกำหนดการทำงานใด ๆ ได้ มักจะใช้ในกรณีทำการทดสอบพอร์ท โดยการลูปกลับ

บิต LOOP ทำหน้าที่กำหนดโครงสร้างให้เกิดการลูปกลับ (Loop Back) สำหรับการตรวจซ่อมตัวเอง (Diagnostic) ของชิพ 8250 เมื่อมีการกำหนดให้บิตนี้เป็น 1 โดยจะทำงานดังนี้ ขาสัญญาณ SOUT จะมีค่าเป็น 1 (สถานะ Mark) และขาสัญญาณ SIN จะถูกยกเลิกการทำงาน

ข้อมูลใน Transmitter Shift Register จะถูกกลับเข้ามาที่ Receiver Shift Register และสัญญาณอินพุตในการควบคุมโมเด็มคือ \overline{CTS} , \overline{DSR} , \overline{RLSD} และ \overline{RI} จะถูกคัดลอกและจะทำการควบคุมจากภายในแทนโดยใช้สัญญาณ \overline{DTR} , \overline{RTS} , $\overline{OUT1}$ และ $\overline{OUT2}$ การทำการตรวจสอบตัวเอง นั้นสามารถที่จะใช้การอินเทอร์พท์ได้เหมือนปกติในกรณีที่ต้องการทดสอบการอินเทอร์พท์ก็ทำการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ Modem Control Register 4 บิตล่าง บิตใด ๆ เป็น 1 การออกจากโหมคลูปกลับ ทำโดยการกำหนดบิต LOOP เป็น 0

Modem Status Register (MSR) ตำแหน่ง 3FEH (COM1), 2FEH (COM2)

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่บอกสถานะการติดต่อกับโมเด็ม หรืออุปกรณ์ที่มีการจำลองการทำงานเหมือน โมเด็ม บิตข้อมูลในรีจิสเตอร์นี้จะเปลี่ยนเป็น 0 เมื่อมีการอ่านข้อมูลออกจากรีจิสเตอร์ตัวนี้

RLSD	RI	DSR	CTS	DRLSD	TERI	DDSR	DTR
------	----	-----	-----	-------	------	------	-----

บิต \overline{DCTS} (Delta Clear To Send) จะแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของขา \overline{CTS} หลังจากที่บิตนี้ถูกอ่านจากโปรเซสเซอร์

บิต \overline{DDSR} (Delta Data Set Ready) จะแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของขา \overline{DSR} หลังจากที่บิตนี้ถูกอ่านจาก โปรเซสเซอร์

บิต TERI (Trailing Edge Ring Indicator) จะแสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตขา RI เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง จาก 1 เป็น 0 (เมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์)

บิต \overline{DRLSD} (Delta Rx line Signal Detect) จะแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณอินพุตขา \overline{DRLSD}

* เมื่อบิต 0 – 3 บิตใด ๆ ที่มีการเซตเป็น 1 จะสามารถเกิดการอินเทอร์พท์จาก Modem Status Register ได้

บิต CTS (Clear To Send) จะแสดงสถานะที่โมเด็มหรืออุปกรณ์ตอบกลับมาว่าพร้อมที่จะรับข้อมูล โดยที่ข้อมูลบิตนี้จะเป็นสถานะตรงข้ามกับสถานะอินพุตที่ขาสัญญาณ \overline{CTS}

บิต DSR (Data Set Ready) จะแสดงสถานะที่โมเด็มหรืออุปกรณ์พร้อมที่จะติดต่อกับพอร์ท โดยที่ข้อมูลบิตนี้จะเป็นสถานะตรงข้ามกับสถานะอินพุตที่ขาสัญญาณ \overline{DSR}

บิต RI (Ring Indicator) จะแสดงสถานะที่โมเด็มหรืออุปกรณ์ได้รับสัญญาณกระดิ่ง โดยที่ข้อมูลบิตนี้จะเป็นสถานะตรงข้ามกับสถานะอินพุตที่ขาสัญญาณ RI

บิต **RLSD** (**Receive Line Signal Detect**) จะแสดงสถานะที่โมเด็มหรืออุปกรณ์ตรวจสอบพบ **Data Carrier** โดยที่ข้อมูลบิตนี้จะเป็นสถานะตรงข้ามกับสถานะอินพุทที่ขาสัญญาณ \overline{DLDS}

* ในโหมดการทำงาน ลูปกลับ (กำหนดบิต **LOOP** เป็น 1) บิต **CTS** จะต่อตรงกับบิต **RTS**, บิต **DSR** จะต่อตรงกับ **DTR**, บิต **RI** จะต่อตรงกับบิต **OUT1**, บิต **RLSD** จะต่อตรงกับบิต **OUT2**

Receiver Buffer Register ตำแหน่ง **3F8H (COM1), 2F8H (COM2) DLAB = 0**

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่พักข้อมูลที่ได้รับเข้ามาเพื่อให้โปรเซสเซอร์ทำการอ่านข้อมูลออกไปโดยรีจิสเตอร์นี้จะอยู่ตำแหน่งเดียวกับ รีจิสเตอร์ **Transmitter Holding Register** แต่การทำงานจะต่างกัน โดยรีจิสเตอร์ตัวนี้จะทำงานเป็นลักษณะอ่านอย่างเดียว

Transmitter Holding Register ตำแหน่ง **3F8H (COM1), 2F8H (COM2) DLAB = 0**

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่พักข้อมูลที่ต้องการจะส่งออกไปโดยรีจิสเตอร์นี้จะอยู่ตำแหน่งเดียวกับรีจิสเตอร์ **Receiver Buffer Register** แต่การทำงานจะต่างกัน โดยรีจิสเตอร์ตัวนี้จะทำงานเป็นลักษณะเขียนอย่างเดียว

การสร้างอัตราการรับส่งข้อมูล

ในชิพ 8250 มีส่วนสร้างอัตราบอดอยู่ภายใน โดยรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก (ความถี่ของ Clock ที่รับจาก IBM PC = 1.8432 MHz) เพื่อนำไปหารค่าด้วย 16 จะได้ความถี่ 115200 เฮิร์ตซ์ ซึ่งความถี่นี้จะถูกนำไปหารอีก ครั้งเพื่อสร้างเป็นอัตรา บอดที่จะใช้ในการรับส่งข้อมูล โดยตัวหารจะนำมาจากรีจิสเตอร์ **DLL** (**Divisor Latch Least Significant Byte**) และนำมาจากรีจิสเตอร์ **DLM** (**Divisor Latch Most Significant Byte**) และอัตราบอดกับค่าที่จะนำมาหาร จะแสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.6 การกำหนดค่าตัวหารเพื่อสร้างอัตราบอด

อัตราบอด	ค่าตัวหารจากความถี่ 115200		ค่าผิดพลาด
	ฐานสิบ	ฐานสิบหก	
2400	48	30H	-
4800	24	18H	-
9600	12	0CH	-
19200	06	06H	-

2.5 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลองเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ที่มีระบบและมีเหตุผล การทดลองเป็นการทดสอบสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยมีปัญหาที่จะวิจัยแล้ว ก็ตั้งสมมติฐาน ซึ่งสมมติฐานนี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมติฐานได้รับการยืนยันหรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใด จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลองก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้จากการทดลอง และหาผลสรุปที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ (วีรพันธ์ ดิษยนแสน, 2538 : 45)

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมายและนิยามปัญหาที่จำเป็นให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะและตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลอง
5. ดำเนินการทดลองและต้องควบคุมสิ่งต่างๆ ให้คงที่

จำกัดลักษณะการกระทำที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดและที่มีอิทธิพลต่อการทดลอง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัย โดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

พุทธทอง โภธิปัญญา (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง วิธีการโดยสร้างชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ด้วยการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ที่สร้างขึ้น เพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาหลักการเบื้องต้นของระบบรับส่ง ด้วยเส้นใยแก้วนำแสง แผนกวิชามัธยมศึกษา มีเป้าหมายเพื่อนำไปลดปัญหาการขาดแคลนชุดประลอง และช่วยส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น วิธีการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดประลอง ให้ตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมเนื้อหาจำนวน 6 เรื่องโดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ได้แก่ ใยประลอง แบบทดสอบหลังการประลอง และแบบทดสอบรวมทุกการประลอง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือผู้ที่ได้รับการอบรมของแผนกวิชามัธยมศึกษา จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ 84.42/85.57 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

มันคง มณีรัตนรุ่งโรจน์ (2546 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทดลองการออกแบบหน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต 16 คำสั่งโดยใช้ FPGA ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่มีความรู้

ทางด้านดิจิทัล ด้านสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ได้ทดลองใช้งานชุดทดลองและใบงานการทดลอง ปรากฏว่าชุดทดลองทำร้ายจั้นมีการทำงานที่ถูกต้อง มีความพึงพอใจค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ,4.03 และ 3.90 ตามลำดับ โดยอยู่ในระดับมาก

สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี (2546 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 โดยหาคุณภาพจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิทางการศึกษา จำนวน 5 คนและผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิศวกรรมจำนวน 5 คน ผลการวิจัยพบว่าวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพทางการศึกษาในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.60 และมีคุณภาพทางด้านวิศวกรรมในเกณฑ์ดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.58

สุภาวดี นาคสีทอง (2546 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนาพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ศัพท์ด้านวิศวกรรมโยธา โดยรวบรวมคำศัพท์ด้านวิศวกรรมโยธาจำนวน 1,000 คำและใช้โปรแกรม Delphi 6.0 ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ ในการพัฒนาพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ศัพท์ด้านวิศวกรรมโยธา ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครจำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่าพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ศัพท์ด้านวิศวกรรมโยธาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดี และจากการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.48 และ 4.51 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งฉบับเท่ากับ 0.55 และ 0.51 ตามลำดับ

อนันต์ศักดิ์ พงษ์เสถียรศักดิ์ (2548 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องชุดปฏิบัติการวงจรคอมพิวเตอร์และซีเคาน์เซลโดยใช้ CPLD โดยหาคุณภาพจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการวงจรคอมพิวเตอร์และซีเคาน์เซลโดยใช้ CPLD ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 ซึ่งมีคุณภาพในระดับดี และใบงานการทดลองได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ อาจารย์ ที่ทำการสอนในแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์และแผนกวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติการสอนหรือเป็นผู้ฝึกอบรมเกี่ยวกับวิชาดิจิทัลหรือวิชาที่มีเนื้อหาคล้ายคลึงกัน สัมพันธ์กันหรือเป็นผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ระดับอุดมศึกษา เพื่อใช้ในการประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ที่เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2545 ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นอาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์และแผนกเทคนิคคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติการสอนหรือเป็นผู้ฝึกอบรมเกี่ยวกับวิชาดิจิทัลหรือวิชาที่มีเนื้อหาคล้ายคลึงกัน สัมพันธ์กันหรือเป็นผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ระดับอุดมศึกษา จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ทำการเรียนการสอนในสายช่างอุตสาหกรรมในแผนกดังกล่าว ได้แก่ วิทยาเขตขอนแก่น จำนวน 3 ท่าน วิทยาเขตสกลนครจำนวน 3 ท่าน และวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 4 ท่าน รวมทั้งหมดจำนวน 10 คน โดยได้จากรีการสุ่มแบบเจาะจง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้ คือ

3.2.1 ชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

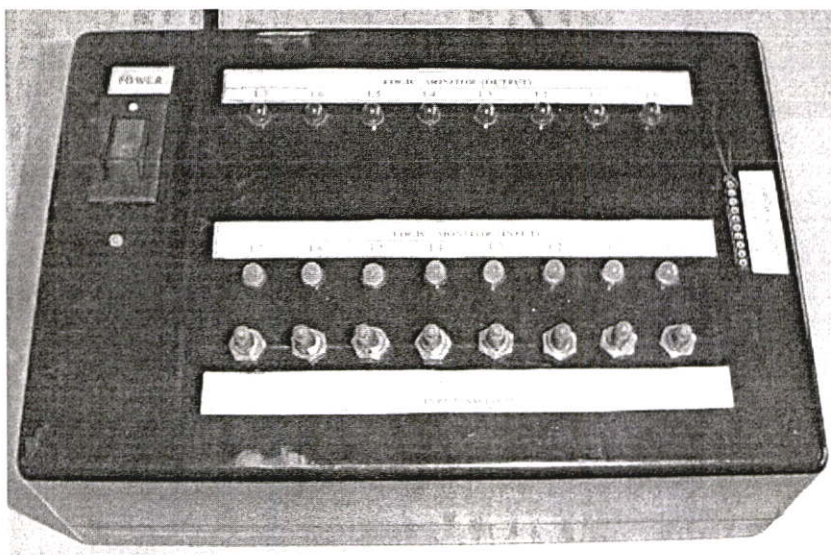
ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม Microsoft office เรียบร้อยแล้วจำนวน 1 เครื่องโดยกำหนดความละเอียดของหน้าจอที่ 1024 x 768 pixels โปรแกรมปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ชุดโมเดลสวิตช์อินพุตและหลอดไฟเอาต์พุตจำนวนอย่างละ 8 ตัว และเครื่องปริ้นซ์เตอร์เพื่อใช้ในการปริ้นซ์ไปงานการทดลองที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว แสดงส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

3.2.1.1 องค์ประกอบของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

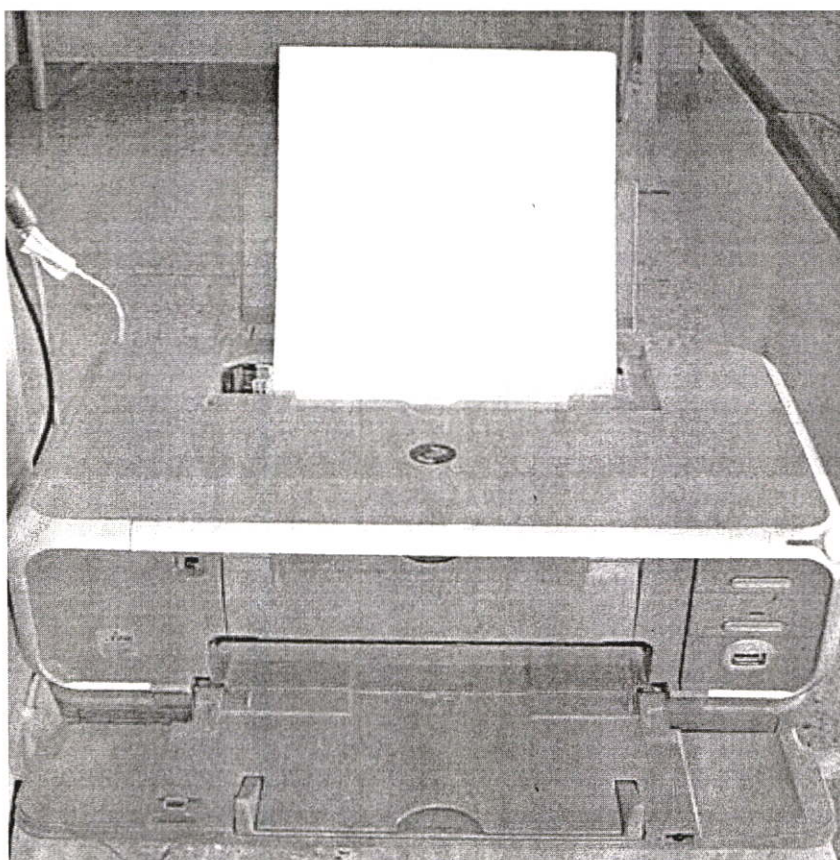
องค์ประกอบของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลแสดงดังรูปที่ 3.1 ถึงรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.1 แสดงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม Microsoft office และ โปรแกรมปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 3.2 แสดงชุด โมเดลสวิตช์อินพุตและหลอดไฟเอาต์พุตจำนวนอย่างละ 8 ตัว



รูปที่ 3.3 เครื่องปริ้นเตอร์เพื่อใช้ในการปริ้นซ์ใบงานการทดลองที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว

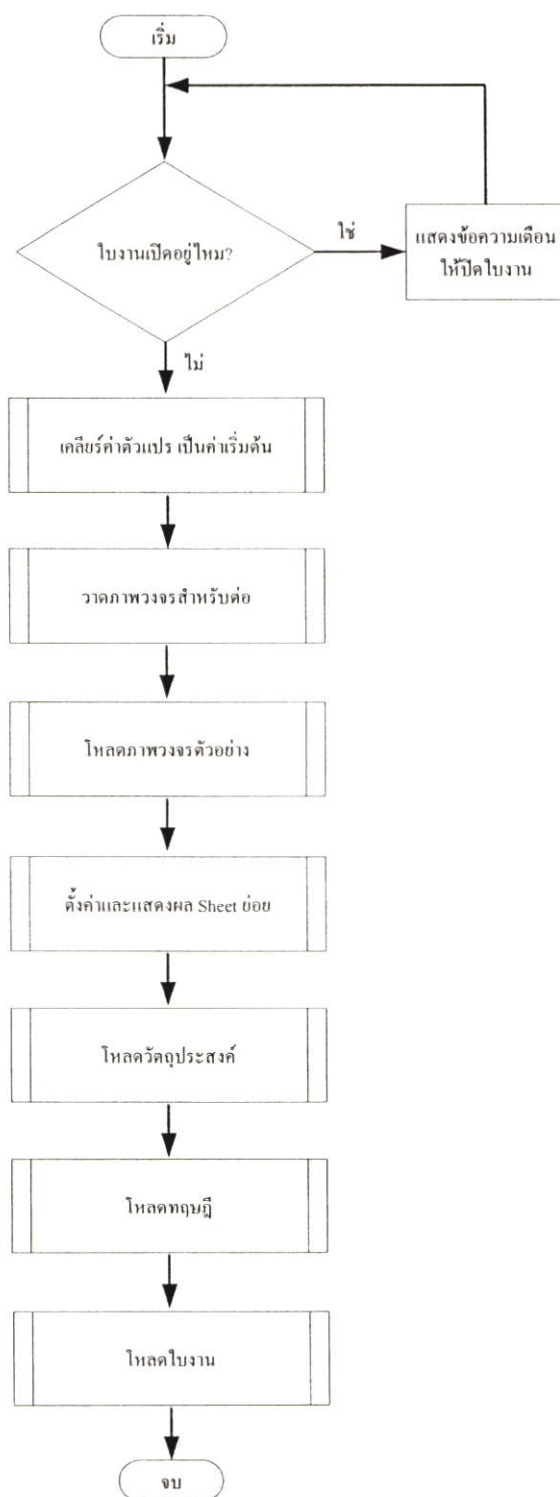


รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบทั้งหมดของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

3.2.1.2 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

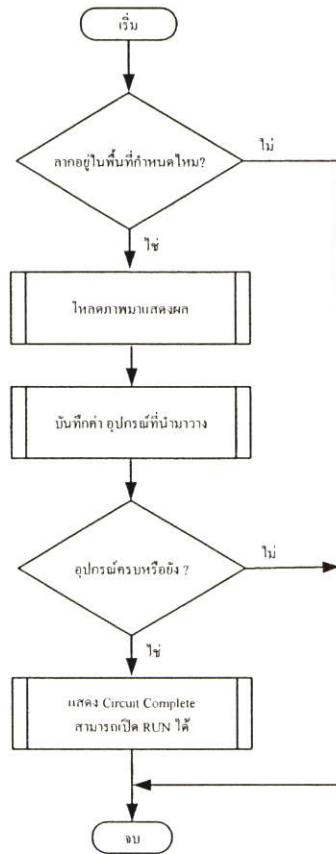
เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างใบงานนั้นผังการทำงานแต่ละส่วนจะอยู่แยกกัน
ดังตัวอย่างรูปประกอบรูปที่ 3.5 ถึงรูปที่ 3.10 ต่อไปนี้

ตั้งค่าเริ่มต้น Sheet

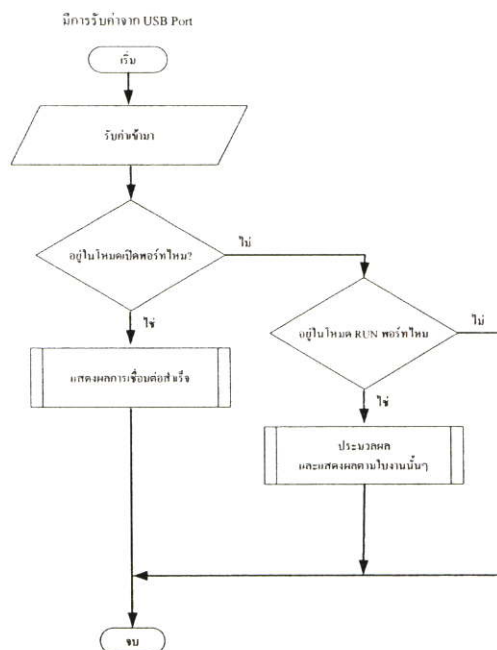


รูปที่ 3.5 แผนผังการตั้งค่าเริ่มต้น Sheet

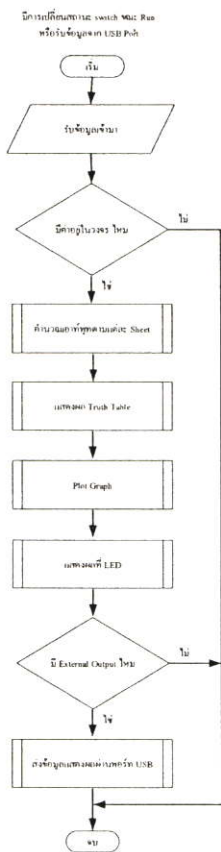
การลากเกต วงจร หรือ อินพุต เอาท์พุต บนพื้นที่งาน



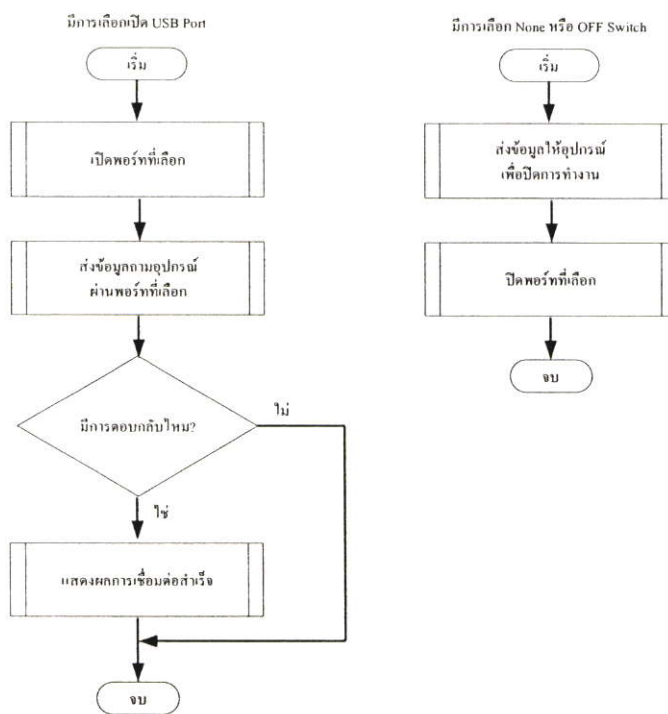
รูปที่ 3.6 แผนผังการลากเกต วงจรหรืออินพุต เอาท์พุต บนพื้นที่งาน



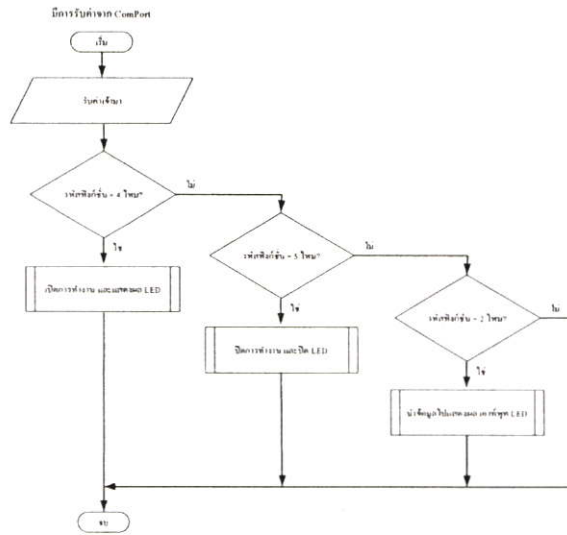
รูปที่ 3.7 แผนผังแสดงการรับค่าจาก USB Port



รูปที่ 3.8 แผนผังแสดงการเปลี่ยนสถานะสวิทช์ขณะทำงานหรือรับข้อมูลจาก USB Port



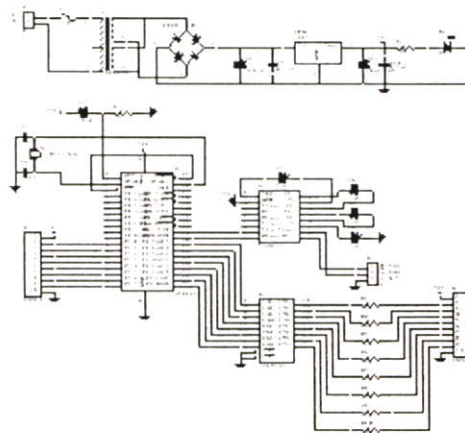
รูปที่ 3.9 แผนผังแสดงการข้อมูลการทำงานของ USB Port



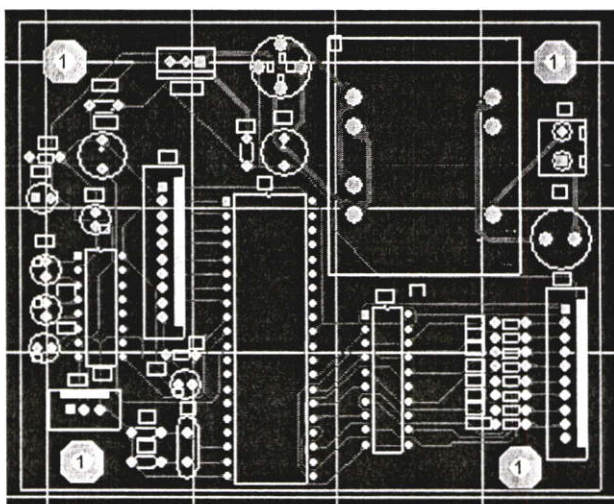
รูปที่ 3.10 แผนผังแสดงการรับค่าจาก ComPort

3.2.1.3 วงจรชุดโมเดลสวิตช์อินพุตและเอาต์พุต

วงจรชุดโมเดลสวิตช์อินพุตและเอาต์พุตของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิตอล ดังตัวอย่างประกอบรูปที่ 3.11 ถึงรูปที่ 3.12 ต่อไปนี้



รูปที่ 3.11 รูปวงจรสวิตช์จากภายนอก



รูปที่ 3.12 รูปลายวงจรวงจรสวิตช์จากภายนอก

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

เพื่อหาคุณภาพเชิงปฏิบัติการของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล โดยแบ่งแบบประเมินเป็น 15 ชุดตามใบงานการทดลองทั้ง 15 ใบงาน โดยแต่ละชุดคำถามจะมีอยู่ 4 ด้านคือ ด้านลักษณะทั่วไป ด้านเนื้อหา ด้านการเสริมความเข้าใจ และด้านกิจกรรมและอื่นๆ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) จากนั้นนำแบบประเมินนี้ไปหาคุณภาพโดยให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ท่านทำการประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้

3.2.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือโดยอาศัยกรอบทฤษฎีการเรียนรู้เพียง 7 เหตุการณ์ของกาเย่ (คือข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 7 เนื่องจากผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลเพียงอย่างเดียวไม่ได้มุ่งเน้นในการหาประสิทธิภาพ หรือผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนดังนั้นจึงใช้กรอบทฤษฎีการเรียนรู้เพียง 7 เหตุการณ์ของกาเย่เท่านั้น) การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการ และโดยอาศัยการวิจัยเชิงทดลอง มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. การออกแบบชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดวิธีการเขียนโปรแกรมและเนื้อหาวิชาดิจิทัลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลในการทดลอง

1.2 กำหนดหัวข้อใบงานการทดลองและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการจัดสร้างใบงานการทดลอง และเนื้อหาต่างๆ ของใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ดังมีรายละเอียดของใบงานการทดลองดังนี้

1. การทดลองลอจิกเกต (Logic Gate)
2. การทดลองวงจรวกเลข (Half / Full Adder)
3. การทดลองวงจรลบเลข (Half / Full Subtractor)
4. การทดลองวงจรเข้ารหัส (Encoder)
5. การทดลองวงจรถอดรหัส (Decoder)
6. การทดลองวงจรรวมสัญญาณ (Multiplex)
7. การทดลองวงจรแยกสัญญาณ (Demultiplex)
8. การทดลองวงจรฟลิปฟล็อป (Flip-Flop)
9. การทดลองวงจรมับแบบไม่เข้าจังหวะ (Asynchronous Counter)
10. การทดลองวงจรมับแบบเข้าจังหวะ (Synchronous Counter)
11. การทดลองวงจรเลื่อนข้อมูล (Shift Register) แบบ (SISO, SIPO)
12. การทดลองวงจรเลื่อนข้อมูล (Shift Register) แบบ (PISO, PIPO)
13. การทดลองวงจรหน่วยความจำ
14. การทดลองวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก (Digital to Analog)
15. การทดลองวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital)

1.3 ออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิตอล ตามกรอบแนวการเรียนรู้เพียง 7 เหตุการณ์ของกาเย และการสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดปฏิบัติการประกอบ ด้วยใบงานการทดลองจำนวน 15 ใบงาน

1.4 นำชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิตอล ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท และอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทร่วมเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม

1.5 นำชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิตอล มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท และอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทร่วม

1.6 นำชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิตอล ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท และอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทร่วมเสนอต่อกลุ่มตัวอย่างทางด้านเนื้อหา 3 ท่าน ซึ่งต้องเป็นอาจารย์ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับดิจิตอลและมีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโท หรือเป็นผู้ที่สอนวิชาดิจิตอลอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 5 ปี ทางด้านวิศวกรรม 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ด้านการใช้งานชุดทดลองทางด้านดิจิตอลหรือเป็นผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่

มีจุดการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโท เพื่อประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
ดังนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรม

1. นายบัญชา แสนโสคา อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. นายประสาน เอื้อทน อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
3. นายสมชาย ศรีสกุลเดี่ยว อาจารย์ประจำแผนกวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. นายวิชัย ครอบกิจศิริ อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
2. นายสมชาติ บุญโท อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
3. ผศ.สมสิน วาญนุทด อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

ทำการประเมินชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลโดยใช้แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ซึ่งเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบและกำหนดระดับคุณภาพเป็นค่าให้นำหนักคะแนนระดับคุณภาพ 5 ระดับโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด : 47)

5	หมายถึง	มีคุณภาพดีมาก
4	หมายถึง	มีคุณภาพดี
3	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
2	หมายถึง	มีคุณภาพน้อย
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

การกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการแสดงผลมีดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
3.50 – 4.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
2.50 – 3.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	อยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์ที่กำหนดของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ที่ใช้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าสื่อการเรียนการสอนนั้นมีคุณภาพ (บุญเลี้ยง ออบแสงทอง. 2544 : 46)

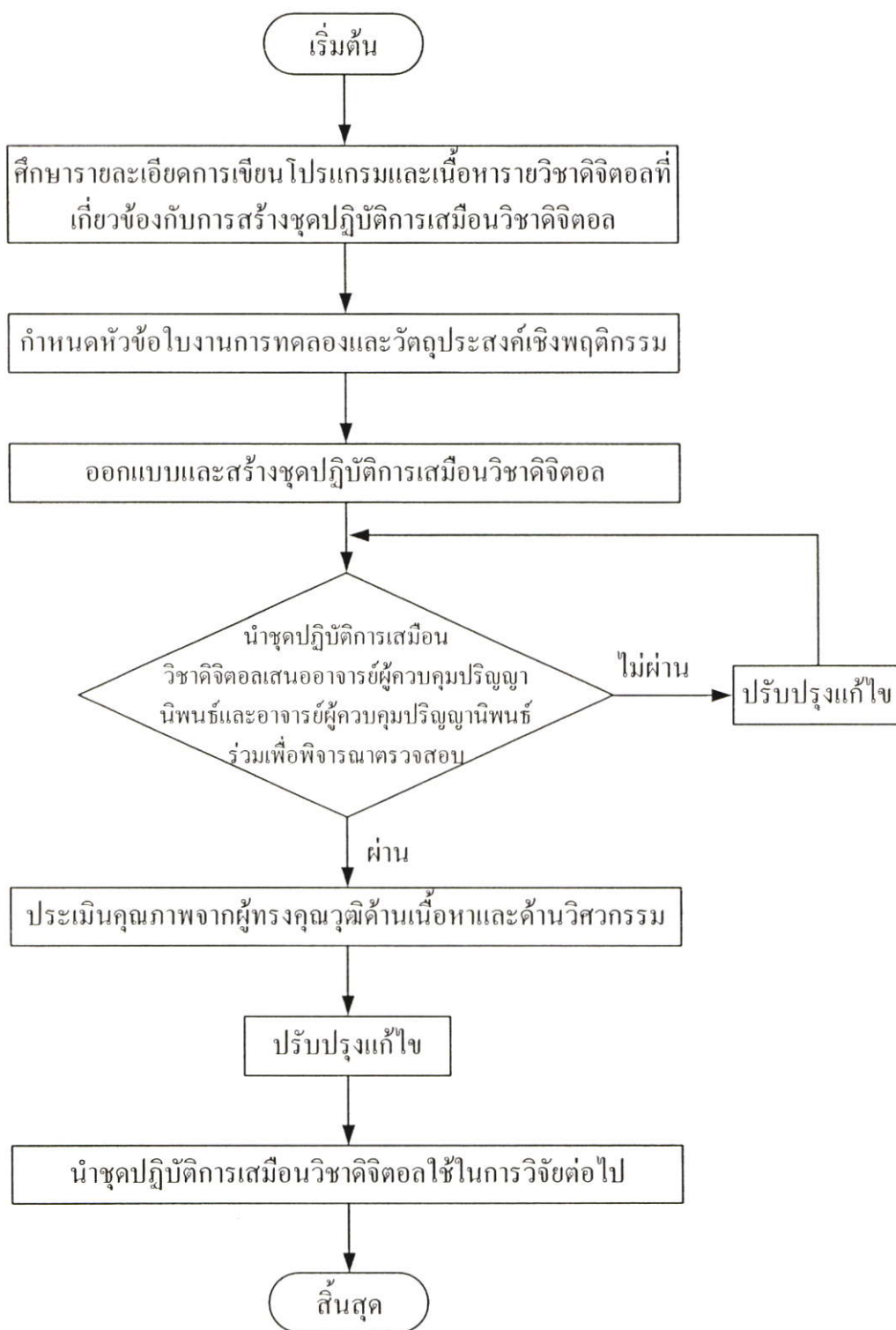
1.7 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล จากผลการประเมินคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างจากขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข ให้มีความสมบูรณ์ ก่อนนำไปให้กลุ่มตัวอย่างทางด้านการนำไปใช้ประเมินต่อไปซึ่งผู้วิจัยได้สรุปดังต่อไปนี้

ผลคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลของผู้ทรงคุณวุฒิสามารถสรุปได้ดังนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรมทำการประเมินจากแบบประเมินจำนวน 13 รายการ เป็นดังนี้ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.11 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.31 แสดงว่าชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลมีคุณภาพในระดับดี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาทำการประเมินจากแบบประเมินจำนวน 15 รายการ เป็นดังนี้ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.08 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.33 แสดงว่าชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลมีคุณภาพในระดับดี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ)

ซึ่งแสดงได้ดังแผนผังดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แผนผังขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล

2. การสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

2.1 ศึกษารายละเอียดการออกแบบและสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล โดยมองประเด็นด้านเนื้อหา ด้านใบงาน และด้านการเรียนรู้

2.2 ทำการกำหนดหัวข้อในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

2.3 ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

2.4 นำแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการดิจิทัล เสนออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท และอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทร่วมเพื่อทำการตรวจสอบแก้ไข

2.5 นำแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการดิจิทัลเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจสอบเพื่อหาความสอดคล้อง ดังนี้

1. ดร.ชนบทร วงกาฬสินธุ์ อาจารย์ประจำคณะศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

2. นายอภิรักษ์ สกุลพงศ์ อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

3. นายสุรศักดิ์ ดุงแก้ว อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ทำการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างรายการในแบบประเมินแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินหาคุณภาพสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบประเมินหาคุณภาพสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินหาคุณภาพไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

นำผลการพิจารณาแต่ละรายการของผู้ทรงคุณวุฒิไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการในแบบประเมินแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตรหาค่า IOC (พวงรัตน์ มณีรัตน์. 2540 : 117)

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

เมื่อ $\sum R$ แทน คะแนนรวมในแต่ละรายการจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน

N แทน จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

ค่าดัชนี IOC มีความหมายดังนี้

$IOC > 0.5$ หมายถึง มีความสอดคล้อง

$IOC \leq 0.5$ หมายถึง ไม่มีความสอดคล้อง

ค่าความสอดคล้องที่ได้จากการตรวจแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจความสอดคล้องระหว่างรายการในแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาติจิตตลกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ในแต่ละรายการจะต้องมากกว่า 0.5

กรณีที่ค่าความสอดคล้องที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ในรายการใดรายการหนึ่ง จะต้องทำการปรับแก้ไขในรายการนั้นๆ ให้มีความสอดคล้องกันเพิ่มขึ้น

2.6 นำแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการติจิตตล ที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งใบงานชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาติจิตตล ให้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพเพื่อประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาติจิตตล

การประเมินชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาติจิตตล โดยใช้แบบประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาติจิตตล ซึ่งเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบและกำหนดระดับคุณภาพเป็นค่าให้นำหนักคะแนนระดับคุณภาพ 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- | | | |
|---|---------|-----------------|
| 5 | หมายถึง | มีคุณภาพดีมาก |
| 4 | หมายถึง | มีคุณภาพดี |
| 3 | หมายถึง | มีคุณภาพปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีคุณภาพน้อย |
| 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุง |

การกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาติจิตตล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการแสดงผลมีดังนี้

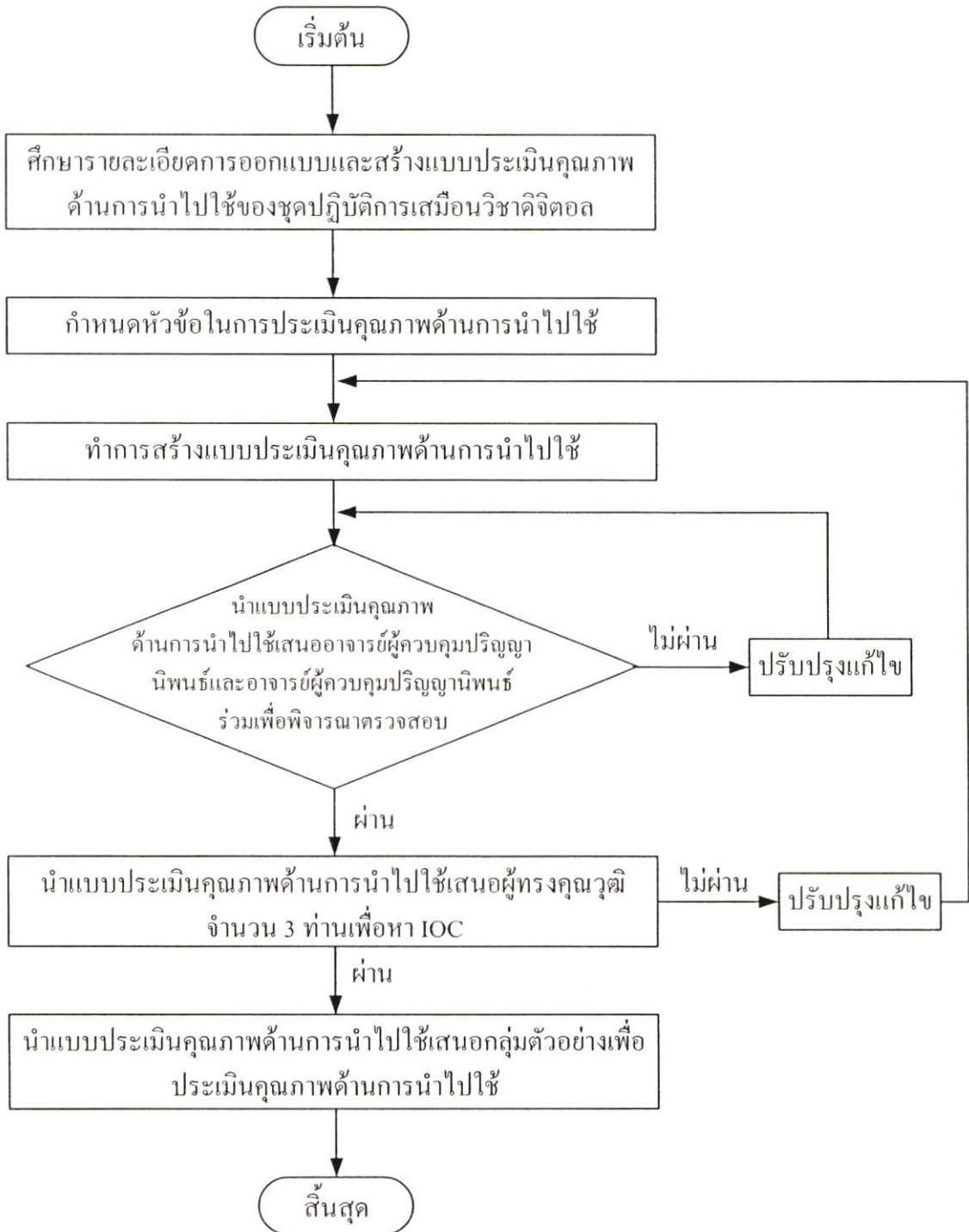
- | | | |
|-------------|---------|----------------------------|
| 4.50 – 5.00 | หมายถึง | มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก |
| 3.50 – 4.49 | หมายถึง | มีคุณภาพอยู่ในระดับดี |
| 2.50 – 3.49 | หมายถึง | มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง |
| 1.50 – 2.49 | หมายถึง | มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย |
| 1.00 – 1.49 | หมายถึง | อยู่ในระดับควรปรับปรุง |

โดยเกณฑ์ที่กำหนดของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาติจิตตล ที่ใช้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าสื่อการเรียนการสอนนั้นมีคุณภาพ (บุญเตียง อบแสงทอง, 2544 : 46)

ผลคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาติจิตตลของกลุ่มตัวอย่างโดยรวมทั้ง 15 ใบงานได้ดังนี้ ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 แสดงว่าชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาติจิตตลมีคุณภาพในระดับดี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ)

2.7 จากขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ตามรูปที่

3.14



รูปที่ 3.14 แผนผังขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

3.3 วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ยื่นคำร้องต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยแก่กลุ่มตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปติดต่อกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์และนัดหมายในการทำวิจัย
3. นำชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และแบบประเมินไปให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละท่านทดลองใช้และประเมินคุณภาพ
4. ผู้วิจัยได้ดำเนินการการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเข้าไปชี้แจงรายละเอียดต่างๆ กับกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง เพื่อขอความสมัครใจในการประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล โดยได้นำหนังสือที่ทางคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังออกให้ร่วมกับชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลและแบบประเมินคุณภาพให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เป็นเวลา 7 วัน หลังจากไปพบกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งและเก็บรวบรวมแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติได้ผลลัพธ์ออกมา จึงนำไปเขียนและแปลผลและเขียนรายงานการวิจัยต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ใช้การทดลองไปงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการแสดงผล ผู้วิจัยได้ทำแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล โดยนำเอาผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างทางด้านคุณภาพของการนำไปใช้จำนวน 10 คน มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- | | |
|---|-------------------------|
| 5 | หมายถึง มีคุณภาพดีมาก |
| 4 | หมายถึง มีคุณภาพดี |
| 3 | หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง |
| 2 | หมายถึง มีคุณภาพน้อย |
| 1 | หมายถึง ควรปรับปรุง |

การกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในการแสดงผลมีดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
3.50 – 4.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
2.50 – 3.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	อยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์ที่กำหนดของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล ที่ใช้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับ คะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าสื่อการเรียนการสอนนั้นมีคุณภาพ (บุญเลี้ยง อบแสงทอง, 2544 : 46)

3.5 สถิติที่ใช้ในวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 สถิติที่ใช้การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 164)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ	\bar{X}	= ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	X	= ค่าคะแนนของแต่ละคน
	$\sum X$	= ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	N	= จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.5.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)

สถิติที่ใช้ในการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 179)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (3.2)$$

เมื่อ	S.D.	= ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	n	= จำนวนข้อมูล
	X	= ค่าคะแนนของแต่ละคน
	\bar{X}	= ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด
	\sum	= ผลรวมของคะแนน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เพื่อหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ซึ่งมีการทดลองจำนวน 15 ใบงาน โดยการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 ผลการหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

4.1 ผลการหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ทางด้านการนำไปใช้งาน

เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เพื่อหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล โดยมีการทดลองจำนวน 15 ใบงาน ได้ประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ผลการหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยของแต่ละด้าน และค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด ได้ค่าคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลดังตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.1 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับความคิดเห็นใบงานที่ 1

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
1	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	11 ข้อ	4.63	0.43
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.27	0.36
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.18	0.40
	รวมทั้ง 4 ด้าน	27 ข้อ	4.29	0.37

ตารางที่ 4.2 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอลตามระดับ
ความคิดเห็นใบงานที่ 2

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
2	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	11 ข้อ	4.74	0.40
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.10	0.24
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.43	0.21
	รวมทั้ง 4 ด้าน	27 ข้อ	4.34	0.28

ตารางที่ 4.3 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอลตามระดับ
ความคิดเห็นใบงานที่ 3

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
3	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	11 ข้อ	4.67	0.46
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.27	0.41
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.50	0.18
	รวมทั้ง 4 ด้าน	27 ข้อ	4.38	0.33

ตารางที่ 4.4 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอลตามระดับ
ความคิดเห็นใบงานที่ 4

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
4	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.80	0.43
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.23	0.48
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.43	0.24
	รวมทั้ง 4 ด้าน	26 ข้อ	4.39	0.36

ตารางที่ 4.5 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับ
ความคิดเห็นในงานที่ 5

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
5	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.69	0.48
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.33	0.32
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.33	0.42
	รวมทั้ง 4 ด้าน	26 ข้อ	4.36	0.38

ตารางที่ 4.6 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับ
ความคิดเห็นในงานที่ 6

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
6	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.70	0.41
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.27	0.36
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.28	0.28
	รวมทั้ง 4 ด้าน	26 ข้อ	4.34	0.33

ตารางที่ 4.7 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับ
ความคิดเห็นในงานที่ 7

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
7	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.71	0.34
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.30	0.30
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.45	0.23
	รวมทั้ง 4 ด้าน	26 ข้อ	4.39	0.29

ตารางที่ 4.8 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับ
ความคิดเห็นในงานที่ 8

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า <i>S.D.</i>
8	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.64	0.39
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.07	0.27
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.58	0.15
	รวมทั้ง 4 ด้าน	26 ข้อ	4.35	0.27

ตารางที่ 4.9 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับ
ความคิดเห็นในงานที่ 9

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า <i>S.D.</i>
9	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.69	0.30
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.27	0.29
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.43	0.23
	รวมทั้ง 4 ด้าน	26 ข้อ	4.37	0.28

ตารางที่ 4.10 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตาม
ระดับความคิดเห็นในงานที่ 10

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า <i>S.D.</i>
10	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.69	0.30
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.17	0.30
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.45	0.22
	รวมทั้ง 4 ด้าน	26 ข้อ	4.35	0.28

ตารางที่ 4.11 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับ
ความคิดเห็นในงานที่ 11

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
11	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	11 ข้อ	4.67	0.32
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.17	0.30
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.45	0.22
	รวมทั้ง 4 ด้าน	27 ข้อ	4.35	0.28

ตารางที่ 4.12 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับ
ความคิดเห็นในงานที่ 12

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
12	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	11 ข้อ	4.66	0.44
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.10	0.10
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.55	0.19
	รวมทั้ง 4 ด้าน	27 ข้อ	4.35	0.25

ตารางที่ 4.13 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตาม
ระดับความคิดเห็นในงานที่ 13

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
13	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.69	0.30
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.27	0.29
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	4 ข้อ	4.43	0.23
	รวมทั้ง 4 ด้าน	26 ข้อ	4.37	0.28

ตารางที่ 4.14 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับความคิดเห็นในงานที่ 14

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
14	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.84	0.26
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.20	0.18
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	3 ข้อ	4.47	0.32
	รวมทั้ง 4 ด้าน	25 ข้อ	4.405	0.26

ตารางที่ 4.15 การประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับความคิดเห็นในงานที่ 15

ใบงานที่	ด้านการประเมิน	จำนวนคำถาม	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$
15	ด้านทั่วไป	9 ข้อ	4.11	0.30
	ด้านเนื้อหา	10 ข้อ	4.60	0.43
	ด้านการเสริมความเข้าใจ	3 ข้อ	4.00	0.44
	ด้านกิจกรรมอื่นๆ	3 ข้อ	4.33	0.47
	รวมทั้ง 4 ด้าน	25 ข้อ	4.26	0.41

สรุประดับการประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลทุกใบงานอยู่ในระดับดีคือมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่า 3.50 ขึ้นไปดังแสดงในตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.15 ตามลำดับ โดยหากสรุปคะแนนรวมทั้ง 15 ใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามระดับความคิดเห็นโดยรวมทุกด้านและทุกใบงานจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 แสดงว่าชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลมีคุณภาพระดับดี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชา คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาคณิตศาสตร์โดยมีการทดลองจำนวน 15 ใบงานและสามารถติดต่อกับโมดูลบอร์ดที่ถูกรอกแบบรองรับกับโปรแกรมจากภายนอกได้

5.1.2 เพื่อหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาคณิตศาสตร์

5.2 สมมติฐานการวิจัย

ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล มีคุณภาพอยู่ในระดับที่ ดีขึ้นไป

5.3 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ อาจารย์ ที่ทำการสอนในแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และแผนกวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติการสอนหรือเป็นผู้ฝึกอบรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์หรือวิชาที่มีเนื้อหาคล้ายคลึงกัน สัมพันธ์กันหรือเป็นผู้วิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ ระดับอุดมศึกษา เพื่อใช้ในการประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชา คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

5.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ที่เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2545 ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นอาจารย์ ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ และแผนกเทคนิคคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติการสอนหรือเป็นผู้ ฝึกอบรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์หรือวิชาที่มีเนื้อหาคล้ายคลึงกัน สัมพันธ์กันหรือเป็นผู้วิจัยที่เกี่ยวข้อง

กับงานด้านดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ระดับอุดมศึกษา จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่ทำการเรียนการสอนในสายช่างอุตสาหกรรมในแผนกดังกล่าว ได้แก่ วิทยาเขตขอนแก่นจำนวน 3 ท่าน วิทยาเขตสกลนครจำนวน 3 ท่าน และวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 4 ท่าน รวมทั้งหมดจำนวน 10 คน โดยได้จากวิธีการสุ่มแบบเจาะจง

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

5.4.1 ชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลโดยมีการทดลองจำนวน 15 ใบบางและสามารถติดต่อกับโมดูลบอร์ดที่ถูกรอกแบบรองรับกับโปรแกรมจากภายนอกได้

5.4.2 แบบประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.5.1 ผู้วิจัยนำชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลและแบบประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ไปให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาและทดลองใช้งานเป็นเวลา 7 วันพร้อมทำการประเมินคุณภาพจำนวน 10 ท่าน

5.5.2 หลังจากนั้น 7 วัน จึงไปพบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งและเก็บรวบรวมแบบประเมินคุณภาพเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลต่อไป

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ดังนี้

5.6.1 ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง คือ แบบประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ นำมาวิเคราะห์ได้ค่าเฉลี่ยรวมทุกใบบางเท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 แสดงว่าชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

5.7 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2545 ทำให้ได้ชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลที่สามารถทำการทดลองใบบางในคอมพิวเตอร์ได้ทั้ง 15 ใบบาง ทำให้เกิดความสะดวกในการทดลองเพิ่มมากขึ้น นักศึกษาสามารถที่จะนำชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลไปทดลองเพื่อสนับสนุนความรู้ที่ได้จากภาคทฤษฎี อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างไม่มีขีดจำกัดทั้งในเรื่อง

เวลาและจำนวนครั้งโดยไม่ต้องเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ หรือต่อวงจรให้ยุ่งยาก ซึ่งการทดลองใบบาง เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วสามารถที่จะบันทึกผลการทดลองเก็บไว้หรือปรี้นซ์ผลการทดลอง ออกมาดูก็ได้ อีกทั้งยังสามารถส่งผลการทดลองมาแสดงผลหรือบังคับอุปกรณ์ภายนอกได้อีกด้วย

ผลการหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาคิจิตอล ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2545 โดยกลุ่มตัวอย่างนั้นใช้สถิติ หาค่าเฉลี่ยของแต่ละด้านของแต่ละใบบางและค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดของทุกใบบางจึงได้ค่าคุณภาพ ด้านการนำไปใช้ของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาคิจิตอล ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการหาคุณภาพตามใบบาง การทดลองซึ่งมีทั้งหมด 15 ใบบาง โดยแต่ละใบบางผู้วิจัยใช้กลุ่มคำถาม 4 ด้าน คือ ด้านลักษณะทั่วไป ด้านเนื้อหา ด้านการเสริมความเข้าใจ และด้านกิจกรรมและอื่นๆ

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาคิจิตอล ใบบางที่มีคุณภาพระดับดีและมีค่าเฉลี่ย จากการประเมินมากที่สุดคือใบบางที่ 14 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.26 โดยใบบางการทดลองที่ 14 คือวงจรแปลงสัญญาณคิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก ซึ่งเมื่อพิจารณา จะพบว่าใบบางที่ 14 นั้นสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเอาต์พุตที่ออกจากวงจรผ่านทาง มิเตอร์ที่ต่ออยู่ในใบบางการทดลองทำให้การอ่านข้อมูลง่ายและสามารถเข้าใจได้ง่ายกว่าใบบางอื่น ซึ่งต้องไปอ่านในตารางเวลาหรือตารางความจริง

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาคิจิตอล ใบบางที่มีคุณภาพระดับดีแต่มีค่าเฉลี่ย จากการประเมินอยู่ในระดับปานกลางของใบบางทั้งหมดมีอยู่ด้วยกัน 13 ใบบาง คือใบบางที่ 1 ใบบาง ที่ 2 ใบบางที่ 3 ใบบางที่ 4 ใบบางที่ 5 ใบบางที่ 6 ใบบางที่ 7 ใบบางที่ 8 ใบบางที่ 9 ใบบางที่ 10 ใบบางที่ 11 ใบบางที่ 12 และใบบางที่ 13 โดยทุกใบบางมีผลการประเมินที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างยอมรับว่ามีคุณภาพระดับดีสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาคิจิตอล ใบบางที่มีคุณภาพระดับดีแต่มีค่าเฉลี่ย จากการประเมินต่ำที่สุดคือใบบางที่ 15 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 โดยใบบางการทดลองที่ 15 คือวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณคิจิตอล

ซึ่งจากผลการประเมินสรุปว่าความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ประเมินการพัฒนาชุดปฏิบัติการ เสมือนวิชาคิจิตอล ทุกใบบางการทดลอง มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาคิจิตอล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลที่สร้างขึ้นได้คุณภาพด้านการนำไปใช้ มีค่าเฉลี่ยรวมทุกใบบางเท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 แสดงว่ามีคุณภาพอยู่ใน ระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

จากการวิจัยชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล ที่สร้างขึ้นได้คุณภาพด้านการนำไปใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 แสดงว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี ซึ่งเมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆ จะพบว่ารายการที่ถูกประเมินอยู่ในระดับดีมากคือมีระดับคะแนนตั้งแต่ 4.50 ขึ้นไปพบมากที่สุดเป็นจำนวน 15 ใบงาน (รายละเอียดดังภาคผนวก จ) มีด้วยกัน 4 รายการคือ ข้อที่ 10 วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา ข้อที่ 11 ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน ข้อที่ 23 ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ และข้อที่ 24 ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น

ซึ่งตรงตามหลักการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของกาเย่ที่ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางการสร้างงานวิจัยในครั้งนี้ โดยจำแนกได้ว่า ข้อที่ 10 และข้อที่ 11 อยู่ในทฤษฎีการเรียนรู้ข้อที่ 2 ของกาเย่ คือ การบอกวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียนโดยรวมหรือสิ่งต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้หลังจากที่เรียนจบบทเรียน จากผลการประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้จะเห็นว่าวัตถุประสงค์ของแต่ละใบงานนั้นมีความถูกต้องและมีความชัดเจน ซึ่งผลการประเมินในข้อที่ 10 และข้อที่ 11 อยู่ในระดับดีมาก ส่วนรายการของแบบประเมินข้อที่ 23 และข้อที่ 24 อยู่ในทฤษฎีการเรียนรู้ข้อที่ 7 ของกาเย่ คือ การจำและนำไปใช้ ซึ่งสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ข้อมูลได้นั้น คือการทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน (Meaningful Context) ซึ่งหมายถึงการทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนไปนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลนั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ซึ่งในข้อที่ 23 และข้อที่ 24 ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ได้สะดวกจึงทำให้ผลการประเมินในข้อที่ 23 และข้อที่ 24 อยู่ในระดับดีมากเช่นกัน

จากการวิจัยชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลที่สร้างขึ้นได้คุณภาพด้านการนำไปใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 แสดงว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี ซึ่งเมื่อพิจารณาลงไปในด้านต่างๆ จะพบว่ารายการที่ถูกประเมินอยู่ในระดับดีที่พบมากที่สุดเป็นจำนวน 15 ใบงาน มีด้วยกัน 8 รายการคือ ข้อที่ 1 ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง ข้อที่ 9 การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก ข้อที่ 2 ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลองด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ ข้อที่ 3 ความเหมาะสมในการใช้สีสันทันในส่วนต่างๆ ข้อที่ 4 ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง ข้อที่ 5 ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม ข้อที่ 6 ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input) และข้อที่ 7 ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol

ซึ่งตรงตามหลักการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของกาเย่ที่ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางการสร้างงานวิจัยในครั้งนี้ โดยจำแนกได้ว่า ข้อที่ 1 ข้อที่ 9 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 ข้อที่ 6 และข้อที่ 7 อยู่ในทฤษฎี

การเรียนรู้ข้อที่ 1 ของกาเย่ คือ การเร้าความสนใจ ซึ่งข้อดังกล่าวจะเห็นว่าเป็นส่วนดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ซึ่งตามหลักจิตวิทยาแล้วการจูงใจถือเป็นกระบวนการที่นำไปสู่พฤติกรรมที่เป็นเป้าหมายในที่สุด ส่วนข้อที่ 4 และ ข้อที่ 5 อยู่ในทฤษฎีการเรียนรู้ข้อที่ 3 ของกาเย่ คือ ชี้แนะทางการเรียน ซึ่งการที่ใส่ปุ่มต่างในการเชื่อมโยงหน้าจอหรืออุปกรณ์ต่างๆ นั้นเป็นการให้นักศึกษาได้ค้นคว้าด้วยตัวเองเพื่อจะได้คิดและวิเคราะห์หาแนวทางในการปฏิบัติต่อไป

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพด้านการนำไปใช้ และผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลมีระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.31 ซึ่งจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้สรุปว่าชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล มีคุณภาพอยู่ในระดับดี สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาวดี นาคสีทอง (2546 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องการพัฒนาพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ทางด้านวิศวกรรมโยธา โดยรวบรวมคำศัพท์ด้านวิศวกรรมโยธาจำนวน 1,000 คำและใช้โปรแกรม Delphi 6.0 ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ ในการพัฒนาพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ทางด้านวิศวกรรมโยธา ซึ่งกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครจำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่าพจนานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ทางด้านวิศวกรรมโยธาที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดี และจากการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.48 และ 4.51 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งฉบับเท่ากับ 0.55 และ 0.51 ตามลำดับ

สอดคล้องกับงานวิจัยของอนันต์ศักดิ์ พงษ์เสถียรศักดิ์ (2548 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่องชุดปฏิบัติการวงจรคอมพิวเตอร์ไบเนชันและซีแควนเชียลโดยใช้ CPLD โดยหาคุณภาพจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการวงจรคอมพิวเตอร์ไบเนชันและซีแควนเชียลโดยใช้ CPLD ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 ซึ่งมีคุณภาพในระดับดี และใบงานการทดลองได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62

5.9 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.9.1 การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอลผู้วิจัยคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลเป็นสำคัญ ดังนั้นการทดลองต่างๆ จึงมุ่งตามจุดประสงค์ของหลักสูตรดังกล่าว ถ้าหากนำชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอลไปใช้ในการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตรรายวิชาด้วยว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ถ้าหากมีความแตกต่างกันก็ต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เหมือนกันเสียก่อนจึงจะเกิดผลสัมฤทธิ์สูงสุดแก่ผู้ทำการทดลอง

5.9.2 การหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล โดยแบ่งแบบประเมินเป็น 15 ชุดตามใบงานการทดลองทั้ง 15 ใบงาน โดยแต่ละชุดคำถามจะมีอยู่ 4 ด้านคือ ด้านลักษณะทั่วไป ด้านเนื้อหา ด้านการเสริมความเข้าใจ และด้านกิจกรรมและอื่นๆ จากนั้นนำแบบประเมินนี้ไปหาคุณภาพโดยให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นครู อาจารย์ ในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลจำนวน 10 ท่านทำการประเมินคุณภาพด้านคุณภาพของการนำไปใช้ แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยว่าอยู่ในระดับใดของเกณฑ์การประเมิน ซึ่งผลการประเมินจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลกลุ่มอีสานยอมรับมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียน แต่ถ้าหากว่าจะนำชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลไปใช้ในสถาบันการศึกษาอื่นควรที่จะสร้างแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบว่าเหมาะสมกับสถาบันการศึกษาที่จะนำไปใช้หรือไม่ ถ้าหากนำไปใช้โดยไม่ได้ตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดกับนักศึกษาอาจไม่ดีเท่าที่ควร

5.10 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.10.1 วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดลองด้วยบอร์ดทดลองปกติกับการทดลองด้วยชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

5.10.2 ควรมีการนำชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล วิจัยเพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล

บรรณานุกรม

- กานดา พูนลาภทวี. 2530. **สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : พิสิกส์เซนเตอร์.
- กุล อักษรนุ. 2543. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรถอด 1 เรื่องโลจิกไดอะแกรม” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ฉนวนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. 2541. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท วงกลม โพรดักชัน จำกัด.
- นภัทร วัจนเทพินทร์. 2541. **วงจรถอด 2(ลอจิกเชิงลำดับ)**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สกานบู๊คส์.
- บัญชา ธนบุญสมบัติ. 2543. **การออกแบบทางวิศวกรรม**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538. **การประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรจน์ ประสานมิตร.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2543. **สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : เรือนแก้วการพิมพ์.
- บุญเลี้ยง อบแสงทอง. 2544. “บทเรียนโมดูล เรื่องการติดตั้งสายอากาศโทรทัศน์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ผศ.แสงเดือน ทวีสิน .2545. **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แสงไทย
- พุทธทอง โพธิปัญญา. 2540. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประกอบการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, หนังสือราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 116 ตอนที่ 74 ก. ประกาศ ณ วันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2542.
- ยูทธ ไกรวรรณ. 2546. **สถิติเพื่อการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ดี.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ที.พี. พรินท์ จำกัด
- รศ.พิมพ์พรณ เทพสุเมธานนท์. 2543. **ปรัชญาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- วีรพันธ์ ดิยันเสน. 2538. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชา เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม เรื่องการวัดโดยระบบนิวเมตริก.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ล้วน สายยศ, อังคณา สายยศ. 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร :

สุวีริยาสาส์น.

วิภา อุดมจันทร์. 2544. **การผลิตสื่อโทรทัศน์และสื่อคอมพิวเตอร์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร :
ซีเอ็ยเคชั่น.

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543. **“สื่อการเรียนการสอน Intructional Media 200231.”** พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมชาย รัตตะออง 2537. **“การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชากลศาสตร์เครื่องกล
เรื่อง ความเร็ว ความเร่ง ในกลไกเครื่องจักรกล.”** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2545. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กลุ่มไฟฟ้าสาขาวิชา
อิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2545**. ปทุมธานี : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี. 2546. **การออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์.
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง.**

อนันศักดิ์ พงษ์เสถียรศักดิ์. 2548. **ชุดปฏิบัติการวงจรคอมพิวเตอร์และซีเคาน์เซลโดยใช้ CPLD.
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.**

สุรางค์ โส้วตระกูล. 2545. **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : จุราลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำนาจ เดชชัยศรี. 2544. **นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ กรุงเทพมหานคร :
คุรุสภาลาดพร้าว.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หนังสือราชการ



ที่ ศธ 0524.04/ 0319

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

๖ มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินโปรแกรมชุดปฏิบัติการด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมสัน วาจขุนทด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายจงเจริญ คุ้มบุญ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราชศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิตติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน โปรแกรมชุดปฏิบัติการดังกล่าวมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายจงเจริญ คุ้มบุญ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เลิศศักดิ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

**หมายเหตุ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน

1. นายวิชัย ครอบกิจศิริ อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสกลนคร
2. นายสมชาติ บุญโท อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
3. ผศ.สมสัน วาจขุนทด อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน นครราชสีมา



ที่ ศษ 0524.04/ 0319

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนลาดพร้าว เขตคลองจั่น กรุงเทพมหานคร 10520

๒๖ มกราคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน โปรแกรมชุดปฏิบัติการด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย
เรียน อาจารย์บัญชา แสนโสดา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพด้านวิศวกรรมเพื่อการวิจัย

ด้วย นายจงเจริญ คุ้มบุญ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๔๕ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็น
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิตติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมิน โปรแกรมชุดปฏิบัติการดังที่แนบ
มาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วย
ให้งานวิจัยของ นายจงเจริญ คุ้มบุญ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

****หมายเหตุ** ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิศวกรรมจำนวน 3 ท่าน

1. นายบัญชา แสนโสดา อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลธัญบุรี
2. นายประสาน เอื้อทน อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
3. นายสมชาย ศรีสกุลเดี่ยว อาจารย์ประจำแผนกวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลอีสาน นครราชสีมา



ที่ ศธ 0524.04/ 0832

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.ชนบทพร วงกาฬสินธุ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายจงเจริญ คุ้มบุญ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราวศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายจงเจริญ คุ้มบุญ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลั่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้
กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. ดร.ชนบทพร วงกาฬสินธุ์ อาจารย์ประจำคณะศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
อีสาน วิทยาเขตสกลนคร
2. นายอภิรักษ์ สกฤษณ์ อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
อีสาน วิทยาเขตสกลนคร
3. นายสุรศักดิ์ คุ้มแก้ว อาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
อีสาน วิทยาเขตสกลนคร



ที่ ศธ 0524.04/ 0662

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๖ กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน โปรแกรมชุดปฏิบัติการเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สนั่น จันทร์พรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพเพื่อการวิจัย

ด้วย นายจงเจริญ กุ่มบุญ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดีจิตอล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิตติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน โปรแกรมชุดปฏิบัติการนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายจงเจริญ กุ่มบุญ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ 0662

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๐ กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน โปรแกรมชุดปฏิบัติการเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สุรินทร์ อ่อนน้อม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินคุณภาพเพื่อการวิจัย

ด้วย นายจงเจริญ คุ้มบุญ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีนามวงศ์” โดยมี ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิตติพงษ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน โปรแกรมชุดปฏิบัติการนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายจงเจริญ คุ้มบุญ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ภาคผนวก ข
แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านวิศวกรรม



แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา
 เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545
 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

จัดทำโดย

นายจงเจริญ กุ่มบุญ

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ. กิติพงศ์ มะโน

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

คำชี้แจง ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ และประเมินคุณภาพด้านการศึกษาเรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาจิตตอล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลตามระดับความคิดเห็น โดยทำเครื่องหมาย (✓) ในช่องข้อความตามความเห็น (แต่ละข้อให้ทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียวเท่านั้น)

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกับหัวข้อใบงาน					
2. เนื้อหาใบงานมีความถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3. ทฤษฎีเบื้องต้นมีเนื้อหาที่ครอบคลุมสำหรับการทดลอง					
4. เนื้อหาใบงานมีความเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน					
5. ทฤษฎีเบื้องต้นมีความเหมาะสมกับหัวข้อใบงาน					
6. การทดลองมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้					
7. การกำหนดแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
8. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดในแผนการสอนรายวิชา					
9. รูปสัญลักษณ์ของสิ่งต่างๆ สื่อได้เหมาะสมและมีความถูกต้อง					
10. ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจการทดลองได้แม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชามาก่อน					
11. ลำดับและวิธีการนำเสนอของใบงานมีความเหมาะสม					
12. คำชี้แจงลำดับขั้นการทดลองในใบงานมีความชัดเจน					
13. ใบงานสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนจริง					
14. การทดลองมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์					
15. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ความหมายของค่าระดับคะแนน

- 5 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงานมีความเหมาะสม ดีมาก
- 4 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงานมีความเหมาะสม ดี
- 3 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงานมีความเหมาะสม ปานกลาง
- 2 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงานมีความเหมาะสม น้อย
- 1 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงาน ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ



แบบประเมินคุณภาพด้านวิศวกรรม
 เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545
 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

จัดทำโดย

นายจงเจริญ กุ่มบุญ

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุรสิทธิ์ รัตรี

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ. กิติพงศ์ มะโน

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

**แบบประเมินคุณภาพด้านวิศวกรรม เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**

คำชี้แจง ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ และประเมินคุณภาพด้านวิศวกรรม เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลตามระดับความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย (✓) ในช่องข้อความตามความเห็น (แต่ละข้อให้ทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียวเท่านั้น)

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
1. มีการระบุชื่อของส่วนต่างๆ ในโปรแกรมใบบางผู้ใช้สามารถเห็นได้ชัดเจน					
2. ขนาดของส่วนต่างๆ ในหน้าจอของโปรแกรมใบบางมีความเหมาะสม					
3. การกำหนดตำแหน่งส่วนต่างๆ ในหน้าจอของโปรแกรมใบบางมีความเหมาะสม					
4. การออกแบบพอร์ตเชื่อมต่อของโปรแกรมใบบางกับโมดูลบอร์ดภายนอกมีความเหมาะสม					
5. ฟังก์ชันการทำงานของปุ่มต่างๆ ของโปรแกรมใบบางมีความเหมาะสม					
6. รูปลักษณ์ต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองใบบางมีความถูกต้องสมบูรณ์					
7. โปรแกรมการทดลองใบบางที่สร้างขึ้นมีความสะดวกในการใช้งาน					
8. โปรแกรมการทดลองใบบางที่สร้างขึ้นมีความปลอดภัยต่อโปรแกรมอื่นๆ ที่ต้องใช้งานร่วมด้วย					
9. โปรแกรมการทดลองใบบางที่สร้างขึ้นมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียนรู้					
10. องค์ประกอบต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองใบบางมีความเหมาะสม					
11. โปรแกรมการทดลองใบบางมีความเหมาะสมในการใช้ประกอบการเรียนรู้					
12. โปรแกรมการทดลองใบบางสามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้สะดวก					
13. การบันทึกผลการทดลอง การเรียกดูผลการทดลองที่บันทึกไว้มีความสะดวกและเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ความหมายของค่าระดับคะแนน

- 5 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงานมีความเหมาะสม ดีมาก
- 4 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงานมีความเหมาะสม ดี
- 3 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงานมีความเหมาะสม ปานกลาง
- 2 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงานมีความเหมาะสม น้อย
- 1 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมใบงาน ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้



แบบประเมินคุณภาพ
 เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545
 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

จัดทำโดย

นายจงเจริญ คุ้มบุญ

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ. กิติพงศ์ มะโน

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

**แบบประเมินคุณภาพ เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล**

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ และประเมินคุณภาพ เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ตามระดับความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย (✓) ในช่องข้อความตามความเห็น (แต่ละข้อให้ทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียวเท่านั้น)

ความหมายของค่าระดับคะแนน

- 5 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมไบบางมีความเหมาะสม ดีมาก
- 4 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมไบบางมีความเหมาะสม ดี
- 3 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมไบบางมีความเหมาะสม ปานกลาง
- 2 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมไบบางมีความเหมาะสม น้อย
- 1 หมายถึง คุณภาพของโปรแกรมไบบาง ควรปรับปรุง

ข้อมูลของผู้ประเมิน (กรุณากรอกข้อมูลให้ครบทุกช่อง)

ชื่อ.....สกุล.....

ตำแหน่ง.....

แผนก/สาขาที่สังกัด.....

ชื่อหน่วยงาน.....

(ตัวอย่าง : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร)

ที่อยู่ของหน่วยงาน เลขที่..... หมู่ที่..... ตำบล..... อำเภอ.....

จังหวัด..... รหัสไปรษณีย์.....

เบอร์โทรศัพท์ของหน่วยงาน.....

เบอร์โทรศัพท์ของผู้ประเมิน.....

อีเมลแอดเดรส.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

แบบประเมินคุณภาพ เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
การทดลองที่ 1

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
การทดลองที่ 1 [Sheet 1 (S1)]					
ลักษณะทั่วไป					
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง					
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ					
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสันทันในส่วนต่างๆ					
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรม การทดลอง					
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความ เหมาะสม					
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)					
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)					
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol					
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก					
ด้านเนื้อหา					
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา					
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน					
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา					
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา					
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม					
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกชนิดของลอจิกเกตที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา					
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ					
17. การวาดรูปมีความสวยงามน่าสนใจ					

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง					
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก					
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลาอ่านได้สะดวก					
การเสริมความเข้าใจ					
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด					
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด					
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น					
กิจกรรมและอื่นๆ					
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ					
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์ อย่างอื่น					
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน					
27. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจร อื่นๆ ภายนอกได้					

แบบประเมินคุณภาพ เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
การทดลองที่ 2

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
การทดลองที่ 2 [Sheet 2 (S2)]					
ลักษณะทั่วไป					
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง					
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ					
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ					
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง					
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม					
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)					
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)					
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol					
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก					
ด้านเนื้อหา					
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา					
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน					
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา					
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา					
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม					
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรลอจิกเกต (H/A , F/A) ที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา					
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริมให้ นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ					
17. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง					
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง					
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร					
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร					
การเสริมความเข้าใจ					
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด					
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด					

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้งายขึ้น					
กิจกรรมและอื่นๆ					
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ					
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น					
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน					
27. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆ ภายนอกได้					

**แบบประเมินคุณภาพ เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
การทดลองที่ 3**

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
การทดลองที่ 3 [Sheet 3 (S3)]					
ลักษณะทั่วไป					
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง					
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ					
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ					
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง					
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม					
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางค่านอินพุต (Logic Input)					
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)					
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol					
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก					
ด้านเนื้อหา					
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา					
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน					
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา					
13. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของนักศึกษา					
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม					
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรลอจิกเกต (H/S , F/S) ที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา					

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ					
17. การวาดรูปร่างมีความถูกต้อง					
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง					
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร					
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร					
การเสริมความเข้าใจ					
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด					
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด					
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น					
กิจกรรมและอื่นๆ					
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ					
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น					
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน					
27. สามารถส่งเอาท์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆ ภายนอกได้					

**แบบประเมินคุณภาพ เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
การทดลองที่ 4**

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
การทดลองที่ 4 [Sheet 4 (S4)]					
ลักษณะทั่วไป					
1. ความสะดวกในการใช้งาน โปรแกรมการทดลอง					
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ					
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ					
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง					
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม					
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)					
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาท์พุต (Monitor Output)					

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol					
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก					
ด้านเนื้อหา					
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา					
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน					
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา					
13. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของนักศึกษา					
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม					
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ					
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง					
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง					
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร					
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร					
การเสริมความเข้าใจ					
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด					
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด					
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น					
กิจกรรมและอื่นๆ					
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ					
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น					
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน					
26. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆ ภายนอกได้					

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินกับ
วัตถุประสงค์การเรียนรู้



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้
 กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
 เรื่องการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545
 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

จัดทำโดย

นายจงเจริญ คุ่มบุญ

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ. กิติพงศ์ มะโน

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้
กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้**

คำชี้แจง ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ และประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินหาคุณภาพกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของการพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัลตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลตามระดับความสอดคล้องโดยทำเครื่องหมาย (✓) ในช่องข้อความตามความเห็น (แต่ละข้อให้ทำเครื่องหมายเพียงช่องเดียวเท่านั้น) ทั้งชุดมี 32 หน้า

ความหมายของค่าระดับคะแนน

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินหาคุณภาพสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบประเมินหาคุณภาพสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินหาคุณภาพไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ข้อมูลของผู้ประเมิน (กรุณากรอกข้อมูลให้ครบทุกช่อง)

ชื่อ.....สกุล.....

ตำแหน่ง.....

แผนก/สาขาที่สังกัด.....

ชื่อหน่วยงาน.....

(ตัวอย่าง : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร)

ที่อยู่ของหน่วยงาน เลขที่..... หมู่ที่..... ตำบล..... อำเภอ.....

จังหวัด..... รหัสไปรษณีย์..... เบอร์.....

โทรศัพท์ของหน่วยงาน.....

เบอร์โทรศัพท์ของผู้ประเมิน.....

อีเมลล์แอดเดรส.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้
กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
ใบงานการทดลองที่ 1**

วัตถุประสงค์

1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรลอจิกเกตพื้นฐานได้
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรลอจิกเกตภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 1 [Sheet 1 (S1)]			
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรลอจิกเกตพื้นฐานได้			
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน			
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกชนิดของลอจิกเกตที่ต้อง ช่วยเสริมความรู้ความจำของนักศึกษา			
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก			
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลาอ่านได้สะดวก			
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด			
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น			
27. สามารถส่งเอาท์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆ ภายนอกได้			
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรลอจิกเกตภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล			
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง			
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ			
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ			
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง			
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม			

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 1 [Sheet 1 (S1)]			
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)			
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)			
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol			
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก			
13. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของนักศึกษา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกชนิดของลอจิกเกตที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ความจำของนักศึกษา			
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
17. การวาดรูปมีความสวยงามน่าสนใจ			
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง			
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน			
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก			
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้			
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลาอ่านได้สะดวก			
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้
กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
ใบงานการทดลองที่ 2**

วัตถุประสงค์

1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรวกเลขพื้นฐานได้
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรวกเลขภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 2 [Sheet 2 (S2)]			
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรวกเลขพื้นฐานได้			
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน			
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรถอดจิกเกต (H/A , F/A) ที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา			
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก			
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลาอ่านได้สะดวก			
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด			
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น			
27. สามารถส่งเอาท์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขั้ววงจรอื่นๆ ภายนอกได้			
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรวกเลขภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล			
1. ความสะดวกในการใช้งาน โปรแกรมการทดลอง			
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ			
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ			
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง			
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม			

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 2 [Sheet 2 (S2)]			
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)			
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)			
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol			
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก			
13. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของนักศึกษา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรลอจิกเกต (H/A , F/A) ที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา			
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
17. การวาดรูปมีความสวยงามน่าสนใจ			
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง			
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน			
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก			
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้			
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลาอ่านได้สะดวก			
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้
กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
ใบงานการทดลองที่ 3**

วัตถุประสงค์

1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรถวลเลขพื้นฐานได้
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรถวลเลขภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 3 [Sheet 3 (S3)]			
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรถวลเลขพื้นฐานได้			
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน			
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรถวลจิกเกต (H/S , F/S) ที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา			
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก			
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลาอ่านได้สะดวก			
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด			
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น			
27. สามารถส่งเอาท์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขั้ววงจรอื่นๆ ภายนอกได้			
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรถวลเลขภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล			
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง			
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ			
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ			
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง			
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม			

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 3 [Sheet 3 (S3)]			
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)			
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)			
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol			
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก			
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรลอจิกเกต (H/S , F/S) ที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา			
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
17. การวาดรูปมีความสวยงามน่าสนใจ			
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง			
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน			
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก			
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้			
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลาอ่านได้สะดวก			
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้
กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
ใบงานการทดลองที่ 4**

วัตถุประสงค์

1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรเข้ารหัสพื้นฐานได้
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรเข้ารหัสภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 4 [Sheet 4 (S4)]			
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรเข้ารหัสพื้นฐานได้			
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน			
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง			
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก			
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด			
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น			
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน			
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรเข้ารหัสภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล			
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง			
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ			
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ			
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง			
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม			
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)			
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาท์พุต (Monitor Output)			

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 4 [Sheet 4 (S4)]			
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol			
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก			
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง			
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง			
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน			
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้			
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร			
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร			
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินหาคุณภาพด้านการนำไปใช้
กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
ใบงานการทดลองที่ 5**

วัตถุประสงค์

1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรถอดรหัสพื้นฐานได้
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรถอดรหัสภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 5 [Sheet 5 (S5)]			
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรถอดรหัสพื้นฐานได้			
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน			
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
16. การวาดรูปร่างมีความถูกต้อง			
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก			
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด			
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น			
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมารวมกับวงจรภายใน			
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรถอดรหัสภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล			
1. ความสะดวกในการใช้งาน โปรแกรมการทดลอง			
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ			
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ			
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง			
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม			
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)			
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาท์พุต (Monitor Output)			

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง		
	1	0	-1
ใบงานการทดลองที่ 4 [Sheet 4 (S4)]			
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol			
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก			
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา			
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม			
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ			
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง			
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง			
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมารวมกับวงจรภายใน			
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้			
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร			
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด			
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้			
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร			
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ			
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น			

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ จ.1 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านใบงานการทดลองที่ 1

วัตถุประสงค์	ใบงานการทดลองที่ 1 [Sheet 1 (S1)]					
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่ การทำงานของ วงจรลอจิกเกตพื้นฐาน ได้	10	1	1	1	3	1
	11	1	1	1	3	1
	12	1	1	1	3	1
	14	1	1	0	2	0.67
	15	1	1	1	3	1
	16	0	1	1	2	0.67
	19	1	1	1	3	1
	20	1	1	1	3	1
	21	1	0	1	2	0.67
	22	1	0	1	2	0.67
	23	1	1	1	3	1
	27	0	1	1	2	0.67
2. ผู้เรียนสามารถ ทดลองวงจรลอจิกเกต ภายในชุดปฏิบัติการ เสมือนวิชาดิจิตอล	1	1	1	1	3	1
	2	1	1	1	3	1
	3	1	1	1	3	1
	4	1	1	0	2	0.67
	5	1	1	1	3	1
	6	0	1	1	2	0.67
	7	1	1	1	3	1
	8	1	1	1	3	1
	9	1	0	1	2	0.67
	13	1	0	1	2	0.67
	14	1	1	1	3	1
	15	1	1	1	3	1
	16	1	1	1	3	1
	17	1	1	1	3	1
18	1	1	0	2	0.67	
26	1	1	1	3	1	

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ใบงานการทดลองที่ 1 [Sheet 1 (S1)]					
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC
3. ผู้เรียนสามารถอ่าน ตารางความจริงได้	19	1	1	1	3	1
	21	1	1	1	3	1
	24	1	0	1	2	0.67
	25	1	0	1	2	0.67
4. ผู้เรียนสามารถอ่าน ตารางเวลาได้	20	1	0	1	2	0.67
	24	1	0	1	2	0.67
	25	1	1	1	3	1

ตารางที่ จ.2 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ใบงานการทดลองที่ 2

วัตถุประสงค์	ใบงานการทดลองที่ 2 [Sheet 2 (S2)]					
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่ การทำงานของวงจร บวกเลขพื้นฐานได้	10	1	1	1	3	1
	11	1	1	1	3	1
	12	1	1	1	3	1
	14	1	1	0	2	0.67
	15	1	1	1	3	1
	16	0	1	1	2	0.67
	19	1	1	1	3	1
	20	1	1	1	3	1
	21	1	0	1	2	0.67
	22	1	0	1	2	0.67
	23	1	1	1	3	1
	27	0	1	1	2	0.67

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ใบงานการทดลองที่ 2 [Sheet 2 (S2)]						
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC	
2. ผู้เรียนสามารถ ทดลองวงจรบวกเลข ภายในชุดปฏิบัติการ เสมือนวิชาดิจิทัล	1	1	1	1	3	1	
	2	1	1	1	3	1	
	3	1	1	1	3	1	
	4	1	1	0	2	0.67	
	5	1	1	1	3	1	
	6	0	1	1	2	0.67	
	7	1	1	1	3	1	
	8	1	1	1	3	1	
	9	1	0	1	2	0.67	
	13	1	0	1	2	0.67	
	14	1	1	1	3	1	
	15	1	1	1	3	1	
	16	1	1	1	3	1	
	17	1	1	1	3	1	
	18	1	1	0	2	0.67	
	26	1	1	1	3	1	
	3. ผู้เรียนสามารถ อ่านตารางความจริง ได้	19	1	1	1	3	1
		21	1	1	1	3	1
24		1	0	1	2	0.67	
25		1	0	1	2	0.67	
4. ผู้เรียนสามารถอ่าน ตารางเวลาได้	20	1	0	1	2	0.67	
	24	1	0	1	2	0.67	
	25	1	1	1	3	1	

ตารางที่ จ.3 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านใบงานการทดลองที่ 3

วัตถุประสงค์	ใบงานการทดลองที่ 3 [Sheet 3 (S3)]					
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรบวกเลขพื้นฐานได้	10	1	1	1	3	1
	11	1	1	1	3	1
	12	1	1	1	3	1
	14	1	1	0	2	0.67
	15	1	1	1	3	1
	16	0	1	1	2	0.67
	19	1	1	1	3	1
	20	1	1	1	3	1
	21	1	0	1	2	0.67
	22	1	0	1	2	0.67
	23	1	1	1	3	1
	27	0	1	1	2	0.67
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรบวกเลขภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิตอล	1	1	1	1	3	1
	2	1	1	1	3	1
	3	1	1	1	3	1
	4	1	1	0	2	0.67
	5	1	1	1	3	1
	6	0	1	1	2	0.67
	7	1	1	1	3	1
	8	1	1	1	3	1
	9	1	0	1	2	0.67
	13	1	0	1	2	0.67
	14	1	1	1	3	1
	15	1	1	1	3	1
	16	1	1	1	3	1
17	1	1	1	3	1	
18	1	1	0	2	0.67	
26	1	1	1	3	1	
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้	19	1	1	1	3	1
	21	1	1	1	3	1
	24	1	0	1	2	0.67
	25	1	0	1	2	0.67

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ใบงานการทดลองที่ 3 [Sheet 3 (S3)]					
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้	20	1	0	1	2	0.67
	24	1	0	1	2	0.67
	25	1	1	1	3	1

ตารางที่ จ.4 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านใบงานการทดลองที่ 4

วัตถุประสงค์	ใบงานการทดลองที่ 4 [Sheet 4 (S4)]					
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรเข้ารหัสพื้นฐานได้	10	1	1	1	3	1
	11	1	1	1	3	1
	12	1	1	1	3	1
	14	1	1	0	2	0.67
	15	1	1	1	3	1
	16	0	1	1	2	0.67
	18	1	1	1	3	1
	19	1	1	1	3	1
	20	1	0	1	2	0.67
	21	1	0	1	2	0.67
	22	1	1	1	3	1
	26	0	1	1	2	0.67
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรเข้ารหัสภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล	1	1	1	1	3	1
	2	1	1	1	3	1
	3	1	1	1	3	1
	4	1	1	0	2	0.67
	5	1	1	1	3	1
	6	0	1	1	2	0.67
	7	1	1	1	3	1
	8	1	1	1	3	1
	9	1	0	1	2	0.67
	13	1	0	1	2	0.67
	14	1	1	1	3	1
15	1	1	1	3	1	

ตารางที่ จ.4 (ต่อ)

	ใบงานการทดลองที่ 4 [Sheet 4 (S4)]					
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC
วัตถุประสงค์	15	1	1	1	3	1
	16	1	1	1	3	1
	17	1	1	1	3	1
	25	1	1	0	2	0.67
3. ผู้เรียนสามารถอ่าน ตารางความจริงได้	18	1	1	1	3	1
	20	1	1	1	3	1
	23	1	1	1	3	1
	24	1	0	1	2	0.67
4. ผู้เรียนสามารถอ่าน ตารางเวลาได้	19	1	1	1	3	1
	23	1	0	1	2	0.67
	24	1	0	1	2	0.67

ตารางที่ จ.5 วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านใบงานการทดลองที่ 5

วัตถุประสงค์	ใบงานการทดลองที่ 5 [Sheet 5 (S5)]					
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC
1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การ ทำงานของวงจรทรานซิส พื้นฐานได้	10	1	1	1	3	1
	11	1	1	1	3	1
	12	1	1	1	3	1
	14	1	1	0	2	0.67
	15	1	1	1	3	1
	16	0	1	1	2	0.67
	18	1	1	1	3	1
	19	1	1	1	3	1
	20	1	0	1	2	0.67
	21	1	0	1	2	0.67
	22	1	1	1	3	1
	26	0	1	1	2	0.67

ตารางที่ จ.5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ใบงานการทดลองที่ 5 [Sheet 5 (S5)]					
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ผลรวม	IOC
2. ผู้เรียนสามารถทดลอง วงจรทรานซิสเตอร์ภายในชุด ปฏิบัติการเสมือนวิชา ดิจิทัล	1	1	1	1	3	1
	2	1	1	1	3	1
	3	1	1	1	3	1
	4	1	1	0	2	0.67
	5	1	1	1	3	1
	6	0	1	1	2	0.67
	7	1	1	1	3	1
	8	1	1	1	3	1
	9	1	0	1	2	0.67
	13	1	0	1	2	0.67
	14	1	1	1	3	1
	15	1	1	1	3	1
	16	1	1	1	3	1
	17	1	1	1	3	1
25	1	1	0	2	0.67	
3. ผู้เรียนสามารถอ่าน ตารางความจริงได้	18	1	1	1	3	1
	20	1	1	1	3	1
	23	1	1	1	3	1
	24	1	0	1	2	0.67
4. ผู้เรียนสามารถอ่าน ตารางเวลาได้	19	1	1	1	3	1
	23	1	0	1	2	0.67
	24	1	0	1	2	0.67

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

ดังนั้นจึงไม่เลือกข้อสอบที่ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) น้อยกว่า 0.5 และไม่เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ($P < 0.2$) และ ($P > 0.8$)

ตารางที่ จ.6 วิเคราะห์ผลการประเมินทางด้านวิศวกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน

ผลการประเมินทางด้านวิศวกรรมของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน						
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	เฉลี่ย	SD
1	5	4	4	13	4.33	0.33
2	4	4	4	12	4.00	0.00
3	4	4	5	13	4.33	0.33
4	4	4	4	12	4.00	0.00
5	5	4	4	13	4.33	0.33
6	4	4	4	12	4.00	0.00
7	4	4	4	12	4.00	0.00
8	4	3	4	11	3.67	0.33
9	5	5	3	13	4.33	1.33
10	4	3	4	11	3.67	0.33
11	4	4	4	12	4.00	0.00
12	5	5	3	13	4.33	1.33
13	4	5	5	14	4.67	0.33
14	4	4	4	12	4	0.00
15	4	4	4	12	4	0.00
					61.67	4.67
					4.11	0.311

ตารางที่ จ.7 วิเคราะห์ผลการประเมินทางด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน

ผลการประเมินทางด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน						
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	เฉลี่ย	SD
1	4	5	4	13	4.33	0.33
2	3	4	4	11	3.67	0.33
3	4	4	5	13	4.33	0.33
4	4	4	4	12	4.00	0.00
5	3	5	4	12	4.00	1.00
6	4	4	4	12	4.00	0.00
7	4	4	4	12	4.00	0.00
8	5	5	4	14	4.67	0.33
9	4	4	3	11	3.67	0.33

ตารางที่ จ.7 (ต่อ)

ผลการประเมินทางด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน						
ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	เฉลี่ย	SD
10	4	4	4	12	4.00	0.00
11	3	4	4	11	3.67	0.33
12	5	4	3	12	4.00	1.00
13	4	5	5	14	4.67	0.33
					53.00	4.33
					4.08	0.33

ตารางที่ จ.8 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 1

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 1 [Sheet 1 (S1)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	3	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	3	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	20	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	22	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	12	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	12	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	26	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	12	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	22	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.30	0.23	3	ดี
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.40	0.27	2	ดี
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.30	0.68	3	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของนักศึกษา	4.20	0.40	12	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.20	0.18	12	ดี
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกชนิดของลอจิกเกตที่ถูกต้อง ช่วย เสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา	4.00	0.44	22	ดี

ตารางที่ จ.8 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 1 [Sheet 1 (S1)]				
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.10	0.54	20	ดี
17. การวาดรูปมีความสวยงามน่าสนใจ	4.00	0.44	22	ดี
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.30	0.68	3	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงอ่านได้สะดวก	4.30	0.23	3	ดี
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลาอ่านได้สะดวก	4.20	0.18	12	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.20	0.40	12	ดี
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.30	0.23	3	ดี
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.30	0.46	3	ดี
กิจกรรมและอื่นๆ				
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.50	0.50	1	ดีมาก
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.20	0.62	12	ดี
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	3.70	0.23	26	ดี
27. สามารถส่งเอาท์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆภายนอกได้	4.30	0.23	3	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.18	0.36		ดี

ตารางที่ จ.9 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 2

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 2 Sheet 2 (S2) 				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งาน โปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	6	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	6	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	20	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการ ทดลอง	4.00	0.22	22	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	12	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	12	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	27	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	12	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	22	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.20	0.40	12	ดี
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.60	0.27	3	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.60	0.49	3	ดีมาก
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.30	0.23	6	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.30	0.23	6	ดี
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรลอจิกเกต (H/A , F/A) ที่ ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา	4.30	0.23	6	ดี
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริม ให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.20	0.18	12	ดี
17. การวาดรูปร่างมีความถูกต้อง	4.20	0.40	12	ดี
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.00	0.89	22	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตาม วงจร	4.40	0.27	5	ดี
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.30	0.46	6	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.20	0.18	12	ดี
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.00	0.44	22	ดี
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.10	0.10	20	ดี

ตารางที่ จ.9 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 2 [Sheet 2 (S2)]				
กิจกรรมและอื่นๆ				
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.70	0.23	2	ดีมาก
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.90	0.10	1	ดีมาก
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมารวมกับวงจรภายใน	3.90	0.32	26	ดี
27. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆภายนอกได้	4.20	0.18	12	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.24	0.31		ดี

ตารางที่ จ.10 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 3

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 3 [Sheet 3 (S3)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	5	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	5	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	21	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	24	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	6	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	6	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	27	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	6	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	24	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.20	0.62	6	ดี
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.60	0.27	2	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.40	0.71	4	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.20	0.62	6	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.30	0.23	5	ดี

ตารางที่ จ.10 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 3 Sheet 3 (S3) 				
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรลจิกเกต (H/S , F/S) ที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา	4.30	0.23	5	ดี
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	3.90	0.77	26	ดี
17. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.20	0.18	6	ดี
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.10	0.32	21	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร	4.30	0.23	5	ดี
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.20	0.40	6	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.50	0.28	3	ดีมาก
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.20	0.62	6	ดี
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.10	0.32	21	ดี
กิจกรรมและอื่นๆ				
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.80	0.18	1	ดีมาก
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.80	0.18	1	ดีมาก
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมารวมกับวงจรภายใน	4.20	0.18	6	ดี
27. สามารถส่งเอาท์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆภายนอกได้	4.20	0.18	6	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.24	0.34		ดี

ตารางที่ จ.11 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 4

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 4 [Sheet 4 (S4)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	9	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	9	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	19	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการ ทดลอง	4.00	0.22	23	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	15	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	15	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	26	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	15	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	23	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.40	0.49	3	ดี
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.70	0.23	1	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.40	0.71	3	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.30	0.46	9	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	3.90	0.10	25	ดี
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริม ให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.10	0.32	19	ดี
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.30	0.23	9	ดี
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.40	0.49	3	ดี
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตาม วงจร	4.10	0.54	19	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.60	0.27	2	ดีมาก
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.40	0.93	3	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.20	0.40	15	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.10	0.10	19	ดี

ตารางที่ จ.11 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 4 [Sheet 4 (S4)]				
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.30	0.23	9	ดี
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.70	0.23	1	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	4.40	0.27	3	ดี
26. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆภายนอกได้	4.30	0.23	9	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.25	0.34		ดี

ตารางที่ จ.12 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 5

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 5 [Sheet 5 (S5)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	6	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	6	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	18	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	21	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	14	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	14	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	26	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	14	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	21	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.30	0.46	6	ดี
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.60	0.27	1	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.10	0.77	18	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของนักศึกษา	4.10	0.54	18	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.00	0.22	21	ดี

ตารางที่ จ.12 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอ้าท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.00	0.22	21	ดี
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.30	0.46	6	ดี
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.00	0.44	21	ดี
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร	4.30	0.68	6	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.50	0.28	2	ดีมาก
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.40	0.27	3	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.30	0.46	6	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.30	0.23	6	ดี
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.50	0.28	2	ดีมาก
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมากดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.50	0.72	2	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	4.00	0.44	21	ดี
26. สามารถส่งเอ้าท์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆภายนอกได้	4.30	0.23	6	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.21	0.37		ดี

ตารางที่ จ.13 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 6

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 6 Sheet 6 (S6)				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	4	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	4	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	18	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	21	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	10	ดี
6. ขนาดของสวิทช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	10	ดี

ตารางที่ จ.13 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 6 Sheet 6 (S6) 				
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	26	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	10	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	21	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.60	0.27	1	ดีมาก
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.60	0.27	1	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.20	0.84	10	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของนักศึกษา	4.20	0.62	10	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.20	0.18	10	ดี
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริม ให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.00	0.00	21	ดี
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.10	0.54	18	ดี
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.10	0.10	18	ดี
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตาม วงจร	4.00	0.44	21	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.30	0.46	4	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.30	0.46	4	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.30	0.23	4	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.20	0.40	10	ดี
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.30	0.46	4	ดี
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่าง อื่น	4.60	0.49	1	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	4.20	0.18	10	ดี
26. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆ ภายนอกได้	4.00	0.00	21	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.20	0.33		ดี

ตารางที่ จ.14 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 7

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 7 [Sheet 7 (S7)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	7	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	7	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	19	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการ ทดลอง	4.00	0.22	22	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	14	
6. ขนาดของสวิชต์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	14	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	26	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	14	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	22	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.50	0.28	2	ดีมาก
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.50	0.28	2	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.30	0.68	7	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของนักศึกษา	4.00	0.67	22	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.20	0.18	14	ดี
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริม ให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	3.80	0.18	25	ดี
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.30	0.23	7	ดี
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.10	0.10	19	ดี
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตาม วงจร	4.30	0.23	7	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.40	0.27	5	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.40	0.27	5	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.20	0.40	14	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.30	0.23	7	ดี

ตารางที่ จ.14 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 7 [Sheet 7 (S7)]				
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.30	0.46	7	ดี
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.90	0.10	1	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	4.50	0.28	2	ดีมาก
26. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆภายนอกได้	4.10	0.10	19	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.23	0.29		ดี

ตารางที่ จ.15 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 8

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 8 [Sheet 8 (S8)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	6	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	6	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	16	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	21	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	9	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	9	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	25	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	9	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	21	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.50	0.28	4	ดีมาก
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.60	0.27	3	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.10	0.77	16	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.10	0.32	16	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	3.60	0.27	26	ดี

ตารางที่ จ.15 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 8 [Sheet 8 (S8)]				
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอ้าท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.00	0.22	21	ดี
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.10	0.32	16	ดี
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.20	0.18	9	ดี
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร	4.20	0.62	9	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.40	0.27	5	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.20	0.40	9	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	3.90	0.32	24	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.10	0.10	16	ดี
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.90	0.10	1	ดีมาก
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.90	0.10	1	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	4.30	0.23	6	ดี
26. สามารถส่งเอ้าท์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆภายนอกได้	4.20	0.18	9	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.20	0.29		ดี

ตารางที่ จ.16 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 9

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 9 [Sheet 9 (S9)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	4	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบรูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	4	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	20	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	23	ดี

ตารางที่ จ.16 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	10	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	10	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	26	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	10	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	23	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.70	0.23	1	ดีมาก
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.30	0.46	4	ดี
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.20	0.18	10	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.20	0.40	10	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.10	0.10	20	ดี
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริม ให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.20	0.18	10	ดี
16. การวาดรูปร่างมีความถูกต้อง	4.10	0.32	20	ดี
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.20	0.18	10	ดี
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตาม วงจร	4.20	0.18	10	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.00	0.44	23	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.30	0.23	4	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.20	0.18	10	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.30	0.46	4	ดี
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.70	0.23	1	ดีมาก
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่าง อื่น	4.50	0.28	3	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมารวมกับวงจรภายใน	4.30	0.23	4	ดี
26. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆ ภายนอกได้	4.20	0.18	10	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.22	0.27		ดี

ตารางที่ จ.17 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 10

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 10 [Sheet 10 (S10)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	4	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	4	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	19	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการ ทดลอง	4.00	0.22	23	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	8	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	8	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	26	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	8	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	23	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.70	0.23	2	ดีมาก
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.30	0.46	4	ดี
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.20	0.18	8	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความรู้ของนักศึกษา	4.20	0.40	8	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.10	0.10	19	ดี
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริม ให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.20	0.18	8	ดี
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.10	0.32	19	ดี
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.20	0.18	8	ดี
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตาม วงจร	4.20	0.18	8	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.00	0.44	23	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.10	0.10	19	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.20	0.18	8	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.20	0.62	8	ดี

ตารางที่ จ.17 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 10 [Sheet 10 (S10)]				
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.80	0.18	1	ดีมาก
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.50	0.28	3	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมารวมกับวงจรภายใน	4.30	0.23	4	ดี
26. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจร ไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆ ภายนอกได้	4.20	0.18	8	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.21	0.27		ดี

ตารางที่ จ.18 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 11

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 11 [Sheet 11 (S11)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	5	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	5	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	20	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	24	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	9	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	9	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	27	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	9	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	24	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.50	0.50	3	ดีมาก
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.70	0.23	2	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.30	0.46	5	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.20	0.18	9	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.20	0.40	9	ดี

ตารางที่ จ.18 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 11 [Sheet 11 (S11)]				
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรลจิกเกต (SISO , SIPO) ที่ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา	4.10	0.10	20	ดี
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.20	0.18	9	ดี
17. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.10	0.32	20	ดี
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.20	0.18	9	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร	4.20	0.18	9	ดี
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.00	0.44	24	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.10	0.10	20	ดี
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.20	0.18	9	ดี
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.20	0.62	9	ดี
กิจกรรมและอื่นๆ				
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.80	0.18	1	ดีมาก
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมามดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.50	0.28	3	ดีมาก
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	4.30	0.23	5	ดี
27. สามารถส่งเอาท์พุตของวงจร ไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆภายนอกได้	4.20	0.18	9	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.22	0.28		ดี

ตารางที่ จ.19 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 12

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 12 Sheet 12 (S12) 				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งาน โปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	8	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	8	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	17	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการ ทดลอง	4.00	0.22	23	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	11	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	11	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	27	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	11	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	23	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.40	0.49	4	ดี
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.60	0.27	3	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.40	0.71	4	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.10	0.54	17	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.00	0.22	23	ดี
15. การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกวงจรลอจิกเกต (PISO , PIPO) ที่ ถูกต้อง ช่วยเสริมความรู้ ความจำของนักศึกษา	4.20	0.40	11	ดี
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริม ให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	3.90	0.32	26	ดี
17. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.20	0.18	11	ดี
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.30	0.23	8	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตาม วงจร	4.40	0.27	4	ดี
20. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.10	0.77	17	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
21. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.10	0.10	17	ดี
22. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.10	0.10	17	ดี
23. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.10	0.10	17	ดี

ตารางที่ จ.19 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 12 Sheet 12 (S12)				
กิจกรรมและอื่นๆ				
24. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.70	0.23	2	ดีมาก
25. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.90	0.10	1	ดีมาก
26. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	4.40	0.27	4	ดี
27. สามารถส่งเอาต์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆ ภายนอกได้	4.20	0.18	11	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.23	0.30		ดี

ตารางที่ จ.20 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 13

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 13 Sheet 13 (S13)				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	4	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	4	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	20	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	23	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	10	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	10	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	26	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	10	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	23	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.70	0.23	1	ดีมาก
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.30	0.46	4	ดี
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.20	0.18	10	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.20	0.40	10	ดี

ตารางที่ จ.20 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 13 [Sheet 13 (S13)]				
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.10	0.10	20	ดี
15. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.20	0.18	10	ดี
16. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.10	0.32	20	ดี
17. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.20	0.18	10	ดี
18. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร	4.20	0.18	10	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางเวลามีความถูกต้องตามวงจร	4.00	0.44	23	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.30	0.23	4	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.20	0.18	10	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.30	0.46	4	ดี
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.70	0.23	1	ดีมาก
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.50	0.28	3	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	4.30	0.23	4	ดี
26. สามารถส่งเอาท์พุตของวงจรไปใช้แสดงผลหรือขับวงจรอื่นๆภายนอกได้	4.20	0.18	10	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.22	0.27		ดี

ตารางที่ จ.21 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 14

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 14 [Sheet 14 (S14)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	7	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	7	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีสັນในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	21	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	23	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	12	ดี
6. ขนาดของสวิทช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	12	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	25	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	12	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	23	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.60	0.27	3	ดีมาก
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.70	0.23	1	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.60	0.27	3	ดีมาก
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.20	0.18	12	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	4.20	0.18	12	ดี
15. โวลต์มิเตอร์สามารถอ่านได้ละเอียด	4.30	0.23	7	ดี
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ช่วยเสริม ให้นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	4.20	0.18	12	ดี
17. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	4.30	0.23	7	ดี
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	4.10	0.32	21	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตาม วงจร	4.40	0.27	5	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.20	0.18	12	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.20	0.18	12	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	4.20	0.18	12	ดี

ตารางที่ จ.21 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 14 [Sheet 14 (S14)]				
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.40	0.27	5	ดี
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.70	0.46	1	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมารวมกับวงจรภายใน	4.30	0.23	7	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.26	0.26		ดี

ตารางที่ จ.22 วิเคราะห์คะแนนใบงานการทดลองที่ 15

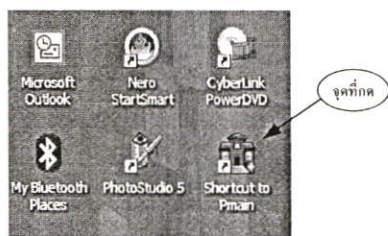
รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 15 [Sheet 15 (S15)]				
ลักษณะทั่วไป				
1. ความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมการทดลอง	4.30	0.68	7	ดี
2. ความเหมาะสมของโปรแกรมการทดลอง ด้านการออกแบบ รูปร่าง ตำแหน่ง การจัดวาง หน้าจอและเมนูต่างๆ	4.30	0.23	7	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สีในส่วนต่างๆ	4.10	0.10	12	ดี
4. ความเหมาะสมในการเชื่อมโยงของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลอง	4.00	0.22	16	ดี
5. ปุ่มกดของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมการทดลองมีความเหมาะสม	4.20	0.40	9	ดี
6. ขนาดของสวิตช์ลอจิกทางด้านอินพุต (Logic Input)	4.20	0.18	9	ดี
7. ขนาดของส่วนแสดงผลเอาต์พุต (Monitor Output)	3.70	0.23	24	ดี
8. ขนาดของสัญลักษณ์ของอินพุตและเอาต์พุตที่อยู่ในส่วนของ Internal Select Symbol และ External Select Symbol	4.20	0.18	9	ดี
9. การบันทึกใบงานและการเรียกดูใบงานมีความสะดวก	4.00	0.44	16	ดี
ด้านเนื้อหา				
10. วัตถุประสงค์มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.40	0.49	4	ดี
11. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์ในบทเรียน	4.60	0.27	1	ดีมาก
12. ทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.40	0.71	3	ดี
13. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับความรู้ของนักศึกษา	4.00	0.44	12	ดี
14. ภาษา สัญลักษณ์ ที่ใช้มีความเหมาะสม	3.60	0.27	25	ดี

ตารางที่ จ.22 (ต่อ)

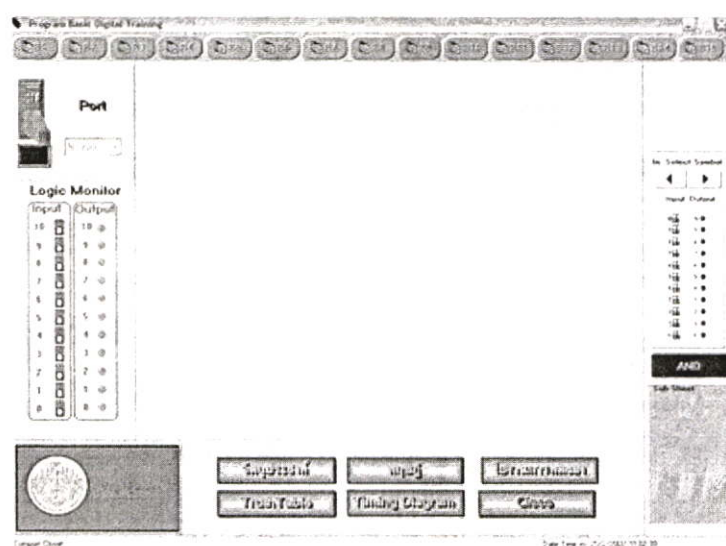
รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ลำดับ	เกณฑ์
ใบงานการทดลองที่ 15 Sheet 15 (S15) 				
15. DC Source สามารถปรับได้ละเอียด	3.90	0.77	20	ดี
16. การกำหนดเงื่อนไขในการวางอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุต ช่วยเสริมให้ นักศึกษามีความเข้าใจในอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ	3.90	0.10	20	ดี
17. การวาดรูปวงจรมีความถูกต้อง	3.80	0.62	12	ดี
18. โปรแกรมการทดลองให้อิสระต่อการเรียนด้วยตนเอง	3.70	0.68	20	ดี
19. ผลการทดลองที่ปรากฏในตารางความจริงมีความถูกต้องตามวงจร	4.40	0.27	4	ดี
การเสริมความเข้าใจ				
20. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ช่วยเสริมความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด	4.00	0.67	16	ดี
21. ความเหมาะสมของโปรแกรมประกอบการเรียนเพียงใด	4.10	0.10	12	ดี
22. เสริมให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น	3.90	0.54	20	ดี
กิจกรรมและอื่นๆ				
23. ความสะดวกของการ Copy งาน ไปส่งหรือไปใช้ในการอื่นๆ	4.00	0.44	16	ดี
24. ความสะดวกในการ Print งานออกมาดูหรือมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น	4.60	0.49	1	ดีมาก
25. สามารถรับอินพุตจากภายนอกมาร่วมกับวงจรภายใน	4.40	0.49	4	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.14	0.37		ดี

ภาคผนวก ฉ
ตัวอย่างการทดลอง

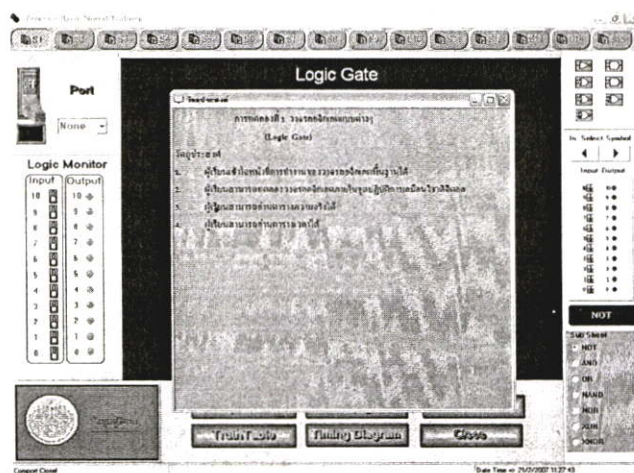
1. กด Pmain เพื่อเข้าสู่โปรแกรมทดลอง



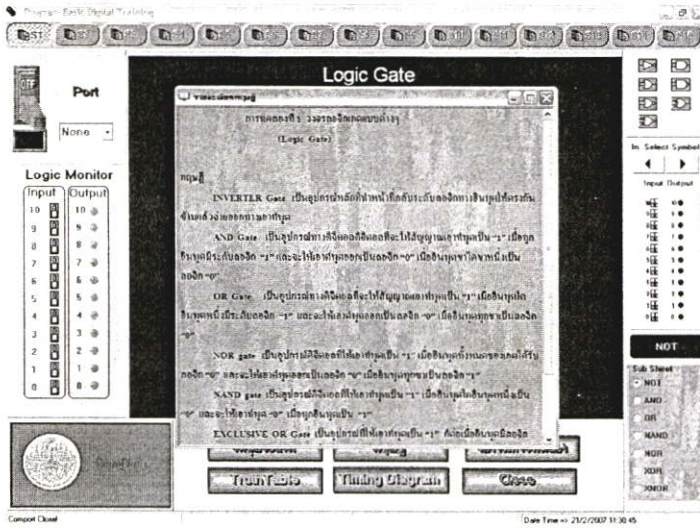
2. หลังจากกด Pmain เพื่อเข้าสู่โปรแกรมทดลองแล้วจะได้ดังรูป



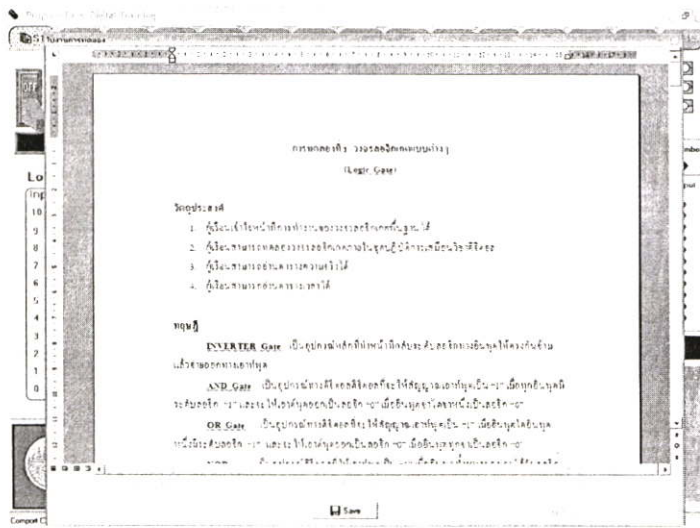
3. จากนั้นให้นักศึกษาคัดที่ปุ่ม “วัตถุประสงค์” เพื่อดูวัตถุประสงค์ของการทดลอง ดังรูป



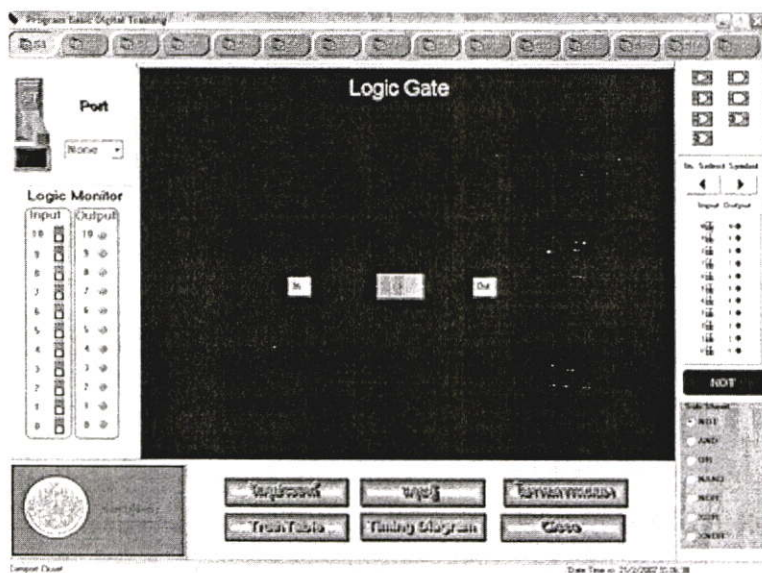
4. จากนั้นให้นักศึกษาคัดที่ปุ่ม “ทฤษฎี” เพื่อดูทฤษฎีเบื้องต้นประกอบความเข้าใจในการทดลอง ดังรูป



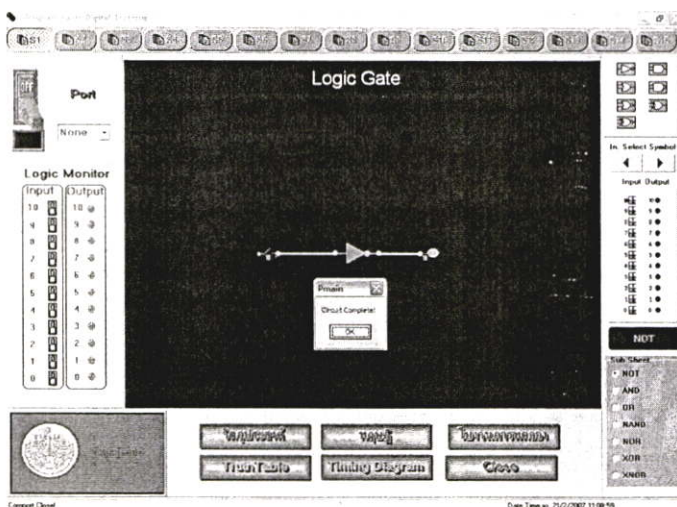
5. จากนั้นให้นักศึกษาคัดที่ปุ่ม “ใบงานการทดลอง” เพื่อดูขั้นตอนการทดลองประกอบในการทดลอง ดังรูป



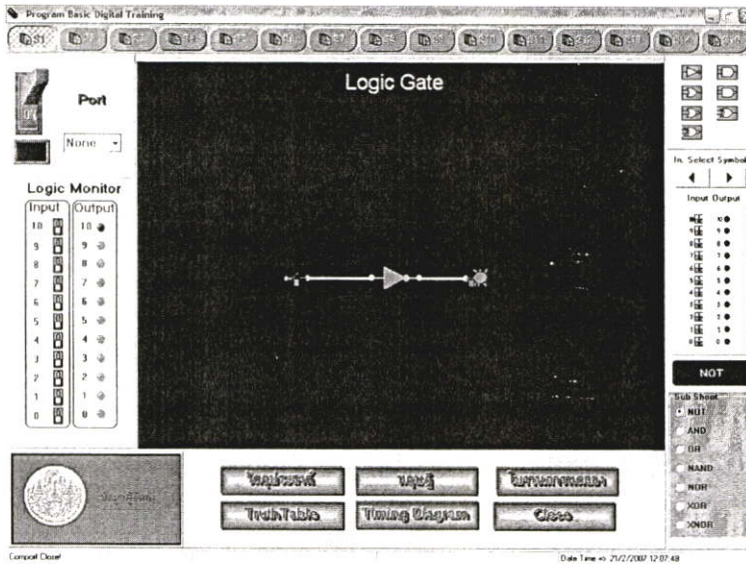
6. จากนั้นเลือกใบงานการทดลองตามลำดับที่จะทดลอง โดยเลือก S1 ก่อนจะได้ดังรูป



7. จากนั้นเลือกชนิดของลอจิกเกตมาวางและทำการต่อวงจร เมื่อทำการต่อวงจรเรียบร้อยแล้วจะขึ้นบอกว่า Circuit Complete ให้กด OK ดังรูป

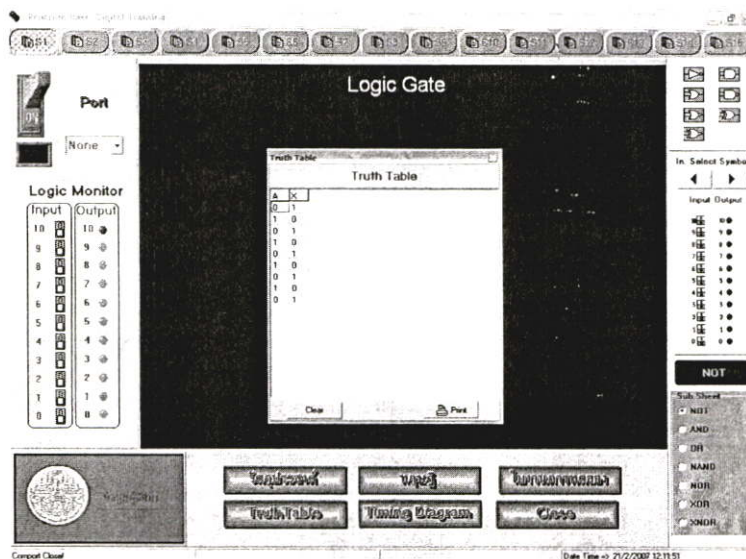


5. จากนั้นให้คลิกที่ Switch ที่อยู่มุมบนด้านซ้ายขึ้นเพื่อทำการทดลอง หลังจากนั้นให้กดสวิตช์ Input ด้านซ้ายมือตามหมายเลขที่แสดงในวงจรเพื่อทำการป้อน Input ให้แก่วงจร ซึ่งวงจรที่แสดงนี้เลือก Switch 10 ดังนั้นเมื่อกด Switch 10 จะได้ผลดังรูป

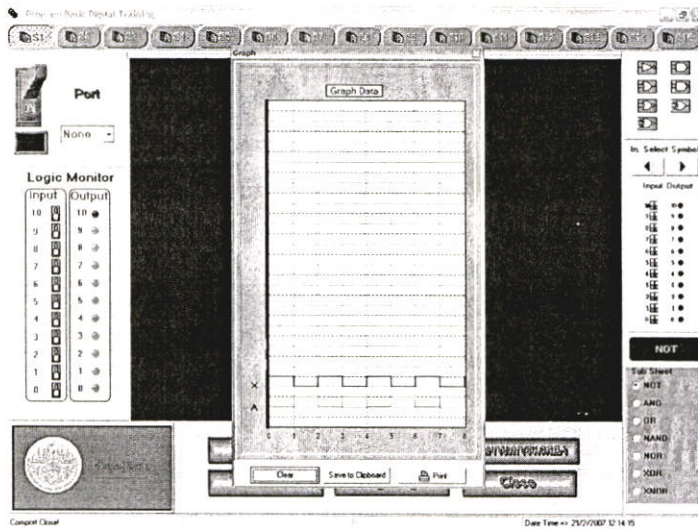


- เมื่อทำการกดอินพุตสถานะทางเอาต์พุตจะแสดงใน 2 ตำแหน่ง คือที่ Logic Monitor และที่เอาต์พุตของวงจรเอง ถ้าเป็น Logic “0” จะเป็นสีเขียว ถ้าเป็น Logic “1” จะเป็นสีแดง

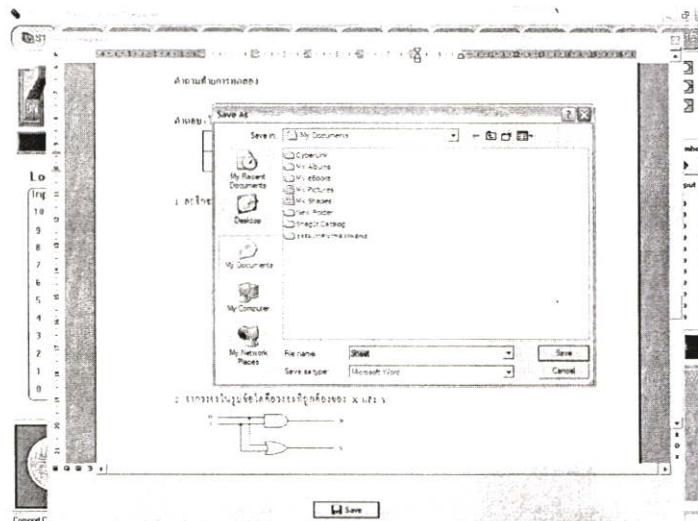
6. จากนั้นให้คลิกดูที่ Truth Table เพื่อดูผลแล้วไปเขียนในใบงานการทดลอง ดังรูป



7. จากนั้นให้คลิกคู่มือ Timing Diagram เพื่อดูตารางเวลาเพื่อจะทำการ Copy ตารางเวลาไปวางในใบงาน ดังรูป



8. จากนั้นให้กด Save to Clipboard เพื่อนำไปวางในใบงาน
9. จากนั้นก็ทำตามใบงานจนแล้วเสร็จทุกการทดลอง สรุปผล และตอบคำถาม
10. จากนั้นก็กด SAVE เพื่อบันทึกผลการทดลอง โปรแกรมจะให้บันทึกในส่วนของ My Document ให้นักศึกษาดังชื่อใบงานได้ตามใจชอบแล้วกดบันทึก ดังรูป



เป็นอันเสร็จสิ้นการทดลอง

การทดลองใบงานทั้งใบงานแสดงได้ ดังนี้

การทดลองที่ 1 วงจรลอจิกเกตแบบต่างๆ (Logic Gate)

วัตถุประสงค์

1. ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่การทำงานของวงจรลอจิกเกตพื้นฐานได้
2. ผู้เรียนสามารถทดลองวงจรลอจิกเกตภายในชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล
3. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางความจริงได้
4. ผู้เรียนสามารถอ่านตารางเวลาได้

ทฤษฎี

INVERTER Gate เป็นอุปกรณ์หลักที่ทำหน้าที่กลับระดับลอจิกทางอินพุตให้ตรงกันข้ามแล้วจ่ายออกทางเอาต์พุต

AND Gate เป็นอุปกรณ์ทางดิจิทัลที่จะให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น “1” เมื่อทุกอินพุตมีระดับลอจิก “1” และจะให้เอาต์พุตออกเป็นลอจิก “0” เมื่ออินพุตขาใดขาหนึ่งเป็นลอจิก “0”

OR Gate เป็นอุปกรณ์ทางดิจิทัลที่จะให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น “1” เมื่ออินพุตใดอินพุตหนึ่งมีระดับลอจิก “1” และจะให้เอาต์พุตออกเป็นลอจิก “0” เมื่ออินพุตทุกขาเป็นลอจิก “0”

NOR gate เป็นอุปกรณ์ดิจิทัลที่ให้เอาต์พุตเป็น “1” เมื่ออินพุตทั้งหมดของเกตได้รับลอจิก “0” และจะให้เอาต์พุตออกเป็นลอจิก “0” เมื่ออินพุตทุกขาเป็นลอจิก “1”

NAND gate เป็นอุปกรณ์ดิจิทัลที่ให้เอาต์พุตเป็น “1” เมื่ออินพุตใดอินพุตหนึ่งเป็น “0” และจะให้เอาต์พุต “0” เมื่อทุกอินพุตเป็น “1”

EXCLUSIVE OR Gate เป็นอุปกรณ์ที่ให้เอาต์พุตเป็น “1” ก็ต่อเมื่ออินพุตมีลอจิกต่างกันและจะให้เอาต์พุต “0” ก็ต่อเมื่ออินพุตมีลอจิกเหมือนกัน

EXCLUSIVE NOR Gate เป็นอุปกรณ์ที่ให้เอาต์พุตเป็น “0” ก็ต่อเมื่ออินพุตมีลอจิกต่างกันและจะให้เอาต์พุต “1” ก็ต่อเมื่ออินพุตมีลอจิกเหมือนกัน

การทดลอง

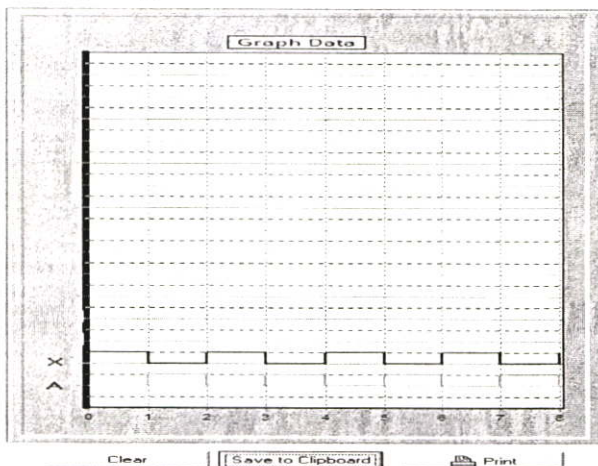
1. เปิดโปรแกรมการทดลอง
2. คลิกเลือกหน้าต่างการทดลองที่ 1 (S1)
3. ทำการเลือกชนิดของลอจิกเกต
4. เลือกอินพุตพอร์ตและเอาต์พุตพอร์ตตามที่ต้องการ
5. คลิกเมาส์ด้านซ้ายมือค้างเพื่อลากเส้นต่อวงจร เมื่อถึงจุดที่ต้องการต่อให้ปล่อยเมาส์ออก เส้นวงจรก็จะต่อให้ ถ้าลากผิดจุดเส้นวงจรจะไม่ต่อให้ต้องลากใหม่

6. ในกรณีที่เลือกอินพุตหรือเอาต์พุตเป็น Internal Port อย่างเดียวให้กดสวิตช์ Main ให้ ON แล้วทำการทดลองโดยกดสวิตช์อินพุตด้านซ้ายของโปรแกรมตามชื่อของสวิตช์ที่เลือก กดหนึ่งครั้งจะเป็นลอจิก “1” กดอีกครั้งเป็นลอจิก “0”
7. ในกรณีที่เลือกอินพุตหรือเอาต์พุตเป็น External Port ให้เลือกพอร์ตคอมพิวเตอร์ที่ใช้ Link ก่อนแล้วค่อยกดสวิตช์ Main ให้ ON แล้วจึงทำการทดลองต่อไป
8. บันทึกผลการทดลองใน Truth Table
9. บันทึกผลการทดลองในส่วนของ Timing Diagram โดยนำมาจากการกด Save to Clipboard ในส่วนของ Timing Diagram แล้วมาวางในช่องว่างได้ข้อความที่ให้บันทึก Timing Diagram

Truth Table of INVERTER Gate

Input	Output
0	1
1	0

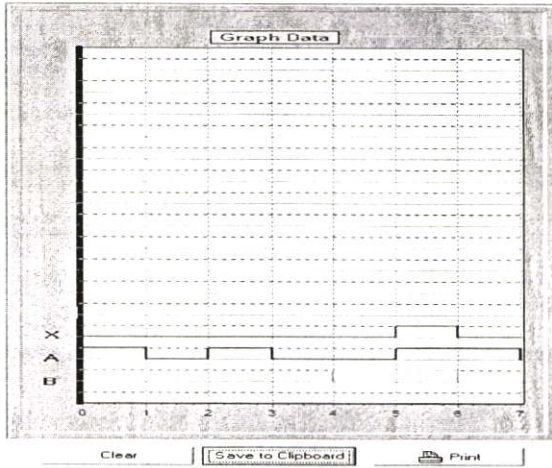
Timing Diagram of INVERTER Gate



Truth Table of AND Gate

Input		Output
B	A	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

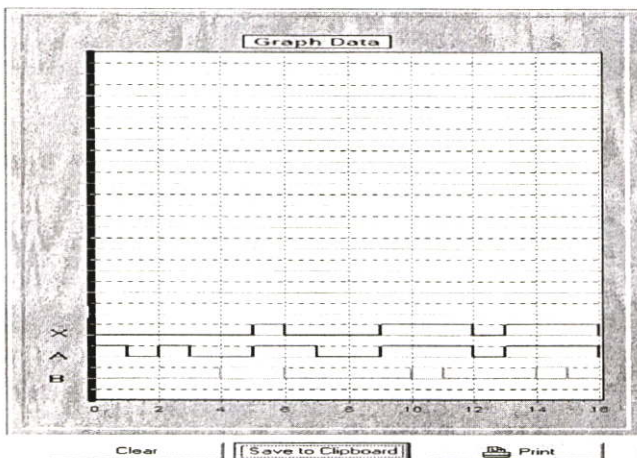
Timing Diagram of AND Gate



Truth Table of OR Gate

Input		Output
B	A	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

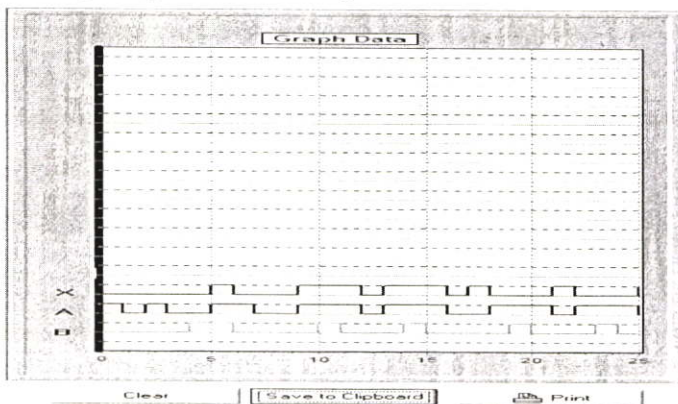
Timing Diagram of OR Gate



Truth Table of NOR gate

Input		Output
B	A	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

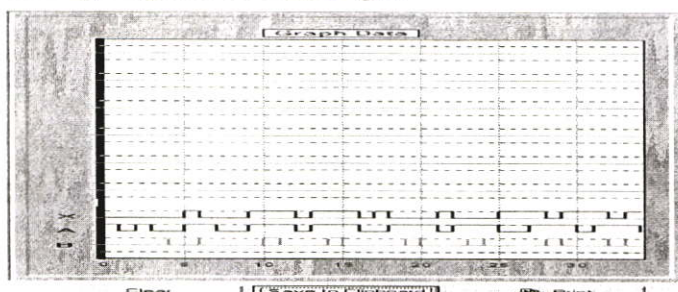
Timing Diagram of NOR gate



Truth Table of NAND gate

Input		Output
B	A	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

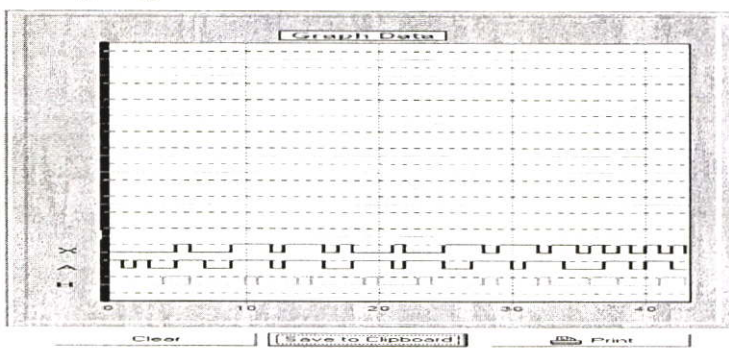
Timing Diagram of NAND gate



Truth Table of EXCLUSIVE OR Gate

Input		Output
B	A	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

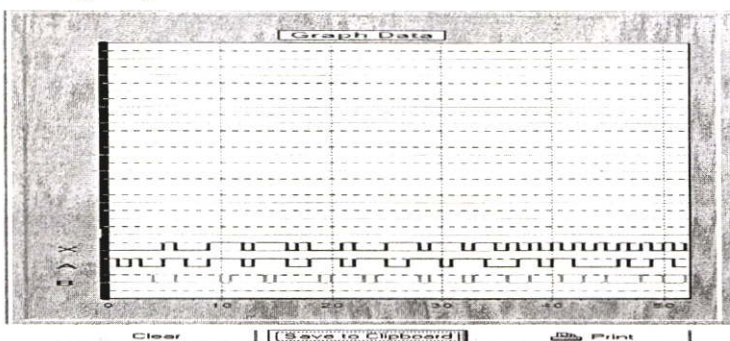
Timing Diagram of EXCLUSIVE OR Gate



Truth Table of EXCLUSIVE NOR Gate

Input		Output
B	A	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Timing Diagram of EXCLUSIVE NOR Gate



สรุปผลการทดลอง

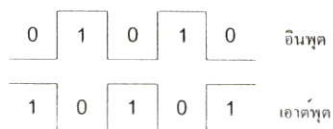
จากการทดลองจะเห็นว่าผลของเอาต์พุตที่ได้จากลอจิกเกตทุกตัวเป็นไปตามทฤษฎีที่กล่าวไว้ทุกประการ

คำถามท้ายการทดลอง

คำตอบ (ให้นักศึกษาพิมพ์คำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียวลงในช่องว่าง)

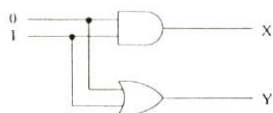
ข้อ 1.	ข้อ 2.	ข้อ 3.	ข้อ 4.	ข้อ 5.
ก	ก	ก	ข	ก

1. ลอจิกชนิดใดที่ให้เอาต์พุตดังรูป



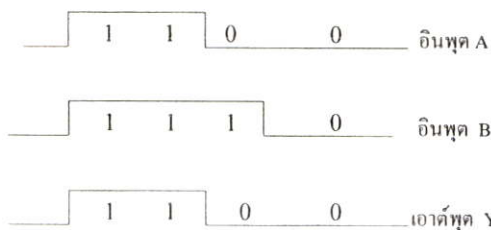
- ก. นอตเกต
- ข. แอนด์เกต
- ค. แนนด์เกต
- ง. ออร์เกต

2. จากวงจรในรูปข้อใดคือวงจรที่ถูกต้องของ X และ Y



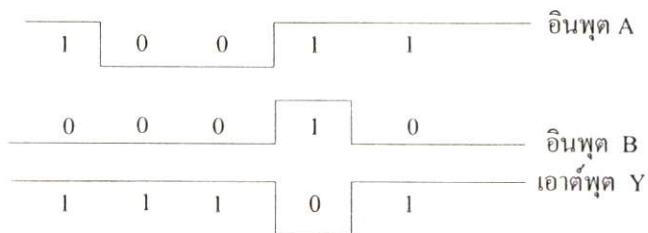
- ก. 0,1
- ข. 1,0
- ค. 1,1
- ง. 0,0

3. รูปคลื่นอินพุตและเอาต์พุตดังรูป คือฟังก์ชันของเกตชนิดใด



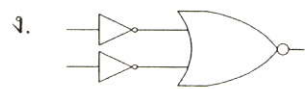
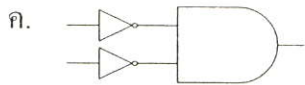
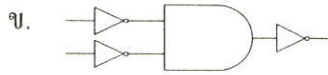
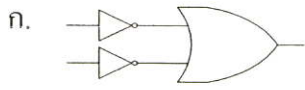
- ก.
- ข.
- ค.
- ง.

4. จากรูปคลื่นเอาต์พุตในรูปคือฟังก์ชันของเกตในข้อใด



- ก.
- ข.
- ค.
- ง.

5. ข้อใดมีฟังก์ชันเหมือนกับแนนด์เกต



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายจงเจริญ คุ้มบุญ
วัน เดือน ปีเกิด	29 มิถุนายน 2518
สถานที่เกิด	8/1 หมู่ 2 ต.บ้านใต้ อ.เกาะพะงัน จ.สุราษฎร์ธานี 84280
ที่อยู่	169 หมู่ 3 บ้านไโฮ่ห่อง ต.ไโฮ่ห่อง อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160 หมายเลขโทรศัพท์ 08-1444-8983
งานอดิเรก	เล่นกีฬา และปลูกต้นไม้
ประวัติการทำงาน	2541-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2531 ประถมศึกษา โรงเรียนชุมชนบ้านใต้ พ.ศ.2534 มัธยมตอนต้น โรงเรียนเกาะพะงันศึกษา พ.ศ.2537 ปวช. สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร พ.ศ.2539 ปวส. สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค สกลนคร พ.ศ.2541 ปริญญาตรี ค.อ.บ.วิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง พ.ศ.2550 ปริญญาโท ค.อ.ม.วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง