



บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ตามหลักสูตร  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

COMPETENCY BASED SKILL TRAINING PROGRAM ON  
SEQUENTIAL LOGIC CIRCUIT



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

รับการใช้งานซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประ  
ทัศน์ ISBN 974-9700-92-8  
ัดดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที

**COMPETENCY BASED SKILL TRAINING PROGRAM ON  
SEQUENTIAL LOGIC CIRCUIT**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL 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**

**2004**

**ISBN 974-9700-92-8**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2004**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
นักศึกษา	นายวิชา โคนิล
รหัสประจำตัว	42064604
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสิทธิ์ ราชตรี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ โดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ สามารถใช้เป็นที่การเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E1/E2 = 80/80$

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 7 หน่วยการเรียนรู้ คือหน่วยที่ 1 เรื่องวงจร Nor Gate S-R Latch หน่วยที่ 2 เรื่องวงจร Nand Gate S-R Latch หน่วยที่ 3 เรื่องวงจร Nand Gate D Latch หน่วยที่ 4 เรื่องวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop หน่วยที่ 5 เรื่องวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop หน่วยที่ 6 เรื่องวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter หน่วยที่ 7 เรื่องวงจร 4 bit Synchronous (ripple) Counter แต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีแบบวัดความสามารถทางการเรียนหลังจบการเรียนรู้แต่ละหน่วย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ มีขั้นตอนดังนี้ วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อย กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามเนื้อหา สร้างแบบวัดความสามารถทางการเรียน โดยการประเมินหาค่าความสอดคล้อง ออกแบบสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ และนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเพื่อปรับปรุงแก้ไข จนได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สมบูรณ์ นำมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยหากแบบวัดความสามารถทางการเรียน  
ภาคปฏิบัติ

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดรายการความสามารถทางการเรียน  
ภาคปฏิบัติ ( Checklist ) ขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานของนักศึกษาใน  
แต่ละหน่วยจนครบ 7 หน่วย และนำผลคะแนนที่ได้มา วิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าความสามารถทาง  
การเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง  
วงจรลอจิกแบบลำดับ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.7 / 89.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้  
 $E1/E2 = 80/80$  สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐาน  
การวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	Competency Based Skill Training Program On Sequential Logic Circuit
<b>Student</b>	Mr. Vicha Tonil
<b>Student ID.</b>	42064604
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Programme</b>	Electrical Communication Engineering
<b>Year</b>	2004
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Surasit Ratre
<b>Thesis Co-Adviser</b>	Assistant Professor Dr. Threraphon Thephasadin Na Ayuthya

## ABSTRACT

This research aimed to find the effectiveness of the competency based skill training program on sequential logic circuit. Its hypothesis was the competency based skill training program on sequential logic circuit could be effectively used as teaching material at the efficiency criteria of 80/80.

The competency based skill training program on sequential logic circuit consisted of seven learning modules : 1) Nor gate s-r latch circuit, 2) Nand gate s-r latch circuit, 3) Nand gate D latch circuit, 4) IC edge-triggered D flip-flop circuit, 5) IC edge-triggered JK flip-flop circuit, 6) 4 bit Asynchronous(ripple) counter circuit, 7) 4 bit Synchronou(ripple) counter circuit. Each module ended with a competency checklist.

The sample of this research were 20 diploma level students at Minburi Technical College selected by a purposive sampling method.

The lesson development consisted of several phases as follow : selecting the lesson content, defining the behavioral objectives according to the contents, constructing the competency checklist module, considering its consistency, designing competency based skill training program, and finally evaluating and improving the competency checklist by the experts. As a result, this competency based skill training program was ready to use with the sample. Finally, the program effectiveness was obtained from the competency checklist .

The reseach data were gathered from the practical competency checklist for evaluating the students work performance in each unit until covering the seven target unit. Then the obtained

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

scores were statistical analyzed by the percentage to find the students' learning achievement in each unit.

The findings were as follows: the competency based skill training program on sequential logic circuit has its efficiency of 87.7/89.27, which was higher than the standard criteria 80/80, This implied that this program could be used as a teaching material effectively.



# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร. สุรสิทธิ์ รัตรี อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือทดลองจนการปรับปรุง ซ่อมอุปกรณ์ต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไข ซ่อมอุปกรณ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาและประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่ ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์มนตรี พรหมเพชร และอาจารย์นิมิตร อมฤทธิวาทา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้แก่ อาจารย์สมบูรณ์ เนิยมกล้า อาจารย์บุญเลี้ยง อบแสงทอง และอาจารย์ชัชชัย วัฒนเบงโสภา ที่กรุณาให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประทานความรู้ ความเข้าใจด้านการศึกษา เทคโนโลยีตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการค้นคว้า และเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ตลอดจนพี่น้องของผู้วิจัยที่ให้การสนับสนุนส่งเสริม ผู้วิจัยตลอดเวลา

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึง ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์อันใดพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิชา โดนิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 หลักสูตรรายวิชาคิจิตอลเทคนิค.....	7
2.2 วงจรซีควีนเซียล.....	9
2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	10
2.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	14
2.5 การวัดและการประเมินผลการศึกษา.....	22
2.6 สถานการณ์จำลองและโปรแกรม WinBreadboard.....	34
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	43
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	43
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	53
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>55</b>
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>59</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	59
5.2 อภิปรายผล.....	61
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	62
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>64</b>
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก. หนังสือราชการ.....	68
ภาคผนวก ข. รายละเอียดผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัดดูประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	72
ภาคผนวก ค. ตารางแสดงการประเมินบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	82
ภาคผนวก ง. แบบวัดความสามารถทางการเรียน.....	85
ภาคผนวก จ. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัดดูประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	132
ภาคผนวก ฉ. แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	154
ภาคผนวก ช. คู่มือการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ.....	159
ภาคผนวก ซ. คู่มือการใช้โปรแกรม WinBreadboard.....	169

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

ประวัติผู้เขียน.....	หน้า 181
----------------------	-------------



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแผนการสอนรายสัปดาห์.....	8
3.1 ตารางแสดงเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น.....	46
4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ แบบอิงเกณฑ์แต่ละหน่วย.....	56
4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ แบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วย.....	57
4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดง Block Diagram ของวงจร Sequential.....	10
2.2 แสดงการวิเคราะห์งาน.....	15
2.3 ภาพแสดงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกันในสถานการณ์จำลอง.....	38
2.4 แสดงรูปแบบโปรแกรมสถานการณ์จำลองแบบเส้นตรงและแบบวัฏจักร.....	39
2.5 แสดงรูปแบบโปรแกรมเหตุการณ์จำลองแบบซับซ้อน.....	40
3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์.....	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนการสอนในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก ทั้งเนื้อหาในรายวิชาและวิธีการสอน แต่สิ่งที่เปลี่ยนแปลงและเห็นได้ชัดคือสื่อการเรียนการสอน ในปัจจุบันมีการนำระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนมากขึ้น สามารถสร้างสื่อการสอนได้หลากหลายรูปแบบ สร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียนด้วยแสง, สี, เสียง และเทคนิคต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม โปรแกรมการพัฒนาสื่อการสอนสามารถนำมาใช้ได้ง่ายอีกทั้งการใช้งานก็ไม่ยุ่งยาก เช่น Macromedia Authorware โดยโปรแกรมดังกล่าวนี้สามารถพัฒนาสื่อการสอนให้อยู่ในรูปแบบแผ่นซีดี หรือ แม้กระทั่งการนำไปใช้ในระบบการเรียนการสอนทางไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย ผู้สอนควรให้ความสนใจในการใช้สื่อการสอนด้วยคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาช่วยพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถของตนเอง และ เพื่อให้เข้าได้กับสังคมในยุคปฏิรูปการศึกษา ทั้งนี้เนื่องด้วยพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวดที่ 9 ว่าด้วยเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาที่ได้กล่าวไว้ในมาตราที่ 65 ดังนี้

มาตราที่ 65 ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านการผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพและประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยมีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในหลายวงการ ไม่จำกัดเฉพาะในวงการธุรกิจและอุตสาหกรรมเท่านั้นแต่จะสามารถประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้ไว้ขอบเขตขึ้นอยู่กับการสร้างสรรค์ขึ้นมา การที่จะใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะต้องใช้บุคคลที่มีความรู้ความสามารถการศึกษาทางด้านคอมพิวเตอร์ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากที่จะตอบสนองในสิ่งเหล่านี้ ดังนั้น ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้าน เทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญที่จะนำไปสู่ความเข้าใจในระบบเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ขั้นสูงได้เป็นอย่างดี

ในการเรียนการสอนการฝึกภาคปฏิบัติก็เป็นวิธีการสอนอีกวิธีหนึ่ง ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ทางภาคทฤษฎีที่เรียนมาแล้ว โดยได้มีการฝึกทดลองปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะในการปฏิบัติ แต่จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย พบว่า ยังมีปัญหาหลายประการด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับปัญหาประการแรกที่ได้จากประสบการณ์การสอนในภาคปฏิบัติเป็นเวลา 20 ปี โดยเฉพาะในรายวิชา ปฏิบัติดิจิทัลเทคนิค ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช 2540 ในหัวข้อเรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ซึ่งเป็นหัวข้อเรื่องที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปใช้ในการเรียนวิชา ไมโคร โพรเซสเซอร์ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ใช้ในการทำงานที่สำคัญของเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่การเรียนวงจรลอจิกแบบลำดับ นั้นมีการทำงานของวงจร ที่สลับซับซ้อนยากต่อการที่นักศึกษาจะทำความเข้าใจเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นเพื่อช่วยให้นักศึกษาสามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างถูกต้องมากขึ้น การจัดแผนการสอนรายวิชา ดิจิทัลเทคนิค ในหัวข้อเรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ จึงจัดให้นักศึกษารู้ถึงวิธีการเขียน Timing Diagram ในการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ แต่ในภาคปฏิบัติจะต้องใช้เครื่องมือวิเคราะห์สัญญาณลอจิก (Logic Analyzer) ซึ่งสามารถวัดสัญญาณในเวลาเดียวกันได้หลายสัญญาณมาช่วยในการวัด Timing Diagram เพื่อให้ นักศึกษาได้เห็นลำดับและความสัมพันธ์ของการทำงานของวงจรที่จุดใดๆ ทั้งเวลาที่ผ่านมาแล้วและเวลาปัจจุบัน แต่ตามรายการครุภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา กำหนดให้มีเครื่องมือชนิดนี้จำนวน 1 เครื่อง จึงไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาที่ทำการทดลองจำนวน 40 คน

ปัญหาประการที่สอง เกิดจากความสูญเสียในการใช้งานประมาทเพื่อซื้อวัสดุฝึก เช่น ไอซีทีทีแอล, ไอซีทีทีแอล เป็นวัสดุฝึกสำคัญที่ใช้ทำการทดลอง ส่วนใหญ่นั้นมักเกิดการเสียหายเป็นประจำ สาเหตุที่ทำให้ไอซีทีทีแอลเหล่านั้นเสียหาย เช่น เกิดจากการที่นักศึกษาเดินสายไฟในการทดลองระหว่างตัวไอซีทีทีแอลกับแผงทดลองไม่ถูกต้องหรือ เกิดจากการที่นักศึกษาติดตั้งตัวไอซีทีทีแอลกลับขั้วลงบนแผงทดลอง หรือเกิดจากการที่นักศึกษาดึงตัวไอซีทีทีแอลออกจากแผงทดลองโดยขาดความระมัดระวัง ดังนั้นจากสาเหตุดังกล่าวนี้ทำให้เกิดการเสียหายทั้งกับตัวไอซีทีทีแอลและแผงทดลอง การแก้ปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาอย่างยิ่งสำหรับอาจารย์ผู้สอนวิชานี้ ผู้ซึ่งมีอัตราส่วนระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับนักเรียนต่างกันมาก อาจารย์ผู้สอนจำเป็นต้องดูแลนักศึกษาอย่างเต็มที่ มิฉะนั้นแล้วจะเกิดการเสียหายต่อวัสดุและแผงทดลองได้

จากปัญหาดังกล่าว จึงทำให้นักศึกษาที่ศึกษาตามหลักสูตรแล้ว ส่วนมากไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ของรายวิชาที่กำหนดไว้ เช่น การต่อวงจรได้อย่างถูกต้อง สามารถแก้ปัญหาก็เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติได้ และมีทัศนคติในการปฏิบัติงานที่ดี ของหัวข้อเรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ในรายวิชา ดิจิทัลเทคนิค ทางเลือกหนึ่งที่ผู้ท้าวิจัยคิดว่าจะแก้ปัญหาดังกล่าวมาทั้งหมดได้ดี คือ การนำเนื้อหาที่ต้องการให้นักศึกษาเกิดทักษะ ไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ หรือเรียกว่า CBST (CBST : Competency Based Skill Training) หมายถึง การฝึกความสามารถของผู้เรียนให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือให้ผู้เรียนเกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียนรู้ (Knowledge) แสดงให้ผู้เรียนดู (Show) จากนั้นให้ผู้เรียนลงมือทำ (Do) ทบทวน (Review) และผ่าน (Pass Through)

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยเน้นให้นักศึกษา ฝึกความสามารถจากการปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะ มีการฝึกทักษะ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีการ จำลองสถานการณ์เหมือนการปฏิบัติงานจริง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิง เกณฑ์เป็นบทเรียนที่แสดงเนื้อหาของวิชาและมีภาพแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน ซึ่งผู้เรียนสามารถ เรียนรู้ขั้นตอนการทดลองได้จากคอมพิวเตอร์ โดยเมื่อจบบทเรียนแล้วจะมีการทดลองปฏิบัติจาก ของจริง และมีแบบวัดความสามารถเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก ความสามารถแบบอิงเกณฑ์

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดเพื่อวิจัยและพัฒนาสื่อการสอน ในรายวิชา ดิจิตอลเทคนิค โดยสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ขึ้น โดยเน้น การฝึกความสามารถของนักศึกษาในการเรียนภาคปฏิบัติให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้น เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถให้กับนักศึกษาก่อนที่จะไปปฏิบัติงานจริงได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ในรายวิชา ดิจิตอลเทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ กรมอาชีวศึกษา

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ

## 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ (Sequential Logic Circuit) ในรายวิชา ดิจิตอลเทคนิค คาดว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E1/E2 = 80/80$

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ โดยสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ (CBST) เรื่องวงจรลอจิก แบบลำดับ ในรายวิชา ดิจิตอลเทคนิค ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่าง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นว่ามีประโยชน์ในการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์ งามอาชีวศึกษา โดยยึดแนวขั้นตอนหลักการออกแบบในขั้นตอนที่ 5 จากคู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST งามพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม พ.ศ.2543 : 55- 59 ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

- 1.4.1 เรียนรู้ (Knowledge)
- 1.4.2 แสดง (Show)
- 1.4.3 ปฏิบัติงานจริง ( Do )
- 1.4.4 ทบทวน (Review)
- 1.4.5 ผ่าน (Pass Through )

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องวงจรลอจิกแบบลำดับ สร้างขึ้นตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 งามอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.5.2 สำหรับเนื้อหาวิชาที่นำมาสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ มีเนื้อหาดังต่อไปนี้

- 1.5.2.1 วงจร Nor Gate S-R Latch
- 1.5.2.2 วงจร Nand Gate S-R Latch
- 1.5.2.3 วงจร Nand Gate D Latch
- 1.5.2.4 วงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop
- 1.5.2.5 วงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop
- 1.5.2.6 วงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter
- 1.5.2.7 วงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter

1.5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิค มีนบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์จำนวนประมาณ 80 คน

3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาที่คัดเลือกจากประชากร โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจงเพื่อใช้ในการทดลองจำนวน 20 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องวงจรลอจิกแบบลำดับ ที่สร้างขึ้นในการวิจัยนี้ จะใช้เพื่อเสริมความรู้ และ เพื่อเตรียมความพร้อม ในการทดลองจริงกับแผงทดลองวงจรดิจิทัล

1.6.2 การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เป็นการสร้างสถานการณ์การปฏิบัติงานจริงตามใบงานการทดลอง

1.6.3 นักศึกษาที่เรียนเสริมด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์วิชา ดิจิตอลเทคนิค เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ จะต้องผ่านการเรียนวิชา ทฤษฎีวงจรพัลส์และสวิตชิง (21051012), วิชา ปฏิบัติวงจรพัลส์และสวิตชิง (21051013), วิชาทฤษฎีวงจรดิจิทัล(21051014), วิชาปฏิบัติวงจรดิจิทัล 1(21051015)

1.6.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลักที่ใช้ในการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ เป็นโปรแกรม ชื่อ Macromedia Authorware รุ่นที่ 5 หรือสูงกว่า

1.6.5 สำหรับการสร้างสถานการณ์จำลอง โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลักจะเรียกโปรแกรมสำเร็จรูปชื่อ Winbreadboard ขึ้นมาทำการทดลองแทนแผงทดลองวงจรดิจิทัล

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ( Competency Base Skill Training : CBST ) หมายถึง สื่อที่ใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการนำเสนอข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำสั่งการสาธิต การปฏิบัติการทดลองและวัดประเมินผลการเรียน เรื่องวงจรลอจิกแบบลำดับ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.7.2 นักศึกษา หมายถึง ผู้ที่ลงทะเบียนเรียน ในรายวิชา ดิจิตอลเทคนิค วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 ประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

1.7.3 ครูฝึก หมายถึง ผู้ทำการควบคุมให้คำแนะนำและเป็นผู้วัดความสามารถในการฝึกปฏิบัติแก่นักศึกษา โดยครูฝึกมีคุณสมบัติเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญเรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ

1.7.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาซึ่งวัดจากความสามารถทางการเรียนจากการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ  $E1/E2 = 80/80$  โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.4.1 E1 = 80 ตัวแรก หมายถึง ความสามารถทางการเรียนของนักศึกษาจากบทเรียนหน่วยย่อย ซึ่งคำนวณจากค่าคะแนนเฉลี่ยที่นักศึกษาทำถูก จากการทำการทดลองในแต่ละใบปฏิบัติงาน โดยคิดเป็นร้อยละ

1.7.4.2 E2 = 80 ตัวหลัง หมายถึง ความสามารถทางการเรียนของนักศึกษาจากบทเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากค่าคะแนนเฉลี่ยที่นักศึกษาทำถูก จากการทำการทดลองในใบปฏิบัติงานทั้งหมด โดยคิดเป็นร้อยละ

1.7.5 แบบวัดความสามารถทางการเรียน หมายถึง แบบวัดความสามารถทางการฝึกภาคปฏิบัติโดยครูฝึกเป็นผู้ทำการวัด

1.7.6 เกณฑ์(อิงเกณฑ์) หมายถึง ระดับความสามารถในการปฏิบัติงาน ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.7.7 ความสามารถทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการฝึกภาคปฏิบัติ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชาดิจิทัลเทคนิค (3105-1008)
- 2.2 วงจรซีเควนเซียล
- 2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
- 2.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์
- 2.5 การวัดและการประเมินผล
- 2.6 สถานการณ์จำลองและ โปรแกรม WinBreadboard
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 หลักสูตรรายวิชาดิจิทัลเทคนิค (3105-1008)

ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ หน้าที่ 17 ได้กำหนดจุดประสงค์รายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ในรายวิชา ดิจิทัลเทคนิค (3105-1008) ไว้ดังนี้

#### 2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจหลักการวิเคราะห์และออกแบบวงจรดิจิทัล การออกแบบ การวัดและทดสอบวงจรดิจิทัลและมีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

#### 2.1.2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรคอมบินเนชัน การลดรูปสมการ วงจรลอจิก, วงจรมัลติเพล็กซ์, ดีโค้ดเดอร์, เอ็นโค้ดเดอร์, คอมพาราเตอร์, วงจรโมโนสเตเบิลและสัญญาณนาฬิกา, ฟลิป-ฟลอป, วงจรนับ, รีจิสเตอร์, บัฟเฟอร์, วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์, โครงสร้างและการทำงานของหน่วยความจำแบบต่าง ๆ , วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลกับแอนะล็อก

ปฏิบัติการทดสอบวงจรดิจิทัลคอมบินเนชันและซีเควนเซียล การประยุกต์ใช้วงจรดิจิทัลในงานวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดเนื้อหาการสอนภาคปฏิบัติของเรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ที่ได้นำมาสร้างเป็น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ จัดอยู่ในเรื่องที่ 4 และ 5 มีเนื้อหาดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแผนการสอนรายสัปดาห์

สัปดาห์ที่	ครั้งที่	เนื้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1-3	1-3	วงจรคอมบินเนชันเบื้องต้น	9
4	4	วงจร โมโนสเตเบิล	3
5	5	วงจรสัญญาณนาฬิกา	3
6-8	6-8	วงจรฟลิปฟลอป	9
9-10	9-10	วงจรรีบ	6
11-12	11-12	วงจรรีจิสเตอร์	6
13-14	13-14	วงจรหน่วยความจำ	6
15-16	15-16	วงจรเปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัล	6
		วัดผล	6
		รวม	54

จากตารางที่ 2.1 เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ จัดอยู่ในเรื่องที่ 4 และที่ 5 ใช้เวลาเรียนปฏิบัติในเรื่องที่ 4 จำนวน 9 คาบ (คาบละ 50 นาที) ต่อ 3 สัปดาห์ และเรื่องที่ 5 จำนวน 6 คาบต่อ 3 สัปดาห์

สัปดาห์ที่ 6-8 เรื่องวงจรฟลิปฟลอป(Flip-Flops) ประกอบด้วย

1. วงจร Nor Gate S-R Latch
2. วงจร Nand Gate S-R Latch
3. วงจร Nand Gate D Latch
4. วงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop
5. วงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop

จุดประสงค์เพื่อ

1. ต้องวงจรและทดสอบการทำงานวงจร Nor Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง
2. ต้องวงจรและทดสอบการทำงานวงจร Nand Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง
3. ต้องวงจรและทดสอบการทำงานวงจร Nand Gate D Latch ได้ถูกต้อง
4. ต้องวงจรและทดสอบการทำงานวงจร IC-Edge-Triggered D Flip-Flop ได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ต่อวงจรและทดสอบการทำงานวงจร IC-Edge-Triggered JK Flip Flop ได้ถูกต้อง
6. เขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง

### ลำดับที่ 9-10 เรื่องวงจรนับ(Counter) ประกอบด้วย

1. วงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter
2. วงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter

จุดประสงค์เพื่อ

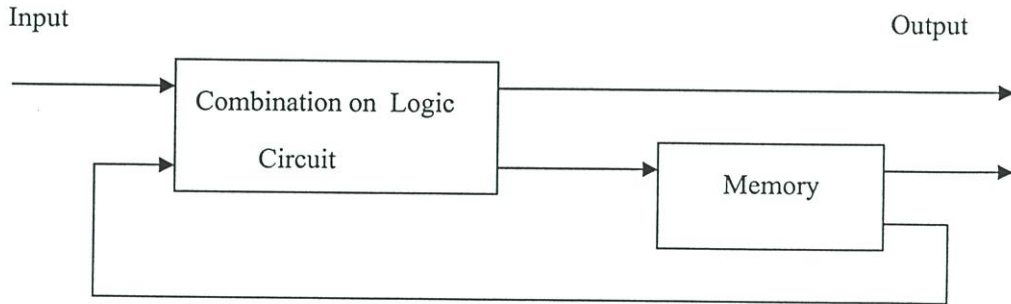
1. ต่อวงจรและทดสอบการทำงานวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง
2. ต่อวงจรและทดสอบการทำงานวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง
3. เขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง

## 2.2 วงจรซีเควนเรียล

หลักพื้นฐานของ ซีเควนเรียล(Sequential) มีความสำคัญกับ การออกแบบวงจรดิจิทัลวงจรซีเควนเรียลหมายถึง ลำดับการปฏิบัติงานต่างๆ ยกตัวอย่างง่ายๆ เช่น การทำงานของลิฟต์ ลิฟต์ประกอบด้วย กลไกซีเควนเรียล เพราะการปฏิบัติงานลำดับต่อไปของมัน จะต้องกำหนดเอาจากสัญญาณเข้า (คือเป็นควบคุมที่มีปุ่มกดให้ไปขึ้นต่างๆ) และสถานะปัจจุบันของลิฟท์ในขณะนั้น(นั่นคือขณะนี้ลิฟท์อยู่ที่ชั้นอะไร) เช่นการกดปุ่มให้ลิฟต์ขึ้นไปชั้น 3 ไม่ใช่ว่าจะมีสัญญาณไปควบคุมให้มอเตอร์หมุนดึงลิฟต์ขึ้นไปเป็นระยะอีก 2 ชั้นเสมอไป แต่การกำหนดสัญญาณควบคุม เพื่อให้การเปลี่ยนสถานะไปสู่สถานะต่อไปนั้นจะต้องกำหนดจากสถานะปัจจุบันว่าขณะนี้ลิฟท์อยู่ที่ชั้นอะไรด้วย เช่นอยู่ที่ชั้น 2 การเปลี่ยนสถานะก็คือดึงลิฟต์ขึ้นไปอีกเพียงชั้นเดียวเท่านั้น ลิฟต์ก็จะอยู่ในสถานะต่อไป ตามที่ต้องการคือไปอยู่ที่ชั้น 3 ดังนั้นลิฟท์จึงต้องมีกลไกที่จะทราบสถานะปัจจุบัน โดยบันทึกหรือจดจำเอาไว้ตลอดเวลาที่ยังไม่มีสัญญาณควบคุมเข้ามา

วงจร Digital ที่ประกอบด้วย Gate แต่เพียงอย่างเดียวนั้นเรียกว่าเป็นวงจรประเภท Combination Logic Circuit วงจรประเภทนี้ Output ของมันที่เวลาใด ๆ จะเป็น Function ของ Input ที่เวลานั้น ๆ เท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ในระบบ Digital จะต้องมียังวงจรเพิ่มเติมที่สามารถใช้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้และยังสามารถทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ( Mathematical ) หรือปฏิบัติการทางด้าน Logic ( Logical Operation ) กับข้อมูลเหล่านั้น ได้อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไปได้ก็คือหน่วยความจำ(Memory) หรืออุปกรณ์ที่เรียกว่า Flip Flop นั่นเอง เมื่อนำ Flip Flop เข้ามาร่วมกับวงจร Combination Logic จะทำให้ Output ของมันที่เวลาใด ๆ เป็น Function ของ Input จากภายนอกที่เวลานั้น ๆ และเป็น Function ของข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำนั้น ๆ ด้วย เราเรียกววงจรประเภทนี้ว่าวงจร Sequential ซึ่งมี Block Diagram ดังแสดงตามรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 Block Diagram ของวงจร Sequential

รูปที่ 2.1 เป็น Block Diagram ของวงจร Sequential ที่ประกอบด้วยวงจร Combination Logic และหน่วยความจำ ซึ่งหน่วยความจำจะถูกต่ออยู่ในลักษณะที่ Output ของมันถูกป้อนกลับ (Feedback) ไปเป็นส่วนหนึ่งของ Input ในวงจร Combination Logic ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำ หรือ Flip Flop ที่เวลาใด ๆ เรียกว่าสถานะ (State) ของวงจร Sequential โดยที่วงจร Sequential จะรับข้อมูลเป็นเลข Binary จาก Input ภายนอกของค่า Input จากภายนอกนี้จะทำให้สถานะของ Flip Flop เปลี่ยนแปลงไปเป็นสถานะใหม่ เราเรียกสถานะของ Flip Flop ก่อนป้อน Input ให้นั้นว่าสถานะปัจจุบัน (Present State เขียนย่อว่า PS) และเมื่อป้อน Input ให้แล้ว สถานะของ Flip Flop ที่เปลี่ยนแปลงไปจะเรียกว่าเป็นสถานะถัดไป (Next State เขียนย่อว่า NS) ถ้ากำหนดให้  $Q_n$  เป็น Output ของ Flip Flop ที่ Present state ดังนั้น  $Q_{n+1}$  ก็จะเป็น Output ของ Flip Flop ที่ Next state

Input จากภายนอกที่ป้อนให้กับวงจร Sequential จะเป็นพวกลักษณะแบบ Pulse หรือแบบ Level ก็ได้ ส่วนสัญญาณนาฬิกา (Clock Pulse, CK) จะเป็นสัญญาณที่ใช้สำหรับควบคุมการเปลี่ยนแปลงสถานะของ Flip Flop และที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ Clock Pulse จะเป็นตัวทำให้ Flip Flop ทุกตัวในวงจร Sequential เปลี่ยนสถานะพร้อมกันได้

## 2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

(คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST, กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543: 3-10) มีรายละเอียดดังนี้

### 2.3.1 ความหมายทั่วไปของชุดฝึกสมรรถนะแบบอิงเกณฑ์

ระบบการฝึกแบบ CBST นั้นจะมีความหมายในตัวของมันเอง กล่าวคือ CBST เป็นระบบซึ่งแต่ละสาขาวิชาจะถูกย่อยลงเป็นทักษะ และความสามารถย่อย ๆ ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติ และมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับระบบการฝึกแบบปัจจุบันที่เน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับองค์ความรู้ โดยสะท้อนผลจากคะแนนที่ได้รับ และแบบทดสอบความรู้ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3.2 ลักษณะของโปรแกรมการฝึกในระบบ CBST

### 2.3.2.1 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียนรู้อะไร

ในการฝึกอบรมระบบ CBST นั้น ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะฝึกตามวัตถุประสงค์ของการฝึกซึ่งจะสอดคล้องและเป็นไปตามหน้าที่การงานในตำแหน่งงาน ในสาขาอาชีพที่ต้องการจะฝึก (โดยปกติแล้ววัตถุประสงค์ของการฝึกที่สามารถปฏิบัติได้ จะเรียกว่า ทักษะความสามารถงาน)

1. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียกว่า กลุ่มเป้าหมาย
2. วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม คือ พฤติกรรมที่ได้รับการเรียนรู้ และสามารถปฏิบัติซ้ำได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้, วัตถุประสงค์ต้องวัดและสังเกตการณ์ได้
3. เจาะใจของการฝึกซึ่งจะถูกใช้ ในการวัดความสำเร็จของวัตถุประสงค์ จะต้องถูกแสดงไว้อย่างชัดเจน
4. ต้องมีการตั้งระดับของความสำเร็จ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วอาจวัดตามเปอร์เซ็นต์ของงานที่เสร็จสมบูรณ์

### 2.3.2.2 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเรียนรู้ได้อย่างไร

การฝึกอบรมในระบบ CBST จะต้องมีการจัดชุดฝึกที่มีคุณภาพและได้รับการออกแบบมาอย่างดี, โดยที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกเป็นศูนย์กลางของการฝึกทั้งหมด ซึ่งสิ่งนี้จะประกอบด้วยสื่อการฝึกและกิจกรรมการฝึกต่างๆ ที่สามารถให้ผู้เข้ารับการฝึกเรียนรู้แต่ละทักษะได้จนครบถ้วนทั้งหมด ซึ่งสื่อการฝึกนั้นๆ จะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงอย่างรอบคอบก่อนนำไปใช้ เป็นต้นว่า

1. บทเรียน / สื่อการฝึกหรือ โมดูลฝึก (module) ถูกพัฒนาหลากหลายรูปแบบ เช่น เอกสารหรือสื่อที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์
2. บทเรียน/สื่อการฝึก (module) ถูกออกแบบมาเพื่อผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถฝึกได้ด้วยตัวเอง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถเริ่ม หยุด เร่ง ทำซ้ำ หรือฝึกให้ช้าลง ได้ตามที่ต้องการ
3. ผู้เข้ารับการฝึกจะฝึกอบรมจาก โมดูลฝึก (training module) ย่อยๆ ก่อนต่อไปเรื่อยๆ เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองและจบการฝึกอบรม โดยการผ่านการทดสอบแต่ละรายการความสามารถที่กำหนดไว้
4. ณ ช่วงเวลาหนึ่งผู้เข้ารับการฝึกจำนวนหนึ่งอาจทำการฝึกหลายๆ ชุดฝึกที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละคนจะได้เรียนรู้องค์ความรู้และทักษะที่แตกต่างกันและมีความก้าวหน้าในการฝึก ไม่เท่ากันโดยขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน
5. ครูฝึกจะคอยให้คำแนะนำ สนับสนุน และ แจ้งผลการฝึกอบรมแก่ผู้เข้ารับการฝึกตลอดเวลาการฝึก เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถทำการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติการขณะที่สำเร็จการฝึกในแต่ละ โมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2.3 เมื่อผู้เข้ารับการฝึก ฝึกตามความสามารถย่อยที่ละอย่าง

ในการฝึกระบบ CBST วัตถุประสงค์การฝึกที่เหมาะสมจะได้รับการจัดเตรียมไว้สำหรับผู้เข้ารับการฝึก รวมทั้งมีการจัดเวลาให้ฝึกอย่างเพียงพอ (ภายในเวลาที่สมควร) เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถเรียนรู้ความสามารถย่อยต่างๆ หรือกลุ่มของความสามารถย่อยนั้นๆ ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ก่อนที่จะเข้าไปฝึกชุดฝึกต่อไป วิธีการดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความยืดหยุ่นสูง ทั้งนี้ครูฝึกจะไม่มีคามจำเป็นที่จะต้องบรรยายให้กับ กลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอีกต่อไป

### 2.3.2.4 ทำไมต้องประเมินผลของผู้เข้ารับการฝึก

ในระบบนี้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลจะถูกฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์หลัก, วัตถุประสงค์ย่อย หรือทักษะความสามารถย่อยต่างๆ ให้มีความเชี่ยวชาญในระดับสูงและการฝึกปฏิบัติต่างๆ จะทำในสภาพแวดล้อมที่คล้ายการทำงานในสถานประกอบการจริง, เมื่อผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามวัตถุประสงค์แล้วจึงสามารถผ่านขึ้นไปยังวัตถุประสงค์ต่อไปได้ ระบบการประเมินผลนี้แตกต่างจากระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งใช้การประเมินผลแบบรวมทั้งชั้น, ในระบบ CBST นั้นการประเมินผลจะทำโดยเทียบกับบรรทัดฐานที่ตั้งไว้ด้วยตัว

## 2.3.3 การฝึกแบบ CBST มีประโยชน์ที่สำคัญ คือ

### 2.3.3.1 ฝึกอบรมให้ตรงกับความต้องการของแต่ละคน

เป็นที่เข้าใจกันมานานแล้วในหมู่นักการศึกษาว่า การฝึกอบรมให้ตรงกับความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนเป็นสิ่งที่สำคัญ หากแต่ครูฝึกยังคงเคยชินกับวิธีการฝึกแบบดั้งเดิมโดยใช้การบรรยายและการสั่งงานเป็นกลุ่ม จึงทำให้ความพยายามของผู้ที่เริ่มต้องล้มเหลวไป อย่างไรก็ตามการฝึกอบรมในหลายๆ ศูนย์และสถาบันการฝึกได้มีการเปลี่ยนแปลงไปสู่การฝึกตามความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกและการฝึกโดยให้ผู้เข้ารับการฝึกรับผิดชอบการฝึกของตนเอง หลักสูตรการฝึกได้ถูกแตกออกเป็นทักษะหรือความสามารถย่อยหลักๆ และเรียบเรียงเข้าเป็นชุดหรือ โมดูลที่ผู้เข้ารับการฝึกสามารถฝึกได้ด้วยตัวเองตามความสามารถย่อยที่สัมพันธ์กันในแต่ละระดับของวัตถุประสงค์ การฝึกและประสบผลสำเร็จตามความสามารถหรือทักษะที่ได้กำหนดไว้ได้ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในองค์กร ทำให้การนำเสนอและการเก็บข้อมูลของระบบ CBST ง่ายขึ้น ในเวลานี้การเพิ่มเติมเสียงและรูปภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์และสื่อผสม (Multimedia) เข้ามาร่วมในการฝึกสร้างความตื่นตื้นสนใจให้กับผู้เข้ารับการฝึกอย่างไม่เคยเป็นมาก่อน

### 2.3.3.2 ลดต้นทุน

ในขณะที่ค่าใช้จ่ายของการให้ครูฝึกยืนสอนหน้าชั้นเรียน เพื่อสอนผู้เข้ารับการฝึกทั้งกลุ่มเพิ่มขึ้นค่าใช้จ่ายของชุดฝึกที่เป็นสิ่งพิมพ์และสื่อการฝึกที่ใช้คอมพิวเตอร์นั้นลดลงก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่นานการฝึกอบรมเป็นรายบุคคลและการฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์มีค่าใช้จ่ายที่สูงเกินกว่าที่จะนำมาใช้ในองค์กรขนาดเล็กหรือกลางจึงมีเพียงองค์กรขนาดใหญ่เท่านั้นที่ใช้ หากแต่ในขณะนี้การฝึกอบรมเป็นรายบุคคล โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายต่ำเมื่อเทียบกับการฝึกโดยใช้ครูฝึก ความต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายของการฝึกลงทำให้องค์กรต่างๆ หันมาใช้ระบบการฝึกแบบ CBST และ CBT การฝึกโดยระบบนี้มีประโยชน์สูงในการลดค่าใช้จ่ายลงโดยเฉพาะเมื่อต้องฝึกคนจำนวนมากและผู้เข้ารับการฝึกกระจายอยู่ในพื้นที่ต่างๆ

### 2.3.3.3 ปรับปรุงคุณภาพการฝึก

การฝึกอบรมระบบ CBST และ CBT ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างมีคุณภาพนั้น ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าก่อให้เกิดผลสำเร็จมากกว่าการให้ครูฝึกยืนสอนหน้าชั้น ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากการออกแบบสื่อการสอนให้มีความละเอียด และการนำเสนอที่สอดคล้องต่อเนื่องกัน ตลอดทั้งชุดฝึกการฝึกระบบ CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกทุกคนได้รับการฝึกอบรมที่มีคุณภาพสูงเท่า ๆ กันตลอดการฝึก ซึ่งระบบการฝึกอบรมโดยให้ครูฝึกที่มีประสบการณ์ ความสามารถ และแรงจูงใจ แตกต่างกับยืนสอนหน้าชั้น ไม่สามารถทำได้ ในกรสอนเป็นกลุ่มจะมีผู้เข้ารับการฝึกเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่จะสามารถเรียนรู้ทักษะความสามารถได้ทั้งหมด หากแต่อีกหลายคนจะผ่านการฝึก โดยที่เรียนรู้ทักษะเพียงบางอย่างเท่านั้น และ ยังมีอีกส่วนใหญ่ที่ไม่สามารถผ่านการทดสอบได้ และต้องออกจากการฝึกไป ระบบการฝึก CBST เป็นระบบที่ไม่มีกักการเข้าออกจากระบบซึ่งให้อิโภาสผู้เข้ารับการฝึกทุกคนเรียนรู้ทักษะโดยหลายวิธีการ เช่น การติดตามผลการฝึกของตัวเองหรือการทบทวน แก้ไขจุดบกพร่องจนกว่าจะสามารถผ่านเกณฑ์ทักษะได้

### 2.3.3.4 เก็บและแก้ไขข้อมูลได้ง่าย

ความยุ่งยากที่เพิ่มขึ้นมาของการที่ผู้เข้ารับการฝึกพัฒนาเร็วไม่เท่ากัน การที่ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนทำการฝึกทักษะที่ต่างกัน รวมเข้ากับการที่ผู้เข้ารับการฝึกสามารถเข้าและออกจากโปรแกรมการฝึกอย่างอิสระก่อให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องมียระบบการเก็บข้อมูลแบบใหม่ ระบบซึ่งจะสามารถติดตามการฝึกทักษะที่ซับซ้อนทุกขั้นตอน CBST สามารถจัดเก็บข้อมูลของผู้เข้ารับการฝึกได้อย่างเป็นระบบและสามารถปรับเปลี่ยนได้ง่าย จึงเป็น การดีสำหรับการติดตามผลของผู้เข้ารับการฝึก ไม่ว่าจะป็นในรูปแบบของเอกสาร หรือในระบบคอมพิวเตอร์

### 2.3.3.5 ศูนย์ทรัพยากร แหล่งอุปกรณ์การเรียนรู้

ในขณะที่ระบบ CBST ได้ถูกปรับเข้าไปใช้ในสถาบัน/ศูนย์การฝึกอบรมทักษะฝีมือ บทบาทของการให้คำแนะนำและการชี้แนวทางจะมีมากขึ้น การประเมินผลอาชีพและการให้คำปรึกษาในเรื่องงานจะมีความสำคัญต่อการเลือกงานหรืออาชีพ นอกจากนี้ก็ยังคงมีการขยายทางเลือกเพื่อการฝึกอบรมฯ ให้กับผู้เข้ารับการฝึก เมื่อคำนึงถึงความเปลี่ยนแปลงนี้แล้วก็จะเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าครูฝึกอาจมีงานเพิ่มขึ้นมาก เพราะฉะนั้น ศูนย์ทรัพยากร แหล่งอุปกรณ์ การเรียนรู้จึงได้รับการจัดตั้งขึ้นภายในองค์กรเพื่อที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและวัสดุการฝึกต่าง ๆ สำหรับเหล่าครูฝึก

## 2.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

(คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. 2543 : 11-89) การออกแบบการฝึก / การสอน แบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

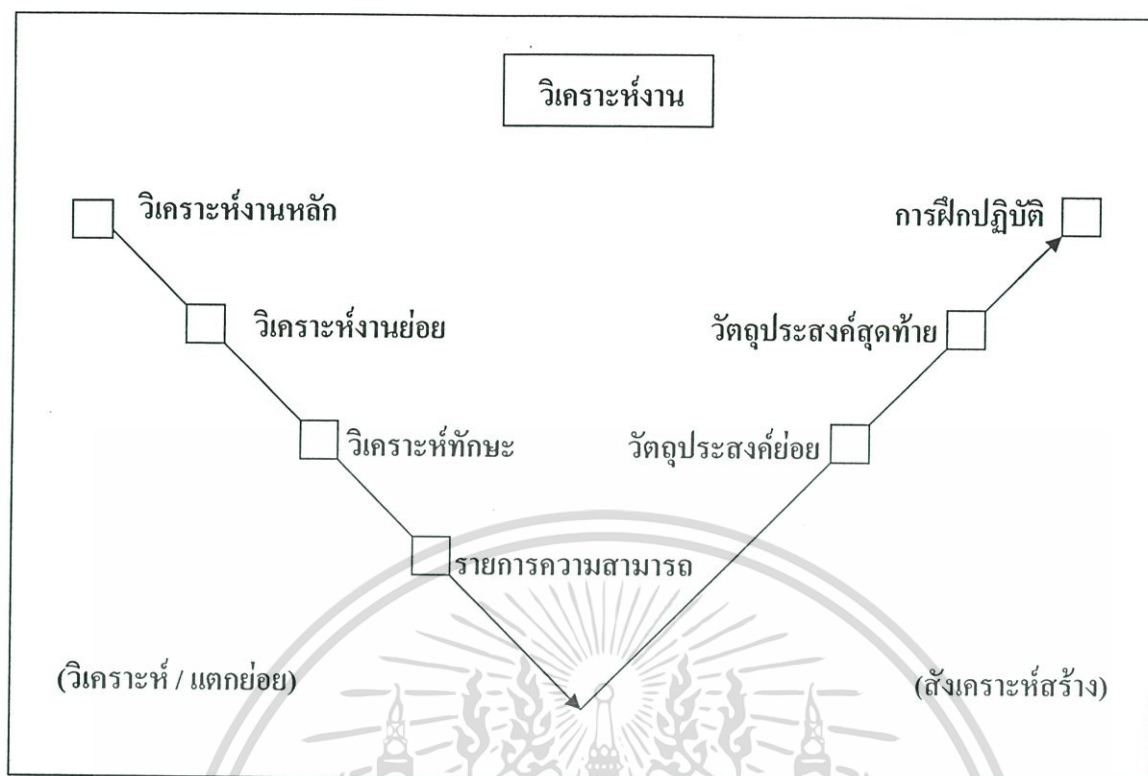
### ขั้นตอนที่ 1 กำหนดคุณสมบัติผู้เข้ารับการอบรม

ก่อนที่จะพัฒนาชุดการฝึกของระบบ CBST ผู้ที่ทำการพัฒนาจะต้องทราบถึงลักษณะเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึกเป็นสำคัญแล้วใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับการออกแบบ / พัฒนา

1. อายุ, เพศ, ประสบการณ์, ระดับการศึกษา
2. ระบุพฤติกรรมของผู้รับการฝึก เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์, การอ่าน ฯลฯ
3. ความรู้พื้นฐานทางช่าง
4. ขนบธรรมเนียม วัฒนธรรม

### ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์งานและการพัฒนาระดับชั้นของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. วิเคราะห์และย่อยเนื้อหาของหลักสูตรออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ ในลักษณะของรายการความสามารถที่ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องแสดงและทำให้ได้โดยประจักษ์ตรงตามทักษะที่ตนเองต้องการจะฝึกและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด
2. การสร้างอุปกรณ์การฝึกอบรมให้เหมาะสมกับรายการความสามารถ เพื่อใช้ในการฝึกอบรม ขั้นตอนนี้จะมีส่วนสำคัญมาก เพราะการออกแบบสื่อการสอนที่ดี จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความสนใจที่จะฝึก ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ภาพแสดงการวิเคราะห์งาน (Job Analysis)

### ขั้นตอนที่ 3 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึก

1. การเขียนวัตถุประสงค์ของการฝึกว่าผู้เข้ารับการฝึกนั้นจะสามารถเรียนรู้และกระทำอะไรได้บ้าง โดยการเขียนต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 ผู้เรียน / ผู้ที่จะเข้ารับการฝึก กำหนดกลุ่มเป้าหมายของผู้ที่จะเข้ารับการฝึก

1.2 พฤติกรรม ให้ทำการระบุพฤติกรรมที่ผู้เข้ารับการฝึก ควรจะมีหลังจากที่สำเร็จการฝึกตามโมดูลแล้ว การระบุควรทำโดยใช้คำที่แสดงถึงกิริยาที่เหมาะสม

1.3 เงื่อนไขสำหรับประเมินผล ต้องระบุเงื่อนไขที่ใช้ในการประเมิน

1.4 ระดับชั้น บ่อยครั้งที่ผลการปฏิบัติการของผู้เข้ารับการฝึกจะผ่านเกณฑ์ที่ใช้ได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นข้อความที่แสดงถึงระดับชั้นจะต้องระบุจำนวนและคุณภาพของงานที่ฝึกด้วย

2. เขียนวัตถุประสงค์หลัก และ วัตถุประสงค์สุดท้ายที่จะจัดกลุ่มความสามารถย่อยต่างๆเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขอบเขตของการเรียนรู้ของวัตถุประสงค์แต่ละข้อควรได้รับการระบุไปพร้อมกับ ทักษะบังคับพื้นฐานต่างๆที่ผู้เข้ารับการฝึกจำเป็นต้องทำสำเร็จก่อน เพื่อที่จะทำการสาธิตความสามารถย่อยต่างๆ

4. วัตถุประสงค์สามารถได้รับการระบุโดย 2 วิธีดังต่อไปนี้

4.1 ระบุถึงชนิดของวัตถุประสงค์โดยเรียงขึ้นไปตามลำดับที่สำคัญขึ้นไป เช่น ทักษะการใช้ภาษา การสร้างความสามารถแยกแยะแนวความคิด การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินผลและการแก้ปัญหา

4.2 ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ เช่น ความรู้ ความเข้าใจหรือการนำมาปฏิบัติ

**ขั้นตอนที่ 4 จัดทำข้อสอบเพื่อวัดระดับความสำเร็จและความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกสำหรับวัตถุประสงค์หลัก และวัตถุประสงค์สุดท้าย**

1. ตัววัดผลเชิงพฤติกรรมหรือ การปฏิบัติการต้องได้รับการระบุและแสดงเป็นรายลักษณะอักษร เพื่อที่จะสร้างมาตรฐานการปฏิบัติ สำหรับวัตถุประสงค์หลักต่าง ๆ , ซึ่งสามารถนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเข้ารับการฝึกแบบทดสอบหลังการฝึกตามโมเดลนั้น ๆ ได้อีกด้วย

2. ท่านต้องจัดทำแบบทดสอบซึ่งจำลองเอาตัวอย่างของการปฏิบัติหลังฝึกสำเร็จที่เกี่ยวข้องทุก ๆ กลุ่มงานย่อย

3. การเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือ การปฏิบัติการ และข้อความที่ใช้ในการอธิบายวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องทำให้สังเกตเห็นถึงความเกี่ยวข้องกัน

4. จัดส่งแบบทดสอบสำหรับ โมเดล โดยรายงานไว้ในรายงานการออกแบบ  
ขั้นสูง

**ขั้นตอนที่ 5 ใช้แบบจำลองการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายผู้เข้ารับการฝึก ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้**

1. เรียนรู้ (Know) ในขั้นตอนแรกของรูปแบบชุดการฝึก ควรจะให้ครูฝึกหรือใช้โปรแกรมการเรียนรู้ด้วยตัวเองสอนข้อมูลหรือหลักการที่สำคัญก่อน ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญ เช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐานซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานก่อนที่จะสามารถก้าวขึ้นไปเรียนรู้ทักษะขั้นสูงขึ้นไป ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องเรียนรู้และสามารถใช้คำศัพท์เฉพาะได้อย่างถูกต้องและมีความคิดพื้นฐานที่ถูกต้องในการกล่าวถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แสดง (Show) ครูฝึกหรือโปรแกรม CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจข้อมูลที่ได้ทำการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น โดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสมหรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่าง การแสดง (Show) ตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ในระยะยาว หากว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถเชื่อมโยงข้อมูลใหม่ ๆ เข้ากับสิ่งที่คุ้นเคยหรือสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วก็จะจดจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

3. ปฏิบัติ (Do) ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูฝึกหรือสื่อการสอนระบบ CBST หยุดทำการสอนหากแต่ให้ผู้เข้ารับการฝึกควบคุมตัวเอง ภาคปฏิบัติ (Do) เป็นส่วนของการฝึกหัดทำซึ่งจะให้ผู้รับการฝึกนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้น การแก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในภาคปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติที่ได้ตั้งไว้จะต้องถูกนำมาปฏิบัติขณะที่ครูฝึก ทำการสังเกตการณ์ว่าผู้เข้ารับการฝึกสามารถปฏิบัติได้ตามที่กำหนดหรือไม่

4. ทบทวน (Review) การทบทวน (Review) จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติของเขา ระหว่างการฝึกปฏิบัติผู้เข้ารับการฝึกจะรู้ว่าการปฏิบัติของเขาช่วงใดกระทำได้อย่างถูกต้องและช่วงใดที่จะต้องได้รับการปรับปรุงการที่ได้นำทักษะต่าง ๆ มาปฏิบัติจริงและได้รับผลตอบสนองของการปฏิบัตินั้น ๆ ในทันทีที่สามารถช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดีได้ หลังจากให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ผลตอบสนองแล้ว ควรให้มีการปฏิบัติทักษะนั้น ๆ ซ้ำจนกว่าจะทำได้ถูกต้องทั้งหมดและมีความมั่นใจในตัวเอง

5. ผ่าน (Pass Through) โปรแกรมการพัฒนาฝีมือแรงงานหลายโปรแกรมจำเป็นต้องมีการทดสอบ และออกวุฒิบัตรผู้เข้ารับการฝึกต้องสามารถแสดงการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ อย่างถูกต้อง โดยไม่มีครูฝึกคอยแนะนำการผ่านหลักสูตรเป็นขั้นตอนสุดท้ายของโมเดลการเรียนรู้ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกจะได้รับแบบทดสอบการปฏิบัติการและรับวุฒิบัตรว่าสามารถ แสดงถึงทักษะได้อย่างถูกต้องแล้วหากว่าผู้เข้ารับการฝึกไม่สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐานที่วางไว้เขาจะต้องกลับไปสู่วงจรการฝึกหรือสื่อการเรียนต่าง ๆ เพื่อศึกษาให้มากขึ้นเพื่อที่จะเตรียมตัวสอบการปฏิบัติให้ผ่านอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 6 รูปแบบของการจัดวางหน้ากระดาษ สื่อการนำเสนอและหน้าจอของโมดูล CBT

สำหรับ รูปแบบของหน้าจอ (CBT Screen Design) จะต้องถูกสร้างขึ้นมาจากหลักการดังนี้

1. จุดเน้นของความคิดรวบยอด (Focus on Key Concept) แนวความคิดของการออกแบบอยู่บนพื้นฐานการเรียนรู้ ออกแบบให้ได้จุดเน้นของแต่ละสาขาวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทุกอย่างจะต้องเป็นเหตุเป็นผลกัน (Logical) การออกแบบจะต้องชัดเจน มีแรงจูงใจในการอ่านนำติดตามตั้งแต่ต้นจนจบ
3. ความสอดคล้องถูกต้อง (Consistency) ของเนื้อหาสาระในการให้ความรู้ ถูกต้องคงเส้นคงวาตามหลักการเรียนรู้
4. อ่าน ฟัง ดู ง่าย (Easy to Watch, to read and to Listen) การให้เนื้อหาที่ชัดเจนอ่านง่ายขนาดของตัวอักษรยึดหลักในการมองเห็น
5. ง่ายต่อการติดตาม (Navigator) มีเครื่องหมายหรือบอกทางที่ง่าย และชัดเจน
6. ภาพประกอบ (Illustration) ภาพประกอบที่เป็นภาพถ่าย ภาพลายเส้น จะต้องถูกต้องตามเนื้อหาสาระและใช้มีสื่อภาพถ่ายทำหรือสร้างจากคอมพิวเตอร์
7. มีการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ใช้การตอบสนองการเรียนรู้ของกลุ่มผู้รับการฝึกและการเรียนแบบสองทางออกแบบให้โต้ตอบกันกับสื่อสิ่งพิมพ์
8. การทดสอบและผลการตอบสนอง (Testing and Feedback) จะต้องมีการทดสอบที่เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันทั้งระบบ
9. การจัดการกับฐานข้อมูล (Databases Management) ฐานข้อมูลเป็นส่วนเก็บข้อมูลทุก ๆ ด้านของระบบการฝึก CBST
10. ฉากหลัง (Backgrounds) จะถูกออกแบบโดยมีสื่อภาพให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาชีพนั้น ๆ
11. ความสุนทรีย์ (Aesthetic Treatment) จะต้องมีความงดงามตามความเหมาะสมในหลักการออกแบบในเรื่องของความงามที่ผู้รับการฝึก การเรียนพอใจและกระตุ้นให้ต้องการที่จะรับการฝึก
12. การให้เสียงบรรยาย (Narration) จะต้องจัดหาผู้ที่มีความสามารถในการบรรยายที่เป็นสื่อภาพให้เสียงที่ชัดเจนเหมาะกับวิชาชีพนั้น ๆ
13. เสียงดนตรี (Music) ประกอบเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและได้เอกลักษณ์ของวิชาชีพนั้น ๆ

### ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้

ทุกวันนี้เราอยู่ในยุคของโลกดิจิทัล ศตวรรษหน้าจะเป็นช่วงที่การค้าการสื่อสารและการฝึกอบรมจะถูกบรรจุในอินเทอร์เน็ต แหล่งการฝึกต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นและจัดเก็บเป็นข้อมูลตัวเลขและเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อให้ใช้งาน โมดูลที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการฝึกก็ต้องตอบสนองกับความต้องการนี้ด้วย ระหว่างที่ออกแบบหลักสูตรการฝึกควรจัดระบบให้ดี เพื่อที่จะโยงข้อมูลต่าง ๆ เข้าหากันและจัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ หลาย ๆ คำที่เขียนขึ้นในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบสามารถนำมาใช้ซ้ำ ๆ ระหว่างการพัฒนาและภาพเคลื่อนไหว กราฟฟิกและเสียงต่าง ๆ ควรถูกจัดเก็บลงในคอมพิวเตอร์ให้ดียิ่ง

### ขั้นตอนที่ 8 ควรออกแบบโมดูลให้สร้างสรรค์และสวยงาม

1. การสร้างชุดฝึกยังไม่เป็นการเพียงพอ การพัฒนาชุดฝึกให้มีความสวยงามก็มีความสำคัญเช่นกัน
2. เราควรที่จะเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบที่จำเจและใช้ความคิดสร้างสรรค์ เช่น สร้างภาพการ์ตูนที่เป็นเอกลักษณ์ ใช้เป็นตัวเล่าเรื่องเสนอในบทนำ
3. ในการสร้างโมดูลพยายามให้ลักษณะนิสัยของผู้รับการฝึกเข้ามามีส่วนร่วม ในการพัฒนาสถานการณ์ที่น่าสนใจ เช่น สร้างภาพเคลื่อนไหวที่เป็นเอกลักษณ์ ใช้ในการฝึกปฏิบัติ
4. ในบางครั้งก็สามารถใช้วิดีโอของตัวแทนหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีอำนาจหน้าที่ ในการนำเสนอหลักสูตร
5. หลายครั้งที่การเปลี่ยนแปลงจะต้องใช้คำเฉพาะ, ใช้กราฟฟิก, และสีสรรต่าง ๆ เพราะฉะนั้นจึงควรพยายามหาวิธีการที่น่าสนใจ เพื่อช่วยให้ผู้รับการฝึกเรียนรู้ทักษะที่ถูกสอน
6. ควรให้ผู้รับการฝึกมีส่วนร่วม ในสิ่งที่น่าสนใจและน่าจดจำบ่อย ๆ วัตถุประสงค์อย่างหนึ่งของการสร้างหลักสูตรคือการก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ของสื่อกับผู้ใช้นี้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 9 ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเข้ามามีส่วนร่วมหรือใช้หลักสูตรที่มีอยู่แล้ว ในการสร้างหลักสูตรเพื่อการถ่ายทอดจุดประสงค์การปฏิบัติการหรือความสามารถย่อย

ผู้ออกแบบหลักสูตรอาจไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ เพราะฉะนั้น ขั้นตอนที่ 8 ควรแล้วเสร็จพร้อมกับขั้นตอนที่ 9 และอาจเป็นประโยชน์ที่จะร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น (Subject matter expert : SME) ในการเรียนหลักสูตรที่ละหน้า, ในการสร้างโมดูลท่านต้องทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะนำเสนอหลักสูตรที่มีความแม่นยำผู้เชี่ยวชาญจะรู้ว่า สิ่งใดจะต้องได้รับการเรียนรู้ และท่านต้องจัดทำกราฟฟิกในลักษณะที่ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ได้ หน้าที่ของท่านคือ ตัดสินใจว่า จะนำเสนอหลักสูตรในรูปแบบใด และทดสอบผลลัพธ์อย่างไร โดยร่วมกับผู้ที่เชี่ยวชาญท่านสามารถพัฒนาการนำเสนอหลักสูตรที่น่าสนใจ, ที่ประสิทธิภาพ, ประสิทธิผล และแม่นยำได้ หากแต่ควรจะมีการคาดการณ์ถึงองค์ประกอบ โมดูลการฝึก ซึ่งอาจจะล้ำสมัย หรือจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขั้นตอนที่ 10 การจัดทำแบบร่างของโปรแกรมการฝึก : สิ่งพิมพ์, สื่อนำเสนอ หรือบน แบบหน้าจอคอมพิวเตอร์ของ CBT โมดูล

1. การจัดทำเอกสารสื่อการนำเสนอ ซึ่งรวมถึง คู่มือครูฝึก, คู่มือผู้เข้ารับการฝึก, เอกสารทดสอบ, วัสดุนำเสนอ, ตารางการฝึกของผู้เข้ารับการฝึก
2. ดันแบบรูปหน้า
3. การจัดทำวัสดุฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งนำสื่อผสมมาร่วมในการนำเสนอ

## ขั้นตอนที่ 11 จัดทำแบบร่างโมดูลชุดฝึกในรูปแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ เข้ารับการฝึกและโครงการ

ควรทำแบบจำลองของโมดูลชุดฝึกให้เสร็จสิ้นเสียก่อน แผนร่างของวัสดุการฝึกคือ ผลผลิตที่สำเร็จ สามารถปฏิบัติได้ และมีรูปแบบเป็นทางการ แต่อาจจะยังไม่ได้รับการขัดเกลาเพียงพอและอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลง แต่ทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูลนี้ ต้องได้รับการนำเสนอ และจะทำให้เสร็จสิ้น ไม่ควรที่จะมีเนื้อหาสำคัญที่หายไป ในกรณีของชุดฝึกที่ใช้คอมพิวเตอร์ (CBT) โปรแกรมต่าง ๆ ต้องสามารถทำงานได้เต็มที่ และไม่ควรมีไวรัสคอมพิวเตอร์ (bug free) ใดๆ ที่จะก่อให้เกิดปัญหาให้กับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะไม่มีความรู้ในด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน

## ขั้นตอนที่ 12 การควบคุมคุณภาพของชุดฝึก

การประเมินผล ไม่ใช่การกระทำที่จะเกิดขึ้นครั้งเดียวจบ แต่ควรจะมาจากการวางแผนที่ดีและมีระบบ เพื่อที่จะตรวจสอบทุก ๆ องค์ประกอบของโมดูล ท่านจะต้องให้เวลากับบุคลากรนอกเหนือจากผู้ออกแบบ หรือผู้เขียนที่จะตรวจสอบทุก ๆ หน้ากระดาษ หรือจอภาพของโปรแกรม เพื่อหาข้อผิดพลาดหรือใจความที่ขาดหายไปอย่างเพียงพอ ไม่เช่นนั้นแล้วชุดฝึกอาจไม่ดีพอ ท่านอาจต้องการจำลองการใช้ชุดฝึกจริงของผู้เข้ารับการฝึก โดยทำตามคำสั่งต่าง ๆ ในโมดูลทุก ๆ สาขาของโปรแกรม และควรมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ที่ดีหรือไม่ เพื่อที่จะรับรองได้ว่าผู้เข้ารับการฝึกจะสามารถใช้ชุดฝึกได้ดีในทุก ๆ กรณี ยิ่งแบบร่างชุดฝึกก่อนการทดสอบใกล้เคียงกับผลสำเร็จสุดท้ายของชุดฝึกจริงมากเท่าไรผลตอบสนองที่จะได้จากการทดสอบก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้นหลังจากนั้นควรส่งโปรแกรมให้กับผู้เข้ารับการฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ขั้นตอนที่ 13** จัดเก็บข้อมูลการใช้ชุดฝึกจำลองของผู้เข้ารับการฝึก และผลการปฏิบัติ โดยเทียบกับวัตถุประสงค์การปฏิบัติการเพื่อจัดทำารแก้ไขปรับปรุงชุดฝึก และจัดทำแบบร่างสุดท้าย

ทำการทดสอบ โมดูลกับตัวแทนกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกเพื่อหาข้อผิดพลาดและดูว่าโมดูลใช้งานได้ดีแค่ไหนในระบบการฝึก ควรจะมีการจัดให้มีเจ้าหน้าที่ทำการสังเกตการณ์ระหว่างการทดลอง และเจ้าหน้าที่เหล่านี้ ควรมีอิสระในการหาความไม่ต่อความไม่ต่อเนื่องของชุดฝึกหรือความผิดพลาดของข้อมูลเจ้าหน้าที่ควรตั้งใจสังเกตการณ์ เพื่อที่จะระบุได้ว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ บ้างในการที่จะจัดทำแบบร่างสุดท้ายที่มีคุณภาพ แบบประเมินผลควรได้รับการจัดส่งไปพร้อมกับชุดทดลองฝึกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ผลลัพธ์ของข้อสอบท้ายหลักสูตรควรได้รับการบันทึกไว้ด้วย ประสิทธิภาพของชุดฝึกจะต้องได้รับการทดสอบเพื่อหาว่ามีส่วนใดซึ่งยังไม่ดีพอหรืออาจทำให้ผู้เข้ารับการฝึกสับสนได้ มีแบบทดสอบใดหรือไม่ที่ไม่มีความเป็นกลาง สับสนหรือผิดพลาดแบบการประเมินผลนี้จะสามารถให้ข้อมูลในการที่จะปรับปรุงชุดฝึกและจัดทำแบบร่างสุดท้าย ข้อมูลที่ได้จากโครงการนำร่องนี้ไม่ได้ถูกตั้งเป้าหมายให้นำมาใช้ในการวิเคราะห์สถิติ หากแต่จะใช้สำหรับการปรับปรุงแก้ไขเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงไม่ควรจะกังวลเกี่ยวกับขนาดของชุดฝึกทดลอง เพราะข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จะได้จากตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายตามตัวอย่างแบบประเมินผล ดังต่อไปนี้

**ขั้นตอนที่ 14** จัดทำแบบร่างสุดท้ายของโมดูล ชุดฝึกและจัดเข้ารูปเล่มเพื่อการใช้งานจริง

หลังจากได้ข้อมูลของการทดลองชุดฝึก ข้อมูลนั้น ๆ ควรได้รับการตรวจสอบอย่างระมัดระวังและ module หรือหลักสูตรต้องได้รับการปรับปรุง หากว่าท่านได้ทำตามขั้นตอนการออกแบบระบบการสอนอย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะขั้นตอนที่ 11 และ 12 การปรับปรุงแก้ไขควรเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ไม่ควรมีสิ่งที่น่าประหลาดใจใด ๆ เกิดขึ้นในการจัดทำแบบร่างสุดท้ายนี้ เพราะเหตุว่าสิ่งเหล่านี้ควรได้รับการคาดการณ์และแก้ไขไว้ก่อนแล้ว หลังจากที่มีการปรับปรุงแก้ไขได้ดำเนินการเสร็จแล้ว module ชุดฝึกก็พร้อมที่จะได้รับการจัดเข้ารูปเล่มและแจกจ่ายเพื่อใช้งาน เป็นสิ่งสำคัญที่จะจัดให้การเข้ารูปเล่มมีความดึงดูดผู้ใช้และใช้การได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับชุดฝึกระบบ CBST ควรจะมีคู่มือครูฝึก คู่มือผู้เข้ารับการฝึก ชุดทดสอบซึ่งรวมด้วยข้อสอบและคำตอบ และชุดวัสดุนำเสนอ ท่านควรระวังไม่ให้ชุดย่อยต่าง ๆ ควรถูกจัดรวมให้เป็นชุดเดียวกันภายในห่อ วัสดุ กล่อง หรือแฟ้ม ควรจัดให้แต่ละชุดมีความสร้างสรรค์ดึงดูดใจและพร้อมแจกจ่ายได้ในทันที ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์และที่อยู่ของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ควรได้รับการพิมพ์ไว้บนชุดฝึกนั้น ๆ ด้วย เพื่อให้ง่ายต่อการส่งชุดฝึกเพิ่มหรือเพื่อติดต่อในการซักถามเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขั้นตอนที่ 15 การจัดให้ชุดฝึกทันสมัยอยู่เสมอ ใช้การได้และมีประสิทธิภาพในการฝึก

ท่านควรจะทำวัสดุที่ง่ายต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและทำให้ทันสมัยด้วยตัวเอง และโดยผู้ใช้ ท่านควรปกป้องการลงทุนที่ใช้ไปกับการผลิต module ชุดฝึกโดยการวางแผนเพื่อรักษาชุดฝึกเหล่านั้นให้ทันสมัย การ update อย่างสม่ำเสมอและการจัดการการบำรุงรักษาข้อมูล จะช่วยให้ระยะเวลาการใช้งานของวัสดุเพิ่มขึ้นอีกไม่น้อยกว่า 10 ปี การละเลยการบำรุงรักษา โปรแกรมจะทำให้โปรแกรมล้าสมัยภายในไม่กี่ปี

สรุปว่าในการวิจัยครั้งนี้จะใช้หลักการออกแบบบทเรียนทั้งหมด 15 ขั้นตอน โดยเน้นขั้นตอนที่ 5 มาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

## 2.5 การวัดและการประเมินผลการศึกษา

### 2.5.1 ความหมายของการวัดผลและการประเมินผลการศึกษา

ไพศาล หวังพานิช (2523 : 19-20) ให้ได้นิยามเกี่ยวกับการวัดผลการศึกษา (Education Measurement) หมายถึง กระบวนการในการกำหนด หรือจำนวนปริมาณอันดับหรือรายละเอียดของคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมความสามารถของบุคคล โดยใช้เครื่องมือในการวัด กระบวนการดังกล่าวทำให้ได้ตัวเลขหรือข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้แทนจำนวน และลักษณะที่วัดนั้น จากความหมายนี้แสดงว่าการวัดผลการศึกษาต้องดำเนินการอย่างมีขั้นตอน เป็นระเบียบ แบบแผน มีเครื่องมือ มีผลการวัดเป็นตัวเลข หรือเป็นรายละเอียดที่นำไปใช้บรรยาย บอกรายงาน หรือระดับสิ่งที่ถูกวัด ปกติการวัดโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ด้าน คือ

1. การวัดทางกายภาพศาสตร์ (Physical Science) เป็นการวัดเพื่อหาจำนวนของสิ่งของต่าง ๆ ที่รู้ปริมาตรมีตัวตนแน่นอน เช่น ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ ขนาด ปริมาณ เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นการวัดวัตถุสิ่งของ การวัดทางด้านนี้มักเป็นเรื่องทางฟิสิกส์มีเครื่องมือที่ให้ผลเชื่อถือได้ มีหน่วยการวัดแน่นอน เช่น เมตร กรัม เป็นต้น ซึ่งการวัดทางการวิทยาศาสตร์ให้ผลการวัดถูกต้องแม่นยำ

2. การวัดทางสังคมศาสตร์ (Social Science) เป็นการวัดหาจำนวนหรือคุณภาพของสิ่งที่เป็นนามธรรม ไม่มีตัวตนแน่นอน ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายปัญหาสำคัญ คือการกำหนดสิ่งที่จะวัด ซึ่งจะแปรเปลี่ยนได้ง่าย คืออะไร เครื่องมือที่ใช้มักขาดคุณภาพให้ผลเชื่อถือได้ต่ำ ไม่มีหน่วยที่แน่นอน เช่นการวัดความรู้ การวัดปรับตัวของนักเรียน เป็นต้น การวัดผลการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการวัดทางด้าน สังคมศาสตร์ในปัจจุบัน การวัดทางด้านนี้และการพยายามปรับปรุงวิธีการโยอาศัยวิธีการวิทยาศาสตร์เป็นรากฐาน เพื่อให้ได้ผลการวัดที่แน่นอนถูกต้องมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชวาล แพรรัตกุล (2518 : 140) ได้ให้ความหมายของการวัดผล หมายถึง กระบวนการที่จะทำได้มาซึ่งจำนวนหนึ่ง อันมีความหมายแทนขนาดสมรรถภาพนามธรรมที่นักเรียนผู้นั้นมีอยู่ ถ้าใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือกระตุ้นก็ถือเอาจำนวนผลงานที่นักเรียนแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบออกมาเป็นเครื่องชี้บอกว่าเขามีสมรรถภาพในเรื่องนั้น ๆ

วิริยา บุญชัย (2523 : 7-8) ได้ให้ความหมายการวัดผล (Measurement) หมายถึง การเปรียบเทียบสิ่งที่ต้องการกับเครื่องมือพื้นฐานนั้นเป็นผู้บอกให้ทราบ เช่น ต้องการทราบความต้องการของโต๊ะเราก็เอาเทปหรือไม้เมตรมาวัด เราจะทราบความกว้างของโต๊ะทันทีจากเครื่องวัดนั่นเอง การวัดจะออกมาเป็นตัวเลข เรียกว่าปริมาณ (Quantity) และจะให้ผลทางคุณภาพ (Quality) ในการวัดจะต้องมีแบบทดสอบอยู่ด้วย และทราบทันทีว่านักเรียนมีความรู้ทางผลการศึกษามากน้อยเพียงใด โดยอาศัยตัวเลขจากการทดสอบนั้น เป็นต้น

แบบทดสอบ (Test) หมายถึงแบบ (Form) หรือเครื่องมือ (Tool) หรือขบวนการสำหรับวัดผลความสามารถ ความสัมพันธ์ หรือความสนใจของบุคคลที่แสดงออกมา แบบทดสอบนี้ใช้วัดสิ่งที่เราไม่สามารถใช้วัดได้โดยตรง ซึ่งจะวัดได้ก็ต่อเมื่อบุคคลผู้นั้นแสดงผลหรือการกระทำออกมาก่อน เช่น การวัดความสามารถทางปัญญา ก็ให้ทำข้อสอบ เป็นต้น

แบบที่ใช้ในการวัดผลการศึกษา แบ่งได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-Mode Test) เป็นแบบทดสอบที่พบอยู่โดยทั่วไป และเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้กับนักเรียนของตนเอง ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- 1.1 เหมาะสมกับหน่วยของการสอนที่ครูกำหนดเนื้อหา และระดับความยากง่าย
- 1.2 ในการสร้างแบบทดสอบนั้น วิธีการ เครื่องมือ และการให้คะแนนขึ้นอยู่กับกำหนัดของครูเอง โดยอาศัยความเที่ยงตรงของหลักสูตรเป็นเกณฑ์
- 1.3 แบบทดสอบอาจไม่เป็นไปตามคะแนนมาตรฐานของ ส่วนการศึกษา นั้น ๆ แต่เป็นคะแนนที่ครูรวบรวมไว้ตลอด แล้วสร้างคะแนนมาตรฐานขึ้นใช้เอง
- 1.4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นได้เร็ว วิธีการจะไม่ดีเท่ากับแบบทดสอบมาตรฐาน
- 1.5 ไม่เหมาะสำหรับการนำไปให้ครูอื่น ๆ ใช้ แต่เหมาะสำหรับใช้ในส่วนตัวศึกษาหรือท้องถิ่นนั้น ๆ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีวิธีการสร้างเครื่องมือ และการใช้คะแนนคงที่ โดยสามารถทำให้ใช้ข้อสอบนี้ทดสอบในต่างสถานที่และต่างเวลาได้ การสร้างแบบทดสอบมาตรฐานไม่ใช่ของง่าย ต้องออกข้อสอบหลายๆ ข้อ และทำการทดสอบกับคนเป็นจำนวนมาก นำข้อสอบมาวิเคราะห์เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเอาไว้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน นอกจากจะมีวิธีการ เครื่องมือ และการให้คะแนนคงที่แล้ว ยังต้องมีความเชื่อถือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2526 : 22-27) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับการวัดผลการศึกษา (Education Measurement) ไว้ว่า การวัดผลการศึกษา คือ กระบวนการในการกำหนด หรือหา จำนวนประมาณ อันดับ หรือรายละเอียดของคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมความสามารถของบุคคล โดยใช้เครื่องมือเป็นหลักในการวิจัย และกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ได้ตัวเลข หรือข้อมูล รายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้แทนจำนวน และลักษณะที่ได้นั้นจะแสดงว่าการวัดผลการศึกษาต้องดำเนินการอย่างมีขั้นตอนมีระเบียบแบบแผน มีเครื่องมือ มีผลการวัดเป็นตัวเลข หรือเป็น รายละเอียดที่นำมาบรรยาย นอกจากจำนวน หรือระดับสิ่งที่ต้องการ การวัด และการประเมินผล (Education) หมายถึง กระบวนการในการตัดสินใจราคา เพื่อพิจารณาในความเหมาะสมหรือหา คุณค่าของลักษณะเชิงพฤติกรรม เช่น ผลการเรียน ผลการปฏิบัติ โดยอาศัยข้อมูลหรือรายละเอียด ที่ได้จากการวัดเป็นหลัก และใช้วิธีวินิจฉัยประกอบพิจารณา เป็นต้น จากความหมาย ดังกล่าวจะเห็นว่า ถ้าจะประเมินจะต้องดำเนินการอย่างมีขั้นตอน โดยเริ่มต้นด้วยการวัดผลสิ่งนั้น แล้ว นำผลการวัดที่ได้มาวินิจฉัยอย่างมีหลักเกณฑ์ และมีคุณธรรม เพื่อพิจารณาตัดสินว่าสิ่งนั้นดี หรือไม่ เก่งหรืออ่อน ได้หรือตก ดังนั้น ในการประเมินผลต้องมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ คือ

1. การวัด (Measurement) ทำให้ได้รู้สภาพความจริงของสิ่งที่ประเมิน ว่ามีการประมาณเท่าไร คุณสมบัติอย่างไร เพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์
2. เกณฑ์ (Criterion) ในการที่จะตัดสินว่าสิ่งใดดีสิ่งใดเลว ใช้ได้หรือไม่นั้นต้องมีหลัก หรือมีบรรทัดฐานที่ต้องการ โดยการเอาผลของการวัดนั้นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือมาตรฐานที่ต้องการ เกณฑ์การพิจารณาในการศึกษานั้น คือ จุดมุ่งหมายในการศึกษานั้นเอง
3. การตัดสินใจ (Decision) เป็นการชี้ขาดหรือสรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างผลการปฏิบัติ ซึ่งได้จากการวัดเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าสูงต่ำกว่าขนาดไหน ทั้งนี้การตัดสินใจที่ต้องอาศัยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ทุกแง่ทุกมุม และกระอย่างยุติธรรม โดยอาศัยสภาพและความเหมาะสมต่าง ๆ ประกอบ หรือต้องมีคุณธรรมที่ดี

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2525 : 2) ได้ให้ความหมายของการทดสอบ หมายถึงการนำสิ่งที่บุคคลแสดงออกนั้นแทนคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการจะวัด ซึ่งส่วนใหญ่และจะกำหนดค่าของคุณลักษณะนั้นออกมาเป็นตัวเลข สามารถกล่าวได้ว่าการทดสอบเป็นส่วนหนึ่งของการวัด และมักจะเป็นการวัดทางอ้อม (Indirect Measurement) เพราะส่วนใหญ่แล้วการทดสอบเป็นการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมมนุษย์ ดังนั้น การทดสอบในความรู้สึกรู้สึกของคนทั่วไป จึงมักจะหมายถึงขบวนการวัดผลที่อาศัยแบบทดสอบทางจิตวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินผล หมายถึง ขบวนการในการตัดสินใจ พิจารณา ดีค่า หรือลงสรุปว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าเพียงใด โดยความหมายดังกล่าว นั้นแสดงถึงลักษณะที่สำคัญของการประเมินผลว่าต้องประกอบด้วยคุณลักษณะต่อไปนี้

1. ต้องมีขบวนการที่เป็นไปอย่างมีระบบ เป็นระเบียบแบบแผน หรือมีกฎเกณฑ์ในการกระทำ มิใช่เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น หรือกระทำโดยบังเอิญ
2. การประเมินผลจะต้องบอกให้ทราบถึงคุณภาพ ปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือพิจารณา นั้นว่ามีคุณค่าขนาดใด เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จากลักษณะของการประเมินผลดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการประเมินผลเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากวัตถุประสงค์ หรืออาจกล่าวได้ว่าการประเมินผลเป็นขบวนการที่อาศัยการวัดผลโดยอาศัยผลที่ได้จากการวัดควรเป็นการวัดหลาย ๆ ครั้ง หลาย ๆ ด้าน มาพิจารณาตัดสินกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่ตั้งไว้ว่ามีคุณค่ามากน้อยเพียงใด

จากความหมายของการวัด การทดสอบและการประเมินผลดังกล่าวมาแล้วนั้นพอจะสรุปได้ว่าเป็นการทดสอบส่วนหนึ่ง หรือวิธีการของการวัดผล ซึ่งมักจะเป็นการวัดทางจิตวิทยา หรือการวัดทางอ้อม ส่วนการประเมินผลเป็นขบวนการที่ต้องอาศัยผลการวัดมาประกอบการตัดสินใจการที่จะทำการวัดผล และประเมินผลที่มีประสิทธิภาพนั้น การเลือกเครื่องมือในการทดสอบมีความสำคัญเป็นอย่างมาก

#### 2.5.2 ขอบเขตของการวัดผลทางการศึกษา

จรินทร์ ธานีรัตน์ (2519 : 7-8) ได้กล่าวว่า เมื่อทราบว่ามีคามมุ่งหมายของหลักสูตร และความหมายของการสอนในระดับชั้นเรียนแล้วก็มาพิจารณาว่าจะวัดอะไร เพื่อให้ตรงกับเนื้อหาหรือความมุ่งหมายของระดับนั้น ๆ ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปบ้าง แต่ควรสอดคล้องกับความมุ่งหมายของการสอน ซึ่งอาจวัดในสิ่งต่อไปนี้

1. วัดความรู้ความเข้าใจ (Knowledge Test) ได้แก่ การวัดความรู้ ความเข้าใจในด้านวิธีการ เช่น แบบการเล่น กฎ กติกา ประวัติความเป็นมา ตลอดจนเรื่องอุปกรณ์การเล่น เป็นต้น
2. วัดทักษะ (Skill Test) ได้แก่ การวัดทักษะทาง อาจจะเป็นทักษะในเบื้องต้น (Basic Skill) ของแต่ละประเภทของงาน หรือทักษะความชำนาญในกิจกรรมต่าง ๆ
3. วัดสมรรถภาพทางร่างกาย (Physical Fitness Test) ได้แก่ การวัดองค์ประกอบต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางร่างกาย เช่น ความว่องไว ความอดทน เป็นต้น
4. วัดเจตคติ หรือทัศนคติ (Attitude Test) ได้แก่การวัดเรื่องต่าง ๆ ที่แสดงออกมาในทางที่ดี เป็นผลมาจากการเข้าร่วมกิจกรรม การศึกษา ดังเช่น

4.1 ความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมผลศึกษากีฬา

4.2 เวลามาเรียน และตั้งใจเรียนอย่างกระตือรือร้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การตรงต่อเวลาในการเรียน

4.4 การแต่งกายอย่างเหมาะสมในการเรียน

4.5 รับการบริการช่วยเหลือร่วมมือเป็นพิเศษทางการศึกษาให้แก่ส่วนรวม

สิ่งที่มีความจำเป็นในการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติ คือ การวัดและประเมินผล การวัดและประเมินผลที่ดีนั้น จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่มีคุณสมบัติดังนี้ คือ ความเที่ยง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย และมีเกณฑ์ปกติ (Mathews. 1978 : 25) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบทางด้านทักษะ เป็นการวัดที่สามารถบอกพฤติกรรมที่แสดงออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน และเป็นไปตามความจริง (Nixon and Jewette. 1974 : 277)

Johnson and Nelson (1974 : 44) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานควรจะมีลักษณะที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ 4 ประการคือ

1. มีความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง แบบทดสอบที่มีมาตรฐานการวัดที่แน่นอนชัดเจนในการดำเนินการ และการให้คะแนน แม้จะวัดโดยผู้วัดหลายคนก็จะได้คำตอบหรือคะแนนเท่ากัน

2. มีความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง แบบทดสอบที่มีความแน่นอนในการวัด โดยผู้รับการทดสอบหลายครั้งก็จะได้ผลเหมือนเดิม

3. มีความเที่ยงตรง (Validity) สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดตรงตามจุดมุ่งหมาย

4. มีเกณฑ์ปกติ (Norm) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของประชากรเฉพาะกลุ่มที่จะทำการวัด ทักษะก็นับว่ามีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอน เพราะการที่เราจะทราบได้ว่านักเรียนแต่ละคนมีทักษะนั้นเพียงใดก็จะสามารถทราบได้จากการวัดทักษะ (Coilins. 1978 : 4-5) กล่าวว่าการวัดทักษะมีประโยชน์อย่างน้อย 9 ประการ คือ

1. วัดผลสัมฤทธิ์ (Measurement of Achievement) ความมุ่งหมายอันดับแรกของแบบทดสอบทักษะ เพื่อวัดความก้าวหน้าของนักเรียนหรือระดับของผลสัมฤทธิ์เนื้อหา และทฤษฎีหลักการต่าง ๆ ของแต่ละรายวิชา

2. ให้เกรด หรือ คะแนน (Grading or Marketing) นักเรียนอาจได้รับการประเมินพื้นฐานต่าง ๆ ตามแบบทดสอบกระทำทางทักษะ เมื่อนักเรียนได้เรียนวิชาผ่านไป สิ่งนี้นักเรียนได้คือ เกรดหรือคะแนน ซึ่งจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงระดับความก้าวหน้าหรือผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่แสดงออกให้เห็นตามแบบทดสอบทักษะนั้น

3. เพื่อแบ่งกลุ่ม (Classification) การใช้แบบทดสอบทักษะผู้สอนจะใช้ทดสอบเพื่อแบ่งผู้เข้ารับการฝึกตามระดับ เช่น ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง เป็นต้น แทนที่จะใช้เวลาเล็กน้อยในการสังเกต การกระทำหรือแสดงออกทางทักษะนอกจากนั้น การแบ่งกลุ่มนี้ยังทำให้เกิดความยุติธรรมในการแข่งขัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การจูงใจ (Motivation) นักเรียนจะมีการตอบสนองในทางบวกต่อสิ่งที่มีท้าทาย เขาจะพยายามมาก ๆ เพื่อให้ได้คะแนนมาก ๆ ก็กับการทดสอบทักษะมากกว่าให้เขากระทำ หรือเอาชนะเพื่อนในชั้น ด้วยเหตุนี้แบบทดสอบทักษะจึงเป็นสิ่งจูงใจที่ดีมาก เพื่อให้นักเรียนเกิดพัฒนา และก้าวหน้า

5. การฝึก (Practice) คล้ายกับวัตถุประสงค์ในการจูงใจจะมีนักเรียนฝึกซ้อมตามรายการของแบบทดสอบเพื่อให้ได้คะแนนมากยิ่งขึ้น การกระทำความดีเป็นการสร้างความก้าวหน้าแก่ตัวเอง และเป็นการทดสอบตัวเอง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในทักษะต่าง ๆ และหากครู หรือครูผู้ฝึกสอนเห็นประโยชน์ และจัดให้นักเรียนฝึกตามรายการของแบบทดสอบในบางส่วน โดยมีการสาธิตและอธิบายโดยละเอียดแล้ว นั้น แสดงว่า แบบทดสอบทักษะฉบับนี้มีความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity)

6. การวินิจฉัย (Diagnosis) การพัฒนาทางทักษะเป็นพื้นฐานอย่างหนึ่งในการเรียนการสอน การวินิจฉัย หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในแต่ละระดับ ถือเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของการสอน เมื่อใช้แบบทดสอบทางทักษะต่าง ๆ ทำให้ผู้สอนรู้จักบกพร่องของนักเรียนเพื่อการแก้ไขต่อไป

7. เครื่องช่วยสอน (Teaching Aids) โดยธรรมชาติของการสอนทักษะของนักเรียนจะต้องรู้ถึงความก้าวหน้าและการพัฒนาทางทักษะของตนเองทักษะ หากผู้สอนใช้รายการทดสอบทักษะและเน้นมาก ๆ จะเป็นเครื่องช่วยในการสอนและนักเรียนมากขึ้น

8. เครื่องมือในการแปลความหมาย (Interpretive Tool) และหน้าที่อย่างหนึ่งในการสอนการแปลผล หรือแปลความหมายจากผลการเรียนเองนักเรียนให้กับผู้บริหาร ผู้ปกครอง นักเรียนและแก่สาธารณชนทั่วไปได้ทราบ ซึ่งแปลความได้ผลมาจากแบบทดสอบทักษะที่มีคุณภาพ และสิ่งนี้ก็จำเป็นการยกระดับของโรงเรียนไปด้วย

9. การแข่งขัน (Competition) ซึ่งจากการที่นักเรียนทำการแข่งขันหรือทำคะแนนให้ได้มาก ๆ ในแต่ละรายการทดสอบ จะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงการที่จะประสบความสำเร็จ

### 2.5.3 แบบประเมิน

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2530 : 194) ได้กล่าวว่ามาตรฐานประมาณค่า เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อประเมินค่าคุณภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งในการวัดผลการศึกษา มักใช้เพื่อการประเมินคุณภาพพฤติกรรมของนักเรียน เช่น การพูด การร้อง ทักษะในการปฏิบัติงาน หรือทักษะในการปฏิบัติงาน เป็นต้น ในการตัดสินประเมินค่าพฤติกรรมนักเรียนนั้นมักจะประเมินทันที เมื่อพฤติกรรมนั้นเกิดขึ้น แต่การประเมินค่าของผลงานนักเรียนอาจประเมินเมื่องานเสร็จ หรือหลังจากนั้นก็ได้อีก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมาตราส่วนประเมินค่าจะประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รายการของคุณสมบัติ หรือคุณภาพที่ประเมิน
2. มาตรฐานบางอย่างที่จะชี้ หรือจะแสดงว่าคุณสมบัตินั้น ๆ มีมากน้อยในระดับใด

Hopkins and Antes. อ่างใน (สมถวิล ชาอุทัย : 10) กล่าวว่า มาตรฐานประมาณค่านี้สามารถใช้กรณีเป็นข้อความ เป็นการประเมินค่าคุณลักษณะของสิ่งที่จะวัดออกมาเป็นตัวเลขหรือสามารถใช้วัดทัศนคติ หรือแรงจูงใจ ซึ่งจะใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แสดงความสำคัญของคุณลักษณะที่แสดงออกมา

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ (2526 : 20-23) กล่าวว่า มาตรฐานประมาณค่า สำหรับการวัดความสามารถ และทักษะในการปฏิบัติงานของนักเรียน จะใช้การวัดความสามารถ และทักษะในการปฏิบัติงานของนักเรียน จะใช้การสังเกตของครูเข้าร่วมการเก็บข้อมูล ซึ่งถ้ามีข้อบกพร่องที่เกิดจากการสังเกตของครู คือ มีโอกาสที่จะมีระดับความเป็นปรนัยต่ำ ความลำเอียงหรือความประทับใจ อาจมีอิทธิพลต่อการสังเกตได้ เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจของครูจากการสังเกตเป็นระบบดีขึ้น คือ มาตรฐานประมาณค่า (Rating Scales) ซึ่งตามปกติจะประกอบด้วยพฤติกรรมที่จะตัดสินใจ และมาตราที่จะใช้ในการตัดสินใจว่าอยู่ในระดับใด มาตรฐานประมาณค่าจึงอยู่ในรูปของเครื่องมือในการบันทึกและรายงานผลการตัดสินใจ ซึ่งจะได้ผลเพียงขึ้นกับมาตรฐานประมาณค่าว่ามีการสร้างไว้ดีเพียงไร และใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมเพียงไร

ลักษณะของมาตรฐานประมาณค่ามีการเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียนหรือทักษะความสามารถกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ก่อนแล้วว่าระดับสูง กลาง ต่ำ หมายถึงพฤติกรรมอะไรหรือต้องมีลักษณะความสามารถอย่างไร ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งไว้ในใจ จึงเหมือนกับจัดตำแหน่งเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มได้ เพราะใช้ผู้ประมาณค่าเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน และสามารถใช้กับกลุ่ม ๆ ได้ แต่มีข้อจำกัดเหมือนกัน เช่น ผู้ประมาณค่าต้องฝึกฝนมาพอสมควรจึงจะได้เหมาะสม ต้องรู้และระลึกอยู่เสมอว่ากำลังประมาณค่าคุณสมบัติใด บางทีมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น เมื่อใช้หลายคนประมาณค่านักเรียนกลุ่มเดียวกัน หรือนำค่าประมาณค่าเปรียบเทียบกัน ต้องตั้งเกณฑ์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันสำหรับประมาณค่าแต่ละระดับของมาตรฐานส่วนประมาณค่าทั้งแบบ 3,5 และ 7

1. มาตรฐานประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scales) เป็นแบบง่ายที่สุด ผู้สังเกตจะทำเครื่องหมายบนตัวเลขหรือวงกลมรอบตัวเลขที่แทนระดับพฤติกรรมโดยปกติจะอธิบายความหมายของตัวเลขไว้ก่อนในตอนต้น และใช้ความหมายเดียวกันทุกมาตร อาจจะใช้ที่ระดับก็ได้แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระหว่าง 3-9 ระดับ และมักใช้จำนวนนี้เพื่อให้ค่าตรงกลางแทนค่าเฉลี่ยของมาตรานั้น

2. มาตรฐานส่วนประมาณค่าแบบพรรณนา (Descriptive Rating Scales) แบบนี้จะเป็นการบรรยายบอกระดับคุณลักษณะนั้น ไว้ว่าเป็นอย่างไร ระดับคุณลักษณะมักจะเขียนเป็นจำนวนที่คือ 3, 5, 7 เมื่อเลือกว่าคุณลักษณะของสิ่งนั้นตรงกับระดับใดก็บันทึกเครื่องหมายลงที่ระดับนั้น

3. มาตรฐานส่วนประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scales) แบบนี้จะถามคุณลักษณะใดก็จะเขียนคุณลักษณะนั้นไว้ แล้วมีระดับความเข้ม ความถี่ โดยบ่งช่วงระดับแล้วมีคำบรรยายอยู่ข้างใต้ด้วย ผู้วัดจะต้องพิจารณาว่านักเรียนมีคุณลักษณะตรงกับช่วงระดับใดก็บันทึกสรุปในช่วงนั้นซึ่งต่างจาก มาตรฐานประมาณค่าแบบตัวเลขตรง ที่ใช้คำสั่งต่าง ๆ แทนรหัสเลข

#### 2.5.4 การสร้างมาตรฐานส่วนประมาณค่า

การสร้างมาตรฐานส่วนประมาณค่า ก็เช่นเดียวกับการสร้างเครื่องมือวัดอื่น ๆ ที่มุ่งให้ค่าวัดหรือค่าที่จะประมาณได้เป็นค่าที่เป็นความเที่ยงตรง และเชื่อมั่นได้สูงเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุด และยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ประกอบอีก ความเป็นปรนัยใช้เหมาะสมกับสิ่งที่จะประมาณค่ามีความคลาดเคลื่อนน้อย ข้อเสนอแนะที่สำคัญมีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอน ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สังเกตได้ ถ้ากำหนดจุดประสงค์ก่อนการเรียนในพฤติกรรมวัดได้ สังเกตก็จะช่วยให้สามารถนิยามตัวแปรที่จะประมาณค่าได้ชัดเจนในรูปเชิงนิยามเชิงปฏิบัติการได้ง่ายขึ้น แล้วนำไปสร้างมาตรฐานประมาณค่าได้สะดวกขึ้น

2. เลือกลักษณะที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ เลือกวัดทักษะ หรือตัวแปรย่อยที่เป็นตัวกำหนดค่า ได้รับความสำเร็จหรือล้มเหลวในกิจกรรมนั้น กล่าวคือต้องเลือกตัวแปรสำคัญนั่นเอง ตามปกติจะเลือกตัวแปรย่อย ๆ ไว้มาก ๆ แล้วคัดเลือกให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์กับกลุ่มเวลา เครื่องมือ เป็นต้น และพยายามเลือกตัวแปรที่สังเกตยาก

3. นิยามตัวแปรที่เลือกไว้ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้ เมื่อเลือกตัวแปรได้แล้วต้องเลือกนิยามตัวแปรที่จะวัดเหล่านั้นออกมาเป็นตัวแปรวัดได้ สังเกตได้ เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ที่เลือกไว้ การนิยามเชิงปฏิบัติการทำให้มาตรฐานประมาณค่ามีความเป็นปรนัยดีขึ้น บางกรณีอาจต้องแยกนิยามเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ประมาณค่า (Rater) ต่างหาก

4. การกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ตัวแปรที่เลือกประมาณค่ามีน้ำหนักต่อความสำเร็จต่างกัน จึงควรจะต้องมีการถ่วงน้ำหนักตัวแปรต่าง ๆ การให้น้ำหนักนี้มักใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5. เลือกและสร้างมาตรฐานส่วนประมาณค่าที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึงสิ่งต่อไปนี้

5.1 จะนำค่าที่ได้จากการประมาณค่าไปใช้อย่างไร ตัดสินเกรดเปรียบเทียบรวมหรือแยกระหว่างตัวแปรย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5.2 ความสามารถของผู้ประมาณค่าใช้เครื่องมือนั้นสูงต่ำเพียงไร
- 5.3 ตัวแปรที่จะตัดมีลักษณะเช่นไร แคบกว้าง สังเกตได้ยากเพียงไร
- 5.4 สถานการณ์ประมาณค่า เช่น ขณะแข่งขัน ขณะซ้อมกลุ่มเล็กใหญ่

เป็นต้น

5.5 เครื่องมืออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการประมาณค่าเช่น เครื่องมือในการเล่น ผู้ช่วยเวลา เป็นต้น

6. เลือกจำนวนระดับของมาตราส่วนประมาณค่าการเลือกใช้จำนวนชั้นของมาตราส่วนประมาณค่าขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรว่าสามารถจำแนกได้เที่ยงตรงเพียงไร ส่วนใหญ่ระหว่าง 3 ชั้น หรือ 3 ระดับ แล้วใช้จำนวนนี้ เพื่อมีจุดกลางเป็นหลักในการพิจารณาได้ (สมถวิล ชาญชัย .2527) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างมาตราส่วนประเมินค่าดังนี้

6.1 กำหนดเนื้อหาที่จะประเมินตามธรรมชาติของเนื้อหา หรือคุณลักษณะของกิจกรรมนั้น

6.2 กำหนดจำนวนระดับที่จะประเมินค่า

6.3 กำหนดนิยามหรือความหมายของแต่ละระดับ

6.4 โอกาสที่จะประเมินนักเรียนแต่ละระดับเท่ากัน

6.5 ใบบันทึกการประเมินต้องเตรียมใ้งานต่อการประเมินนักเรียนแต่ละ

คน

6.6 จะต้องมีการเลือกและผู้ฝึกที่จะทำการประเมินค่า

Hopkins and Antes. (1979 : 175) ได้เสนอแนะสำหรับการสร้างมาตราส่วนประมาณค่า

ดังนี้

1. หลีกเลี่ยงการใช้ช่วงคะแนน 2-3 ระดับ

2. ระบุความหมายของแต่ละระดับบนมาตราส่วน และทำเครื่องหมายระหว่างคะแนนที่ต้องการจะตีความหมาย

3. เลือกใช้ข้อความที่ผู้สังเกตสามารถเข้าใจได้ตรงกับพฤติกรรมที่จะวัด

### 2.5.5 การวัดผลภาคปฏิบัติ

ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึงคุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผล (level of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Accomplishment) ของบุคคลว่า เรียนแล้วมีความรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดผลได้ 2 แบบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและลักษณะวิชาที่สอนคือ (ไพศาล หวังวานิช. 2526:89)

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปะศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)”

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)”

การวัดภาคปฏิบัติหรือความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียน เป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมตรงออกมาด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการวิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมา ให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะ (Skill Outcomes) การวัดภาคปฏิบัติมีวิธีดังนี้

#### 2.5.5.1 วิธีการวัด

เมื่อต้องการทราบว่าผู้เรียน เรียนรู้หลักและวิธีการในการปฏิบัติสิ่งใดแล้ว จะสามารถปฏิบัติจริงได้หรือไม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาที่มุ่งเน้นความสามารถด้านการปฏิบัติ ควรจะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติสิ่งนั้นจริง ๆ โดยให้ออกมาเป็นผลงานหรือให้สังเกตเห็นได้ หลักความสำคัญในการวัดภาคปฏิบัติก็คือ ต้องกำหนดงานขึ้นมาให้ผู้เรียนได้เรียนได้ปฏิบัติจริง งานที่กำหนดขึ้นอาจจะเป็นได้ทั้งในแง่ความเป็นจริงหรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงหรือให้เป็นงานตัวอย่าง หรือเป็นงานจำลองของจริง (Work Sample) เช่น การเขียนภาพ การตัดเสื้อ การสานพัด การตอนต้นไม้ เป็นต้น หรืออาจเป็นงานสมมุติหรือเลียนแบบของจริง (Simulated Work) ก็ได้ เช่น การจำลองแบบบ้าน การปั้นรูปผลไม้ เป็นต้น ดังนั้นการวัดภาคปฏิบัติจึงมีความสำคัญอยู่ที่การกำหนดงานให้ผู้เรียนปฏิบัติ ซึ่งมีหลักดังนี้

1. ควรเป็นงานที่บอกระดับทักษะ หรือความสามารถในการปฏิบัติได้อย่างแท้จริง งานนั้นสามารถจำแนกความสามารถของผู้เรียนได้ นั่นคือ งานนั้นต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไป เพราะจะทำให้ผลงานที่ได้ออกมาเหมือนกันหมดทุกประเภทและทุกคน

2. ควรเป็นงานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติโดยต้องใช้ทักษะด้านต่าง ๆ ประกอบกัน หรือนำมาผสมผสานกันจึงจะดี เป็นงานที่มีความสำคัญเพียงพอที่จะกำหนดเป็นตัวแทนในการปฏิบัติสิ่งอื่น ๆ ได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ควรพิจารณาลักษณะงานที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติว่า เป็นงานที่ควรจะปฏิบัติเป็นรายบุคคล ทีละคน หรือสามารถปฏิบัติเป็นกลุ่มหรือพร้อม ๆ กันไป เพื่อให้การวัดนั้น ถูกต้องและสามารถให้คะแนนได้อย่างเชื่อมั่นได้

4. งานที่กำหนดควรให้อยู่ในวิสัยที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้และผู้สอนก็สามารถจัดสถานการณ์เพื่อการปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

5. ควรชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจงานที่จะปฏิบัติอย่างชัดเจนก่อนทุกครั้งไป เช่น ควรบอกจุดมุ่งหมายของขอบข่ายของงาน ผลที่ต้องการ เครื่องมือที่จะใช้ เงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติ เวลาที่จะใช้ในการปฏิบัติรวมทั้งการพิจารณาหรือการตรวจให้คะแนน เป็นต้น

### 2.5.5.2 การตรวจภาคปฏิบัติ

ความยุ่งยากประการหนึ่งในการวัดภาคปฏิบัติก็คือ การตรวจให้คะแนนซึ่งมักจะขาดความเชื่อมั่น ทั้งนี้เพราะโดยปกติแล้วผู้สอนนิยมให้คะแนนผลงานการปฏิบัติของผู้เรียน โดยใช้วิธีการสังเกตแล้วตัดสินใจให้คะแนนทันที ย่อมจะเกิดความผิดพลาดได้ง่าย การตรวจภาคปฏิบัติที่ดีนั้นควรมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. การตรวจผลงานภาคปฏิบัติ ควรตรวจหรือให้คะแนนทั้ง 2 ด้านคือ

1.1 วิธีปฏิบัติ (Procedure or Process) ได้แก่ วิธีดำเนินการทั้งหลายของการปฏิบัติ เช่น ขั้นตอนในการปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ ทักษะการใช้เครื่องมือ กรรมวิธีในการปฏิบัติ เวลาที่ใช้ปฏิบัติ เป็นต้น

1.2 ผลปฏิบัติ (Product or Output) ได้แก่ ผลผลิตหรือสิ่งที่ได้จากการปฏิบัติ ควรพิจารณาอย่างรอบคอบทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เช่น จำนวนงานที่ได้ ความงาม ความถูกต้อง ความคิดริเริ่มประโยชน์ใช้สอย เป็นต้น

2. การตรวจผลงานภาคปฏิบัติในแต่ละรายวิชา ย่อมเน้นความสำคัญของวิธีปฏิบัติ ผลปฏิบัติแตกต่างกัน ดังนั้นผู้สอนต้องพิจารณาก่อนว่า การปฏิบัติของรายวิชานั้น ๆ ควรเน้นหนักทางด้านใด เพื่อจะกำหนดอัตราส่วนของความสำคัญของแต่ละด้านไว้ให้แน่นอนก่อน

3. ควรตั้งหลักเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างชัดเจน โดยกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ที่จะให้พิจารณาในการให้คะแนนไว้อย่างครบถ้วนเหมาะสม

### 2.5.5.3 วิธีการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติ

ไม่ควรตรวจให้คะแนนผลงาน โดยใช้เพียงการสังเกตแล้วให้คะแนนทันที เพราะจะทำให้คะแนนที่ได้มีความเชื่อมั่นต่ำ และไม่ตรงกับความเป็นจริง วิธีตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติที่นิยมใช้มีอยู่ 2 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้แบบสำรวจรายการ (Checklist) ใช้สำหรับตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติทั้งในด้านวิธีปฏิบัติ และผลปฏิบัติ โดยใช้วิธีกำหนดรายการหรือรายละเอียดต่าง ๆ ของวิธีทำหรือผลปฏิบัติขึ้นมา เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน โดยพยายามกำหนดสิ่งที่สำคัญ ๆ ของการปฏิบัติในครั้งนั้น ๆ ออกมาเป็นข้อ ๆ หรือเป็นรายการ (List) แล้วก็พิจารณาการปฏิบัติหรือผลงานของผู้เรียนแต่ละคนตามรายการที่กำหนดไว้ นั้น ว่าแต่ละเรื่องแต่ละรายการนั้นผู้เรียนปฏิบัติเป็นอย่างไร แล้วบันทึกผลการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นคะแนน หรือตรวจผลงานเป็นระดับก็ได้ เช่น ดี-ไม่ดี หรือ ใช้ได้-ต้องแก้ไข หรือ ดี-พอใช้-ไม่ดี เป็นต้น

(หมายเหตุ สำหรับตัวอย่างแบบสำรวจรายการ (Checklist) อยู่ในภาคผนวก ง.)

2. ใช้การจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) ใช้สำหรับตรวจให้คะแนนเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นคุณค่าหรือคุณภาพต่าง ๆ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้กับการให้คะแนนการปฏิบัติในด้านที่เป็นผลปฏิบัติมากกว่าวิธีการปฏิบัติ หลักสำคัญของการจัดอันดับคุณภาพก็คือ พยายามประเมินผลงานของผู้เรียนด้วยการเปรียบเทียบกันในกลุ่มเพื่อจัดอันดับ แล้วจึงแปลงอันดับที่ได้ ออกมาเป็นคะแนน มีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

2.1 พิจารณาผลงานแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินว่างานนั้นมีคุณภาพดีหรือปานกลางหรือไม่ดี แยกเป็นสามกลุ่ม

2.2 พิจารณาผลงานในแต่ละกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบและจัดอันดับผลงานเหล่านั้นโดยจัดอันดับผลงานไปที่กลุ่ม จนครบทั้งสามกลุ่ม

2.3 นำอันดับทั้งหมดมาเรียงต่อกันไป จะได้ผลงานที่ยอดเชื่อมอันดับหนึ่ง สอง สาม ไปจนถึงอันดับสุดท้ายของกลุ่ม

2.4 แปลงอันดับของผลงานที่เรียงไว้ทั้งหมด ออกมาเป็นตำแหน่งร้อยละ (Percent Position) ซึ่งเป็นการจัดอันดับของผลงานเหล่านั้น โดยคิดผลงานทั้งหมดเป็น 100 ชั้น ดังนั้นตำแหน่งร้อยละที่ได้ออกมาจะบอกให้ทราบว่างานชิ้นนี้ได้อันดับในกลุ่มจะกลายเป็นอันดับที่เท่าไร

2.5 แปลงตำแหน่งร้อยละเป็นคะแนน โดยใช้บัญชีสำหรับการแปลงอันดับคุณภาพ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการวัดผลในภาคปฏิบัติ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้วัดความสามารถด้านทักษะของผู้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ ซึ่งเป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นความสามารถด้านการปฏิบัติเป็นหลัก ในการประเมินแบบทดสอบวัดผลภาคปฏิบัติที่สร้างขึ้น ควรใช้วิธีการตรวจผลงานภาคปฏิบัติ ให้เกิดความเชื่อมั่น ได้โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสำรวจรายการ โดยกำหนดรายการต่าง ๆ ของผลปฏิบัติขึ้นมา เพื่อเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.5.5.4 แบบทดสอบการวัดผลภาคปฏิบัติ

การออกแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียนเพื่อวัดผลหลังการฝึกปฏิบัติ นั้น มีรายละเอียดต่อไปนี (อุทุมพร จามรمان. 2529 : 88)

1. ตามปกติการวัดผลภาคปฏิบัตินั้นเป็นการวัดในสถานการณ์ที่นักเรียนปฏิบัติจริง ไม่ว่าการวัดนั้น ๆ จึงอยู่ในระดับที่เรียกว่าวัดเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า Formative Evaluation หรือวัดผลเพื่อที่จะประเมินผลรวมที่เรียกว่า Summative Evaluation การวัดจากสถานการณ์จริงเช่นนี้ หลีกเลี่ยงการใช้วิธีการสังเกต การใช้เครื่องมือวัดเช่น Rating Scales หรือ Checklist ควบคู่กับการสังเกตไม่ได้ เป็นต้น

2. ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่ามีความพยายามที่จะใช้แบบทดสอบข้อเขียนเพื่อวัดวิธีปฏิบัติงานหลายท่านสอนนักเรียนให้ปฏิบัติงานแล้ว ภายหลังมาออกข้อสอบเป็นข้อเขียนถามโดยการกำหนดสถานการณ์ขึ้นใหม่ แล้วให้นักเรียนนำเอาวิธีการที่เคยปฏิบัติงานจากสถานการณ์จริงมาตอบคำถาม ในสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นใหม่เป็นการประยุกต์ใช้วิธีการปฏิบัติ ตัวอย่างทางการแพทย์ศาสตร์ ซึ่งได้เคยสอนให้วินิจฉัยโรคผิวหนังหลาย ๆ อย่างไปแล้ว แต่ในการสอบบางครั้งจัดทำสถานการณ์ขึ้นมาใหม่ เช่น มีภาพสีแสดงให้เห็นโรคผิวหนังพร้อมบอกอาการแล้วให้ผู้สอบทำหน้าที่ตอบคำถามเพื่อวินิจฉัยโรค เป็นต้น ถึงแม้ว่าการถามนี้เป็นข้อสอบเขียนแต่การถามแบบยกสถานการณ์เช่นนี้ก็พอจะทำนายพฤติกรรมประยุกต์ความรู้ของผู้เข้ารับการฝึกได้พอสมควร สิ่งที่ยังระงังก็คือ การสร้างควบตรงกับสภาพความเป็นจริง (Concurrent Validity) ของแบบทดสอบว่าผู้ตอบถูกและในทางปฏิบัติจริงผู้ตอบก็ปฏิบัติได้ถูกต้องด้วย

## 2.6 สถานการณ์จำลองและโปรแกรม WinBreadboard

อเลสซี และทรอลลิป (Alessi and Trollip 1985 : 161-171) ได้กล่าวถึงการใช้สถานการณ์จำลองในการเรียนการสอนว่า สถานการณ์จำลองในการเรียนการสอน เป็นวิธีการเลียนแบบ หรือสร้างสถานการณ์ เพื่อทดแทนสภาพจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นการจูงใจให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมีส่วนเข้าไปร่วมเกี่ยวข้องเช่น การควบคุมเหตุการณ์ การตัดสินใจ การโต้ตอบกับสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จำลองได้ โดยที่ในชีวิตจริงผู้เรียน อาจไม่สามารถแสดงปฏิกิริยาในสิ่งที่จริงได้ สถานการณ์จำลอง จะลดความยุ่งยากซับซ้อนของเหตุการณ์จริง เช่น ลดรายละเอียด ลดโอกาสที่จะเกิดขึ้น เป็นต้น ในสถานการณ์จำลองผู้เรียนต้องเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยการเรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการด้วยตนเองจนเกิดความเข้าใจคุณลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งการเรียนรู้วิธีการควบคุม เหตุการณ์และต้องเรียนรู้การปฏิบัติในสถานการณ์ที่แตกต่างกันการใช้สถานการณ์จำลองมีจุดมุ่งหมาย เพื่อช่วยให้นักเรียนได้สร้างรูปแบบ การตอบสนองที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์กับเหตุการณ์จริงของโลก เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

โปรแกรมสถานการณ์จำลอง มีความแตกต่างจากโปรแกรมการสอนแบบเนื้อหา ตรงที่โปรแกรมการสอนแบบเนื้อหา จะเน้นหาจะเน้นการช่วยให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้โดยการเสนอเนื้อหาให้แล้วใช้การถาม การตอนที่เหมาะสม เพื่อประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ส่วนโปรแกรมสถานการณ์จำลอง จะเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงในกิจกรรมต่าง ๆ ที่จำลองสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้น ดังนั้น สถานการณ์จำลอง จึงเป็นการจำลองเหตุการณ์เพื่อเลียนแบบ ให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพความเป็นจริงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาจากเหตุการณ์นั้น

### 2.6.1 ประเภทของสถานการณ์จำลอง

นงนุช วรธนวหะ (2535 : 27-28) ได้แบ่งประเภทคอมพิวเตอร์แบบสถานการณ์จำลอง เป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.6.1.1 การจำลองสถานการณ์เชิงกายภาพ (Physical Simulation) โปรแกรมประเภทนี้มักจะจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกล เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการใช้ วิธีการบังคับให้เครื่องกลนั้น ๆ ทำงานหรือเกี่ยวข้องกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ในห้องปฏิบัติการที่จะต้องใช้ทดลอง เช่น สถานการณ์จำลองเกี่ยวกับการขับเคลื่อนเครื่องบินที่อยู่ยกขับซ้อน

2.6.1.2 การจำลองสถานการณ์เชิงขั้นตอนการทำงาน (Procedural Simulation) โปรแกรมลักษณะนี้จะเน้นการเรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการทำงานของเครื่องมือ โดยผู้เรียนเรียนรู้ผ่านเครื่องมือจำลอง เพื่อเน้นการฝึกทักษะ และการกระทำที่จำเป็นต่อการควบคุมให้เครื่องมือเหล่านั้นทำงาน เช่น โปรแกรมที่จำลองความสำคัญของอุปกรณ์การบิน ของเครื่องบิน เป็นต้น

2.6.1.3 การจำลองสถานการณ์เชิงเหตุการณ์ (Situational Simulation) โปรแกรมลักษณะนี้จะเกี่ยวข้องกับทัศนคติ ความคิดเห็น และพฤติกรรมของมนุษย์ในเหตุการณ์ต่าง ๆ มากกว่าการเน้นการฝึกทักษะ ลักษณะโปรแกรมนี้จะแตกต่างจากโปรแกรมสถานการณ์จำลองเชิงขั้นตอนกระบวนการ ซึ่งเน้นการสอนกฎเกณฑ์ นั่นคือ โปรแกรมสถานการณ์จำลองเชิงเหตุการณ์ทั่วไป จะเน้นให้ผู้เรียนค้นหาผลลัพธ์ เนื่องจากการใช้วิธีการที่แตกต่างให้เหตุการณ์หนึ่งหรือ อาจให้ผู้เรียนเล่นบทบาทที่แตกต่างกัน ผู้เรียนอาจเป็นส่วนหนึ่ง ในสถานการณ์นั้น โดยเล่นบทบาทหนึ่ง และมีผู้เรียนอื่นเล่นเป็นบทบาท ของฝ่ายตรงข้ามในโปรแกรมเดียวกัน

2.6.1.4 การจำลองสถานการณ์เชิงกระบวนการ (Process Simulation) โปรแกรมลักษณะนี้ จะแตกต่างจากโปรแกรมจำลองสถานการณ์ประเภทอื่น ๆ คือ ผู้เรียนไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมมีบทบาทในโปรแกรมเช่นเดียวกับประเภทที่ได้กล่าวมาแล้วทั้ง 3 ลักษณะ โปรแกรมลักษณะนี้ ผู้เรียนจะสังเกตกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยไม่เข้าไปขัดจังหวะ เพียงแต่เลือกค่าของตัวแปรในการจำลอง โดยสามารถเร่งลดความเร็วของสถานการณ์จำลองนั้น เช่น โปรแกรมด้านเศรษฐศาสตร์ เกี่ยวกับการทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต หรือโปรแกรมสำหรับการคาดคะเนจำนวนประชากรกลุ่มต่าง ๆ เป็นต้น

เอลลิงตัน แอดคินัลและเบอชีวอล (Ellington , Addinall and Percival 1981 : 77-8) อ้างถึงใน ประวิทย์ บึงสว่าง (2537:66-67) ได้แบ่งสถานการณ์จำลองการทดลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. สถานการณ์จำลองการทดลองที่ทำได้ยากลำบาก หรือทำไม่ได้เช่น การสร้างสถานการณ์จำลองการเคลื่อนที่ของดาวเทียม เป็นต้น
2. สถานการณ์จำลองที่ไม่สามารถจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ หรือวัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาแพง เช่น การสร้างสถานการณ์จำลองการทดลองด้านนิวเคลียร์เตาปรมาณู และกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ กระบวนการ Haber ซึ่งเป็นกระบวนการอุตสาหกรรมทางเคมี ในการผลิตก๊าซแอมโมเนียมาจากก๊าซไนโตรเจน และก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา การควบคุมอุณหภูมิ และใช้ความดันสูงมากในการผลิต
3. สถานการณ์จำลองการทดลองที่ไม่สามารถทดลองจริงได้ เพราะอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ทดลอง และสภาพแวดล้อม เช่น การทดลองเกี่ยวกับสารที่มีกัมมันตภาพรังสี หรือ สารพิษที่เป็นอันตราย
4. สถานการณ์จำลองการทดลองที่การทดลองจริง ต้องใช้เวลาในการทดลองยาวนานมาก เช่น การสำรวจจำนวนประชากร หรืออายุขัยของสิ่งต่าง ๆ โดยวัดจากการเสื่อมสลายของสารกัมมันตภาพรังสีในวัตถุต่าง ๆ

อเลสซี และทรอลลิป (Alessi and Trollip 1985 : 176-192) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบโดยทั่วไปของโปรแกรมสถานการณ์จำลอง ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ

ส่วนนำ ได้แก่

**วัตถุประสงค์** โดยปกตินักเรียนจะคุ้นเคยวิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองน้อยกว่าการเรียนรู้แบบการสอน การฝึกปฏิบัติ และแบบการสอบ ดังนั้น การเน้นวัตถุประสงค์ในโปรแกรมสถานการณ์จำลอง จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการแนะนำนักเรียน เพื่อไปสู่เป้าหมายของการสอน และควรทำให้ทราบอย่างชัดเจนว่า อะไร คือวัตถุประสงค์ของกิจกรรมด้วย

**คำแนะนำ** การให้คำแนะนำอย่างชัดเจนและสมบูรณ์เป็นสิ่งที่สำคัญเพราะนักเรียนจะสนใจในกิจกรรม ซึ่งซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อย ๆ จึงมีการให้คำแนะนำมากกว่าการเฉลยคำแนะนำจะต้องมีการอธิบายอย่างละเอียดก่อนที่นักเรียนจะเริ่มเรียนในบทเรียนสถานการณ์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เปิดฉาก** หลังจากหน้าชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์ และคำแนะนำแล้ว การเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองควรมีการสร้างภาพ สำหรับบทเรียนด้วย เรียกว่า “การเปิด ฉาก” ซึ่งจะอธิบายถึงเนื้อหาของสถานการณ์จำลองที่มีอยู่จริงทางกายภาพ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาอย่างชำนาญ

### การนำเสนอเนื้อเรื่องและปฏิกิริยาตอบโต้

แบบสถานการณ์จำลอง ไม่สามารถแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ เหมือนกับแบบการสอนเนื้อหาและแบบการฝึก เพราะแบบสถานการณ์จำลองจะเป็นการรวมทุกอย่างเข้ามาไว้ในสถานการณ์ลักษณะสำคัญของสถานการณ์จำลองประกอบด้วยเนื้อหาของสถานการณ์จำลอง คือระบบหรือปรากฏการณ์ที่กำลังถูกจำลองเป็นรูปธรรมทางกายภาพ วิธีการ และส่วนของสถานการณ์ ที่ผู้เรียนก็เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการที่โปรแกรมนั้นจำลองอยู่ เนื้อหาแต่ละอย่าง สร้างขึ้นมาจากองค์ประกอบจำนวนหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวกำหนดตามธรรมชาติตัวมันเอง และธรรมชาติของการมีส่วนร่วมกับสถานการณ์นั้น องค์ประกอบเหล่านี้ ได้แก่

**วัตถุ** วัตถุในเนื้อหา คือรูปธรรมทางกายภาพ รูปภาพ หรือคำอธิบายนั่นเอง ตัวอย่างของวัตถุ ได้แก่ เครื่องบิน อุปกรณ์และสารเคมี โทรศัพท์ เครื่องยนต์ วัตถุที่ไม่มีใครรู้จัก การสมัครงาน ป้ายบอกทาง สัตว์ สถานการณ์อาจจะเกี่ยวข้องกับวัตถุประเภทเดียว เช่น เปียโนหนึ่งตัว ในขณะที่สิ่งอื่นอาจจะเกี่ยวข้องกับหลาย ๆ สิ่ง เช่น ผู้คนหลายประเภทในโรงเรียนประถมที่มีการมีวัตถุจำนวนมาก ไม่ใช่เป็นสิ่งจำเป็น ที่จะทำให้สถานการณ์จำลองซับซ้อนมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการจัดสร้างโปรแกรมหรือทำขึ้นเพื่อใช้แต่เป็นสิ่งปกติธรรมดาที่การดำรงอยู่ หรือการขาดหายไปของประชาชน ในฐานะของวัตถุเป็นการเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้น กฎระเบียบที่ควบคุมพฤติกรรมมนุษย์นั้น มีความเข้าใจน้อยกว่ากฎระเบียบที่ควบคุมพฤติกรรมของเครื่องบิน เปียโน และสัตว์

**ความชัดเจน** การดำรงอยู่หรือขาดหายไปของประชาชน ในฐานะของวัตถุในเนื้อหานี้เกี่ยวข้องกับความชัดเจนของเนื้อหา คำว่าความชัดเจนเกี่ยวข้องกับ ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งที่ถูกกระตุ้นว่าดีเพียงใด เนื้อหาที่มีความชัดเจนที่สุดจะเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ของคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ และทางเคมี เช่น เมื่ออุปกรณ์ในการกลั่นถูกทำให้ร้อน หรือเมื่อน้ำหนัก 8 ปอนด์ ตกจากที่สูง 10 ฟุต หรือสิ่งต่างๆ ที่อยู่ภายใต้กฎของฟิสิกส์ หรือเคมีอาจจะมียุทธศาสตร์ประกอบของ โอกาส หรือความเป็นไปได้ด้วย นั่นคือ องค์ประกอบบางอย่าง ซึ่งมีอิทธิพลต่อวัตถุอาจจะไม่ทราบ หรือกำหนดไม่ได้

ระดับของความเป็นจริง ระดับของความเป็นจริง ของสถานการณ์จำลองนั้น เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เกิดขึ้นในโลกของความเป็นจริง ซึ่งระดับของความเป็นจริงมีอยู่ 3 ระดับคือ

1. เนื้อหาที่เกิดขึ้นในขณะที่ถูกจำลองสถานการณ์ ซึ่งรวมทั้งสถานการณ์จำลองที่ได้ถูกอธิบาย
2. เนื้อหาที่เกิดขึ้นแต่ไม่ได้ถูกจำลองสถานการณ์ เช่น เมื่อนักเรียนแสดงเป็นปลาในทะเลสาป หรืออัตราการเกิดของประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าในประเทศ

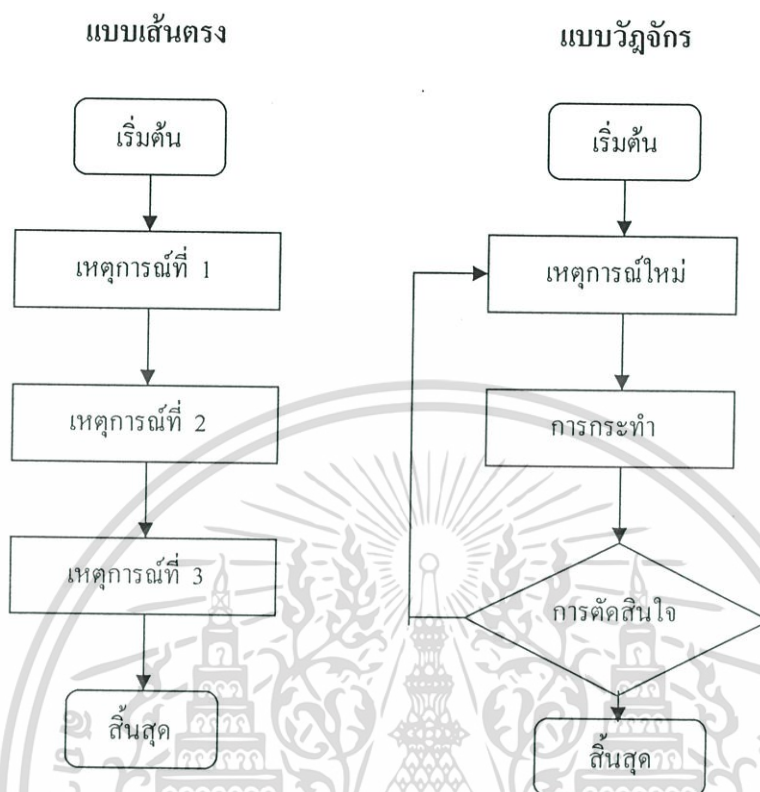
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เนื้อหาที่เกิดจากจินตนาการ ซึ่งจะเกิดขึ้นไม่ได้เลย เช่น ปราสาทที่มีมังกรสงครามยานอวกาศ เป็นต้น เนื้อหาที่เป็นจริงนั้น จะไม่คืบน้อยกว่า เนื้อหาในจินตนาการ แต่เนื้อหาที่เป็นจริงจะมีจุดประสงค์และข้อดีต่างๆ มากกว่า

ความสัมพันธ์ของเนื้อหากับเป้าหมายในการสอน ถ้าเนื้อหาเกี่ยวข้องโดยตรงกับสิ่งที่ต้องเรียน เราเรียกว่า “สิ่งที่เป็นตัวตน” ถ้าเกี่ยวข้องเฉพาะกับสิ่งซึ่งกำลังถูกเรียน เราเรียกว่า “สิ่งที่เกี่ยวข้อง” และถ้าไม่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงของทั้งสองอย่าง จะเรียกว่า “สิ่งที่เลือกตามความพอใจ” ความสัมพันธ์ทั้งสามส่วนนี้ จะสามารถแสดงได้ด้วยภาพในลักษณะของรูปสามเหลี่ยม ตามรูปที่ 2.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

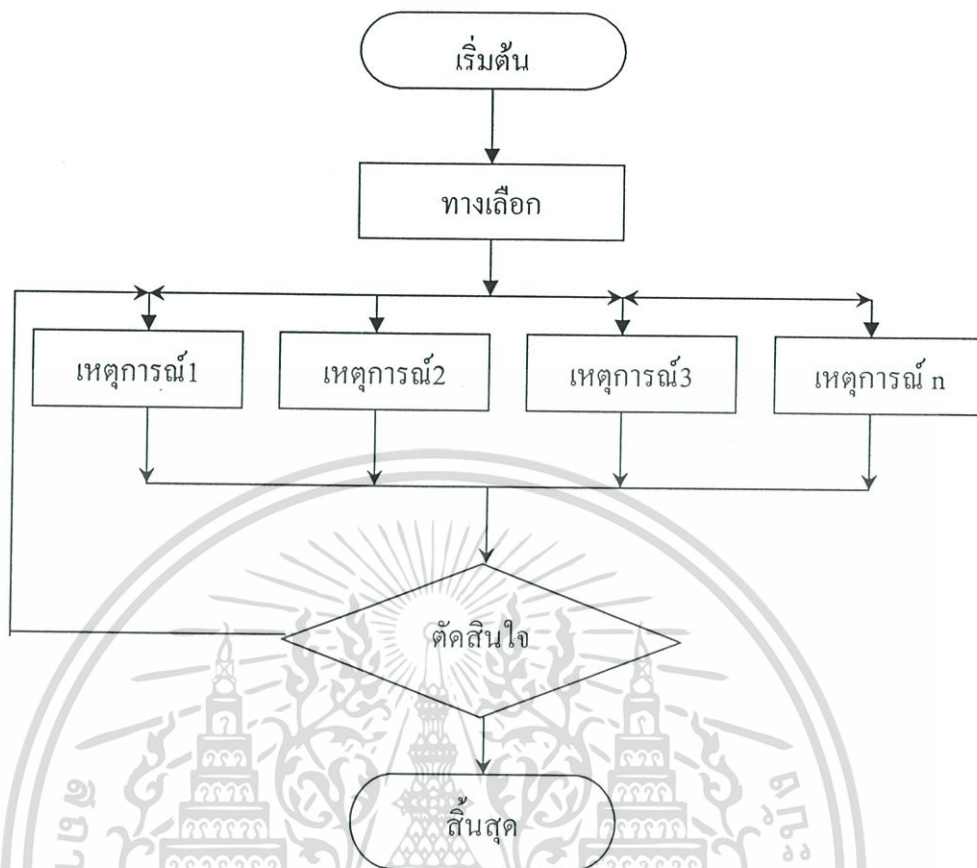


รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบโปรแกรมสถานการณ์จำลองแบบเส้นตรงและแบบวัฏจักร

**จำนวนคำตอบ** การค้นพบของสถานการณ์จำลอง จะเกี่ยวข้องอย่างมากกับความเชื่อถือของสถานการณ์ เนื้อหาบางอย่างไม่มีคำตอบเพราะไม่มีคำตอบที่ถูกและผิด กรณีเช่นนี้นักเรียนสามารถใช้สถานการณ์จำลองในการสังเกตผลได้ง่ายดาย เนื้อหาอื่นๆ โดยเฉพาะเรื่องวิธีการขั้นตอนที่มีลำดับที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว หรือไม่ถูกต้อง เมื่อมีการสร้างสถานการณ์จำลองต้องทำให้เนื้อที่แท้จริง มีความเป็นไปได้ในรูปแบบของความสะดวกและมีประสิทธิภาพ

**กรอบของเวลา** กรอบเวลาของเนื้อหา ก็คือระยะเวลาซึ่งเกิดขึ้นตามปกติเหตุการณ์ในด้านสาขาวิชาฟิสิกส์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น แสงเดินทางเลนส์ เกิดขึ้นหนึ่งส่วนพันล้านวินาที การผสมพันธ์และการเลี้ยงแมวที่ใช้เวลาสัปดาห์ การก่อตัวของภูเขาและแม่น้ำใช้เวลา 1 ล้านปี สิ่งต่างๆเหล่านี้สามารถจำลองได้ แต่ยังมีกรอบของเวลาปรากฏการจริงสูงเท่าไรการจำลองที่เป็นจริง ในมิติเหล่านี้ยิ่งน้อยลง อย่างไรก็ตามเป็นที่แน่ชัดแล้วว่า เหตุการณ์ต่างๆ เหล่านั้น ซึ่งเกิดเร็วที่สุด สถานการณ์จำลองก็จะทำได้ดีแบบซับซ้อน ตามรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบโปรแกรมเหตุการณ์ จำลองแบบซับซ้อน

### 2.6.2 โปรแกรม WinBreadboard

สถานการณ์จำลองในการเรียนการสอนวิชา ปฏิบัติวงจรดิจิทัล เป็นวิธีการเลียนแบบหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อทดแทนการใช้แผงทดลองดิจิทัล เพื่อการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นการจูงใจให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมีส่วนเข้าไปร่วมเกี่ยวข้อง เช่น การควบคุมเหตุการณ์ การตัดสินใจ การโต้ตอบกับสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จำลองได้ โดยที่ในชีวิตจริงนักเรียนอาจไม่สามารถแสดงปฏิกิริยาในสิ่งที่ป็นจริงได้ สถานการณ์จำลองจะลดความยุ่งยากซับซ้อนของเหตุการณ์จริง เช่น ลดรายละเอียด ,ลดโอกาสที่จะเกิดขึ้น, ลดความสูญเปล่า เป็นต้น

ในสถานการณ์จำลองผู้เรียนต้องเรียนรู้การแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการด้วยตนเอง จะเกิดความเข้าใจ และการสร้างสถานการณ์จำลองจะเป็นการลดความสูญเปล่า ลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นได้มาก เช่นการทดลองที่ต้องการ IC TTL หลายๆ ตัวก็สามารถจำลองขึ้นมาได้โดยโปรแกรม

ความเข้าใจคุณลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งการเรียนรู้วิธีการควบคุมเหตุการณ์ และต้องเรียนรู้การปฏิบัติในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน การใช้สถานการณ์จำลองมีจุดมุ่งหมาย เพื่อช่วยให้นักเรียนเอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่ผู้ดูแลเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้สร้างรูปแบบ การตอบสนองที่เป็นประโยชน์กับเหตุการณ์จริงในการทดลอง เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

(หมายเหตุ สำหรับการใช้งาน โปรแกรม WinBreadboard อยู่ในภาคผนวก ข.)

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุทธศักดิ์ สันตมาศ (2543 : 54) ได้สร้างบทเรียนสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ซอฟ เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ ได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังปีการศึกษา 2542 ผลการวิจัยพบว่า มีกลุ่มตัวอย่างที่เรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่าง

ลิขิทธิ ทองเพ็ญ (2544 : 79) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถเรื่องการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server ได้ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถมีประสิทธิภาพ 90/100 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สมชาย ศรีสกุลเตียว (2545 : 52) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ วิชาวงจรพัลส์สวิตซิ่ง เรื่อง ทรานซิสเตอร์สวิตซ์ กลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิชาไฟฟ้า แผนกอิเล็กทรอนิกส์ชั้นปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองจำนวน 20 คน มีผู้ทำการทดสอบผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์ (2545 : 59) การพัฒนาบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องทรานซิสเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องทรานซิสเตอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.25/81.75 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่า การพัฒนาบทเรียนฝึก

ปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ทรานซิสเตอร์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศักดิ์ ศิริกุลกมล (2546 : 62) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย นักศึกษาหลักสูตรวิชาชีพพระยะสัน สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ จำนวน 10 คน และวิทยาลัยสารพัดช่างธนบุรี จำนวน 10 คน รวม 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.30/94.16 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ยิ่งศักดิ์ และเลิศผล (2546 : 62) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การมอดูเลชั่นและดีมอดูเลชั่นแบบแอมพลิจูด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.77/ 93.27 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การมอดูเลชั่นและดีมอดูเลชั่นแบบแอมพลิจูด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การใช้สถานการณ์จำลองด้วยคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน สามารถส่งผลโดยตรงต่อการฝึกทักษะในด้านต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการเรียนในการแก้ปัญหาสูงขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล นอกจากนี้สถานการณ์จำลองด้วยคอมพิวเตอร์ยังใช้เวลาในการเรียนรู้้น้อยกว่าการปฏิบัติการทดลองจริง ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายและเกิดความสนุกสนาน ผู้วิจัยจึงมีความคิดว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองสามารถสร้างเป็นโปรแกรม เพื่อใช้ในการสอนเสริมและทบทวนได้ นักศึกษาที่เรียนกับคอมพิวเตอร์จะมีเจตคติต่อวิชาเรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหรือไม่แตกต่างจากการสอนของครูโดยวิธีปกติและถ้าใช้คอมพิวเตอร์ควบคู่กันไปกับการเรียนการสอนวิธีปกติ ก็จะทำให้สัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีกว่าวิธีใดวิธีหนึ่ง ที่มีความเหมาะสมต่อการสอนปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้นเนื่องจากทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ง่าย โดยเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงในกิจกรรมต่าง ๆ ที่จำลองจากของจริง ทำให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหาจนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ในรายวิชา คณิตศาสตร์ (3105-1008) เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยกำหนดวิธีดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 80 คน

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคมินบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ที่คัดเลือกจากประชากร โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 20 คน

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ วิชาคณิตศาสตร์ ( 3105 - 1008 )เรื่องวงจรลอจิกแบบลำดับ ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัย จะทำการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัย ดังนี้

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องวงจรลอจิกแบบ ลำดับ

3.2.2 แบบวัดความสามารถทางการเรียน

### 3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ วิชาดิจิตอลเทคนิค เรื่องวงจรลอจิกแบบลำดับ มีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

2. วิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

4. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปให้ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ แล้วทำการปรับปรุงตาม ข้อเสนอแนะ

5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปให้ ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ

5.1 รายงานผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะ  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง

2. อาจารย์มนตรี พรหมเพชร แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ศูนย์ฝึก  
อบรมและพัฒนาอาชีวศึกษา กรม  
อาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3. อาจารย์นิมิตร อมฤทธิ์วาทา แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัย  
เทคนิคมีนบุรี

5.2 รายงานผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. อาจารย์สมบุญ เนียมกล้า แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ศูนย์ฝึก  
อบรมและพัฒนาอาชีวศึกษา กรม  
อาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อาจารย์บุญเลียง อบแสงทอง ฝ่ายกิจการนักศึกษา วิทยาลัยเทคนิค  
คูสิต

3. อาจารย์ซัชชัย วัฒนเบญจโสภา แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัย  
เทคนิคมีนบุรี

### 5.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 แบบ  
คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และแบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้  
ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน ทั้ง 2 แบบตามขั้นตอนดังนี้

#### 5.3.1 แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา

1. ด้านเนื้อหา
2. ด้านการนำเสนอเนื้อหา

#### 5.3.2 แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. การนำเสนอบทเรียน
2. ด้านรูปภาพ, เสียง, และตัวอักษร
3. ความสอดคล้องของสื่อกับเนื้อหา

แบบประเมินแต่ละด้าน จะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เลือกประเมินแสดงความคิดเห็น ซึ่ง  
การประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Scale) คือดีมาก, ดี, ปานกลาง, พอใช้และควรปรับปรุง โดย  
ระดับความคิดเห็นเป็นบวกมีคะแนนเป็น 5,4,3,2 และ 1 ในแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนนั้น  
ผู้วิจัยแบ่งระดับความคิดเห็น ออกเป็น 5 ระดับดังนี้

- |           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| 5 หมายถึง | คุณภาพสื่อการสอนดีมาก       |
| 4 หมายถึง | คุณภาพสื่อการสอนดี          |
| 3 หมายถึง | คุณภาพสื่อการสอนปานกลาง     |
| 2 หมายถึง | คุณภาพสื่อการสอนพอใช้       |
| 1 หมายถึง | คุณภาพสื่อการสอนควรปรับปรุง |

โดยมีเกณฑ์การประเมินคุณภาพสื่อ ของการแสดงความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งจะนำ  
คะแนนที่ได้จากแบบประเมินสื่อ มาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

เกณฑ์ ( $\bar{X}$ )	ระดับคุณภาพ
4.50-5.00	ดีมาก
3.50-4.49	ดี
2.50-3.49	ปานกลาง
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

ในการประเมินนั้น เป็นการประเมินแยกกัน ระหว่างด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และด้านเนื้อหาโดยคะแนนเฉลี่ยที่ได้แต่ละด้าน จะต้องได้เกณฑ์ ( $\bar{X}$ ) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปจึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

5.4 นำแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนทั้ง 2 แบบ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไข

5.5 ได้แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ ได้แสดงความคิดเห็น เพื่อการประเมินสื่อการสอน

ในการประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และ S.D = 0.43 แปลผลได้ว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีและมีความเห็นไม่แตกต่างกันมากนัก และด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และ S.D = 0.42 แปลผลได้ว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี และมีความเห็นไม่แตกต่างกันมากนัก

6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

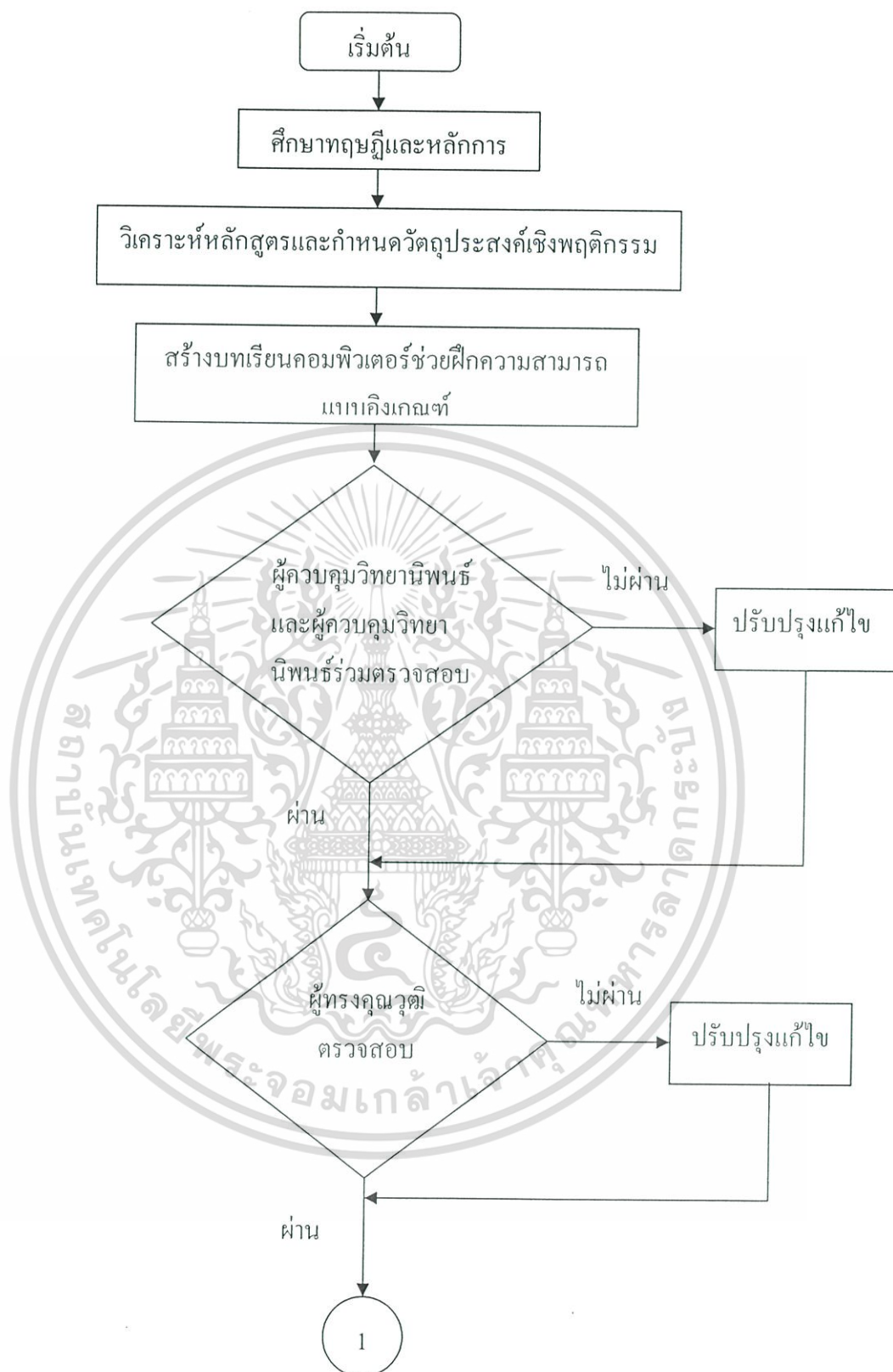
7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน (เก่ง, ปานกลาง, อ่อน) และรับฟังความคิดเห็นเพื่อรวบรวมข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยมีข้อเสนอแนะ คือ ควรมีคู่มือการใช้งานในบทเรียน

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 คน (เก่ง, ปานกลาง, อ่อน) และรับฟังความคิดเห็นเพื่อรวบรวมข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยไม่มีข้อเสนอแนะ

9. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่พร้อมจะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

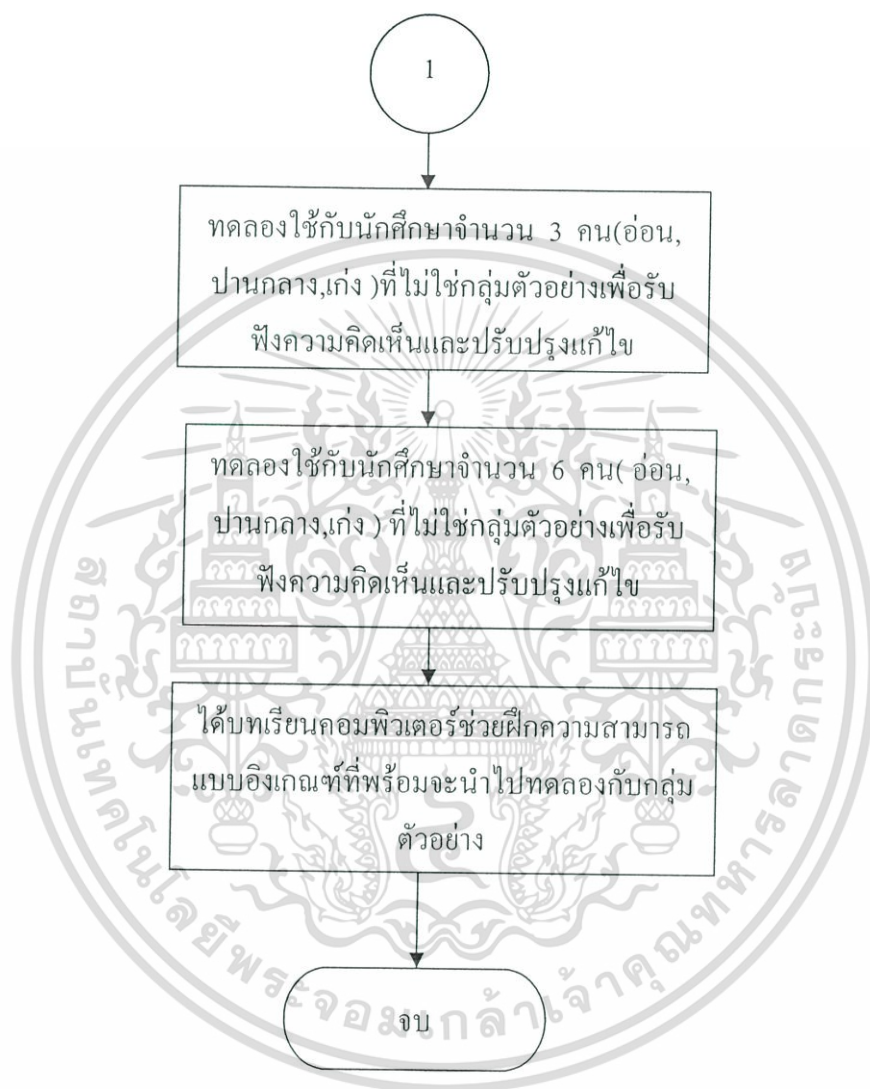
ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 การสร้างแบบวัดความสามารถทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่เข้ารับการประเมิน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ ( Checklist) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.2.2.1 วิเคราะห์หลักสูตร โดยศึกษาจุดประสงค์รายวิชา คำอธิบายรายวิชา และ เนื้อหาแบ่งเป็นหัวข้อย่อยตามความสำคัญของเนื้อหา และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.2.2.2 สร้างแบบวัดความสามารถทางการเรียน โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแบบวัดความสามารถทางการเรียนมีลักษณะ เป็นแบบสำรวจรายการ ( Checklist) และมีการประเมินความสามารถการปฏิบัติงาน ดังนี้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง จากนั้นนำมาหาความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดความสามารถทางการเรียน

3.2.2.3 สร้างแบบประเมินความสอดคล้องเพื่อหาความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา ของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2534 : 177) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่านและใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็น และการคำนวณจากสูตรดังนี้

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1. ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม     | ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะ<br>ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบัน<br>เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร<br>ลาดกระบัง |
| 2. อาจารย์มนตรี พรหมเพชร    | แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ ศูนย์<br>ฝึกอบรมและพัฒนาอาชีวศึกษากรม<br>อาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ               |
| 3. อาจารย์นิมิตร อมฤทธิวาทา | แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัย<br>เทคนิคมีนบุรี   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับคะแนน 1 สำหรับรายการประเมินที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ระดับคะแนน 0 สำหรับรายการประเมินที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ระดับคะแนน -1 สำหรับรายการประเมินที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

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

$IOC$  = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$$\sum R = \text{ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด}$$

$$n = \text{จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ}$$

3.2.2.4 นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าแบบวัดความสามารถมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยผลการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของทุกหน่วยการเรียน พบว่ามีค่า  $IOC = 1$  แสดงว่าแบบวัดความสามารถมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และสามารถนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้

3.2.2.5 สร้างแบบวัดความสามารถทางการเรียนของนักศึกษาที่เข้ารับการฝึก โดยให้สอดคล้องกับแบบวัดความสามารถของผู้ประเมินการฝึก โดยแบ่งออกเป็น 7 ใบปฏิบัติงาน ดังนี้

1. ใบปฏิบัติงานที่ 1 เรื่อง วงจร Nor Gate S-R Latch
2. ใบปฏิบัติงานที่ 2 เรื่อง วงจร Nand Gate S-R Latch
3. ใบปฏิบัติงานที่ 3 เรื่อง วงจร Nand Gate D Latch
4. ใบปฏิบัติงานที่ 4 เรื่อง วงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop
5. ใบปฏิบัติงานที่ 5 เรื่อง วงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop
6. ใบปฏิบัติงานที่ 6 เรื่อง วงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter
7. ใบปฏิบัติงานที่ 7 เรื่อง วงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1 ติดต่อ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยไปยังผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

3.3.2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปติดต่อผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลการวิจัย

3.3.3. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์นำ มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน แล้วประเมินผลการปฏิบัติงานลงในแบบวัดความสามารถทางการเรียน

3.3.4 ให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยผู้เรียน 1 คน ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

3.3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เก็บข้อมูลที่วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดังนี้

ขั้นตอนการหาความสามารถทางการเรียนหลังจบบทเรียนแต่ละหน่วย

3.3.5.1 เตรียมคอมพิวเตอร์พร้อมระบบมัลติมีเดียสำหรับการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ พร้อมติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ และ แบบวัดความสามารถทางการเรียน

3.3.5.2 แนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ และการประเมินผลตามแบบวัดความสามารถทางการเรียน

3.3.5.3 ให้นักศึกษาศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ในแต่ละหน่วยเรียน เมื่อนักศึกษาศึกษาจบแต่ละหน่วยแล้ว ให้นักศึกษาทำการทดลองปฏิบัติงานจากชุดทดลองตามแบบวัดความสามารถทางการเรียนของนักศึกษาในภาคปฏิบัติในแต่ละหน่วย โดยมีอาจารย์ผู้ควบคุมสังเกตการปฏิบัติงานของนักศึกษาเพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของนักศึกษา ลงในแบบวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่เข้ารับการประเมิน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ ( Checklist ) ของแต่ละหน่วยจนครบ 7 หน่วย นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าความสามารถทางการเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ขั้นตอนการหาความสามารถทางการเรียนหลังจบบทเรียนครบทุกหน่วย

3.3.5.4 เตรียมคอมพิวเตอร์พร้อมระบบมัลติมีเดียสำหรับการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ พร้อมติดตั้ง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ และ แบบวัดความสามารถทางการเรียน

3.3.5.5 แนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับและการประเมินผลตามแบบวัดความสามารถทางการเรียน

3.3.5.6 ให้นักศึกษาศึกษาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ จนครบทุกหน่วยเรียน เมื่อนักศึกษาศึกษาจบครบทุกหน่วยแล้ว ให้นักศึกษาทำการทดลองปฏิบัติงานจากชุดทดลองตามแบบวัดความสามารถทางการเรียนของนักศึกษาในภาคปฏิบัติงานครบทุกหน่วย โดยมีอาจารย์ผู้ควบคุมสังเกตการปฏิบัติงานของนักศึกษาเพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของนักศึกษาลงใน แบบวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่เข้ารับการประเมิน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ ( Checklist) จนครบทุกหน่วย นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าความสามารถทางการเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆดังนี้

3.4.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของการประเมินบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4.2 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดความสามารถทางการเรียน

3.4.3 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

### 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 หาค่าสถิติพื้นฐานของการประเมินบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( กานดา พูนลาภทวี, 2539 : 42 )

#### 3.5.1.1 การหาค่าเฉลี่ย จากสูตร

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

เมื่อ  $\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ย

$\sum X$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  = จำนวนสมาชิกทั้งหมด

#### 3.5.1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[ \frac{\sum fx}{N} \right]^2}$$

เมื่อ  $\sum fx$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum fx^2$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$N$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

#### 3.5.2 การหาค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาของแบบวัดความสามารถทางการเรียน

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

$IOC$  = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$  = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

$n$  = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตร (ฉลองชัย สุรวัดนนท์ : 2528.214)

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100)$$

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

$E_1$  = คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากการทำแบบวัดความสามารถทางการเรียนหลังจบการทดลองในแต่ละหน่วย คิดเป็นร้อยละ

$E_2$  = คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาจากการทำแบบวัดความสามารถทางการเรียนหลังจบการทดลองครบทุกหน่วย คิดเป็นร้อยละ

$\sum X$  = คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบวัดความสามารถทางการเรียนหลังจบการทดลองในแต่ละหน่วย

$\sum F$  = คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบวัดความสามารถทางการเรียนหลังจบการทดลองครบทุกหน่วย

A = คะแนนเต็มของแบบวัดความสามารถทางการเรียนในแต่ละหน่วย

B = คะแนนเต็มของแบบวัดความสามารถทางการเรียนครบทุกหน่วย

N = จำนวนนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ การดำเนินการวิจัยผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ตามเกณฑ์ 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์แต่ละหน่วย

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วย

4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงการหาค่า ความสามารถทางการเรียนของบทรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความ  
สามารถแบบอิงเกณฑ์ ในแต่ละหน่วย

คนที่	หน่วย ที่ 1 10 คะแนน	หน่วย ที่ 2 10 คะแนน	หน่วย ที่ 3 10 คะแนน	หน่วย ที่ 4 17 คะแนน	หน่วย ที่ 5 19 คะแนน	หน่วย ที่ 6 8 คะแนน	หน่วย ที่ 7 8 คะแนน	ร้อยละ
1	10	9	9	16	17	7	7	
2	8	8	8	15	15	7	7	
3	8	9	8	14	15	7	7	
4	9	8	9	15	17	8	8	
5	9	8	8	16	16	7	7	
6	10	10	9	15	18	8	8	
7	10	10	9	16	18	8	8	
8	9	8	9	15	16	7	7	
9	9	8	9	15	15	7	7	
10	8	8	8	14	15	7	7	
11	9	10	9	16	17	8	8	
12	9	8	8	14	15	7	7	
13	8	9	8	14	15	7	7	
14	8	9	8	14	15	8	7	
15	9	8	8	16	16	7	7	
16	10	9	9	16	17	7	7	
17	9	8	9	16	15	8	7	
18	8	9	8	16	16	8	7	
19	9	8	8	15	15	7	7	
20	8	9	8	14	15	7	7	
คะแนน เฉลี่ย	8.85	8.65	8.45	15.1	15.9	7.35	7.2	
ร้อยละ	88.5	86.5	84.5	88.82	83.68	91.88	90	87.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 เป็นการหาค่า ความสามารถทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ในแต่ละหน่วยโดยคิดมาจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน 20 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากการทำแบบวัดความสามารถทางการเรียนในแต่ละหน่วย คิดเป็นร้อยละ 87.7 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.2 แสดงการหาค่าความสามารถทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วย

คนที่	คะแนนรวมบทเรียน ครบทุกหน่วย	ร้อยละ
1	77	93.90
2	69	84.15
3	70	85.4
4	75	91.46
5	72	87.8
6	78	95.12
7	79	96.34
8	75	91.46
9	76	92.68
10	69	84.15
11	77	93.90
12	69	84.15
13	70	85.4
14	70	85.4
15	73	89.02
16	75	91.46
17	75	91.46
18	74	90.24
19	71	86.59
20	70	85.4
คะแนนเฉลี่ย	73.2	89.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 เป็นการหาค่าความสามารถทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วย โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน 20 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากการทำแบบวัดความสามารถทางการเรียนครบทุกหน่วยที่กำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 89.27 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์

การประเมิน	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนเฉลี่ยหลังจบบทเรียนในแต่ละหน่วย (E1)	87.7	80
คะแนนเฉลี่ยหลังจบบทเรียนครบทุกหน่วย (E2)	89.27	80

จากตารางที่ 4.3 ผลจากการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ในแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ 87.7 และผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ครบทุกหน่วยคิดเป็นร้อยละ 89.27 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ฟลิป-ฟลอปและวงจรมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $87.7/89.27$  สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ โดยสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ในรายวิชา ดิจิตอลเทคนิคตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ กรมอาชีวศึกษา

5.1.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ

#### 5.1.2 สมมุติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ (Sequential Logic Circuit) ในรายวิชา ดิจิตอลเทคนิค คาดว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E1/E2 = 80/80$

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิค มีนบุรี ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์จำนวนประมาณ 80 คน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาที่คัดเลือกจากประชากร โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจงเพื่อใช้ในการทดลองจำนวน 20 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

5.1.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ฟลิป-ฟลอปและวงจรรนับ

5.1.4.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

5.1.4.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน

#### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เก็บข้อมูลที่วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี จำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูล ดังนี้

ขั้นตอนการหาความสามารถทางการเรียนหลังจบบทเรียนแต่ละหน่วย

5.1.5.1 เตรียมคอมพิวเตอร์พร้อมระบบมัลติมีเดียสำหรับการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ พร้อมติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ และ แบบวัดความสามารถทางการเรียน

5.1.5.2 แนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ และการประเมินผลตามแบบวัดความสามารถทางการเรียน

5.1.5.3 ให้นักศึกษาศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องวงจรลอจิกแบบลำดับ ในแต่ละหน่วยเรียน เมื่อนักศึกษาศึกษาจบแต่ละหน่วยแล้ว ให้นักศึกษาทำการทดลองปฏิบัติงานจากชุดทดลองตามแบบวัดความสามารถทางการเรียนของนักศึกษาในภาคปฏิบัติในแต่ละหน่วย โดยมีอาจารย์ผู้ควบคุมสังเกตการปฏิบัติงานของนักศึกษาเพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของนักศึกษา ลงในแบบวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่เข้ารับการประเมิน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ ( Checklist ) ของแต่ละหน่วยจนครบ 7 หน่วย นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าความสามารถทางการเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

ขั้นตอนการหาความสามารถทางการเรียนหลังจบบทเรียนครบทุกหน่วย

5.1.5.4 เตรียมคอมพิวเตอร์พร้อมระบบมัลติมีเดียสำหรับการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ พร้อมติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ และ แบบวัดความสามารถทางการเรียน

5.1.5.5 แนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับและการประเมินผลตามแบบวัดความสามารถทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5.6 ให้นักศึกษาศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องวงจรลอจิกแบบลำดับ จนครบทุกหน่วยเรียน เมื่อนักศึกษาศึกษาจบครบทุกหน่วยแล้ว ให้นักศึกษาทำการทดสอบปฏิบัติงานจากชุดทดลองตามแบบวัดความสามารถทางการเรียนของนักศึกษาในภาคปฏิบัติจนครบทุกหน่วย โดยมีอาจารย์ผู้ควบคุมสังเกตการปฏิบัติงานของนักศึกษาเพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานของนักศึกษา ลงในแบบวัดความสามารถทางการเรียนภาคปฏิบัติของนักศึกษาที่เข้ารับการประเมิน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ ( Checklist) จนครบทุกหน่วย นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าความสามารถทางการเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

#### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบวัดความสามารถทางการเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ 87.7 และ คะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถทางการเรียนครบทุกหน่วยการเรียนคิดเป็นร้อยละ 89.27 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

#### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถนำมาสรุปผลการวิจัยได้คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80

### 5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ พบว่า สามารถนำไปสู่กระบวนการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้คือ กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาที่รับการประเมินจำนวน 20 คน ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์เท่ากับ 87.7/ 89.27 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์สามารถให้ความรู้ตรงตามวัตถุประสงค์การฝึกภาคปฏิบัติแก่นักศึกษา สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาดิจิทัลเทคนิค ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยิ่งศักดิ์ และเลิศผล (2546 : 62) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การมอดูเลชันและดีมอดูเลชันแบบแอมพลิจูด ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.77/ 93.27 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การมอดูเลชันและดีมอดูเลชันแบบแอมพลิจูด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่เชิงพาณิชย์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการประเมิน โดยใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียน ปรากฏว่าผลคะแนนของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละหน่วยการฝึกโดยภาพรวม อยู่ระหว่างร้อยละ 82.3-97 เมื่อประเมินทั้ง 7 หน่วยการฝึกพบว่า ผู้เรียนสามารถปฏิบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ เหตุผลที่เป็นเช่นนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากผู้เรียนมีความสามารถที่ไม่แตกต่างกัน

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ด้านเนื้อหา จากผู้ทรงคุณวุฒินั้น มีค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน ดังนี้

ด้านเนื้อหา มีระดับค่าเฉลี่ย = 4.3 (ดี)

ด้านการนำเสนอเนื้อหา มีระดับค่าเฉลี่ย = 4.67 (ดีมาก)

ค่าเฉลี่ยจากทุกด้านที่ประเมินอยู่ในระดับ 4.44 แสดงว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒินั้น มีค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน ดังนี้

ด้านการนำเสนอบทเรียน มีระดับค่าเฉลี่ย = 4.33 (ดี)

ด้านรูปภาพ,เสียงและตัวอักษร มีระดับค่าเฉลี่ย = 4.42 (ดี)

ด้านความสอดคล้องของสื่อกับเนื้อหา มีระดับค่าเฉลี่ย = 4.33 (ดี)

ค่าเฉลี่ยจากทุกด้านที่ประเมินอยู่ในระดับ 4.37 แสดงว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ฟลิป-ฟลอปและวงจรรีบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนกลุ่มอื่นที่เรียนเนื้อหาวิชานี้หรือผู้สนใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ในการนำไปใช้งาน

ข้อเสนอที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มีดังนี้

5.3.1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น ควรจะต้องผสมผสานกับระบบมัลติมีเดียได้อย่างสมบูรณ์

5.3.1.2 ควรให้ผู้เรียนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก ความสามารถแบบอิงเกณฑ์ 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

5.3.1.3 ผู้เรียนจะต้องศึกษาวิธีการใช้งาน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก ความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้เข้าใจการใช้งานได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.1.4 ควรจะศึกษาบทเรียนที่สร้างขึ้นให้ครบทุกขั้นตอน ตามที่กำหนด เรียงตามลำดับเพราะจะทำให้ผู้เรียนรู้เนื้อหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์

5.3.1.5 สภาพแวดล้อมจะต้องมีความเหมาะสมกับการเรียน

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ในแนวเดียวกันนี้ให้มีเนื้อหาเพิ่มเติม ให้ครบหลักสูตรรายวิชา

5.3.2.2 ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก ความสามารถแบบอิงเกณฑ์ไปทดลองใช้กับนักศึกษาในสถาบันอื่นๆ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพให้ได้มาตรฐานที่สูงขึ้น

5.3.2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยและสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ แบบสถานการณ์จำลองในเนื้อหาวิชาต่างๆ

5.3.2.4 ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ที่สร้างขึ้นให้สามารถนำไปใช้ในระบบอินเทอร์เน็ตได้

5.3.2.5 การเลือกใช้สื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ควรคำนึงถึงความพร้อมของสถานศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้สื่ออย่างคุ้มค่า

5.3.2.6 สำหรับแบบวัดความสามารถทางการเรียนของครูฝึกที่ใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ควรมีเกณฑ์การประเมินให้มีระดับมากขึ้น เพื่อที่จะแยกความแตกต่างของความสามารถของนักศึกษาได้ละเอียดมากขึ้น แต่การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ 2 ระดับเพราะว่าเป็นรายวิชาทางระบบดิจิทัลซึ่งให้ผลของการปฏิบัติงานออกมา 2 ระดับคือ จริง กับ เท็จ

5.3.2.7 สถานการศึกษาต่างๆ ควรจัดให้มีการส่งเสริมให้ครูผู้สอนมีการแสวงหาความรู้และสนับสนุนการทำวิจัยเกี่ยวกับ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่ได้มาตรฐานในทุกสาขาวิชา เนื่องจากเป็นสื่อการสอนที่มีขั้นตอนและวิธีการที่มีความทันสมัย แปลกใหม่ และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

พิชัย สดภิบาล. 2543. คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST. กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. กระทรวงแรงงาน และสวัสดิการสังคม. ประเทศไทย.

กรมอาชีวศึกษา. 2540. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540.

กรุงเทพมหานคร : กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

กานดา พูนลาภทวี. 2539. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์.

ครรชิต มาลัยวงศ์. 2532. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” คอมพิวเตอร์แม่ข่าย. มิถุนายน 2532 : 60-70.

ครรชิต ไมตรี. 2533. การวิเคราะห์และออกแบบวงจรซีแควนเชียล. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ฉลองชัย สุวัฒน์บุรณ์. 2537. การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรินทร์ ธานีรัตน์. 2519. การทดสอบและวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียน สโตร์

ชวาล แพรรค์กุล. 2541. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ชูศรี วงรัตน์. 2541. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์.

นงนุช วรรณนวะ. 2535. คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : วารสารรามคำแหง.

บุญชม ศรีสะอาด. 2543. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

บุญเรียง ขจรศิลป์. 2539. สถิติวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด.เอ็น.การพิมพ์.

ประวิทย์ บึงสว่าง. 2537. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเรื่องปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. วิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา . มหาลัยศรีนครินทร์วิโรฒประสานมิตร

บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด มหาชน.

ประกิจ รัตนสุวรรณ. 2526. การวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พรชัย จันทร์จำทย. 2540. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อสอนซ่อมเสริมนักเรียน. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ไพศาล หวังพานิช. 2526. การวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ไพศาล หวังพานิช. 2533. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิธีการวิจัยทางพฤกษศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ยุทธศักดิ์ สันตมาศ. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์โปรแกรมโฟโตชอป เรื่อง การตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- รวิวรรณ ชินะตะกุล. 2535. วิธีวิจัยการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดการพิมพ์.
- ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ. 2544. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถเรื่อง การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Window NT Server.” วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์(เอกคอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ส่งเสริมวิชาการ.
- วิริยา บุญชัย. 2523. การทดสอบและวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- วิญญา วิศาลาภรณ์. 2530. การสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศุภวัฒน์ สาวัญย์วิสุทธิ์. 2545. การพัฒนาบทเรียนฝึกปฏิบัติตามทักษะความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง ทรานซิสเตอร์. กรุงเทพมหานคร : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศักดิ์ ศศิกุลกมล. 2546. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์. กรุงเทพมหานคร : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมชาย ศรีสกุลเดี่ยว. 2545. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ วิชาวงจรพัลส์สวิตชิง เรื่อง ทรานซิสเตอร์. กรุงเทพมหานคร : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ยิ่งศักดิ์ และเลิศผล. 2545. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง การมอดูเลชั่นและดีมอดูเลชั่นแบบแอมพลิจูด**. กรุงเทพมหานคร : วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมคิด ชาอุชัย. 2537. "การสร้างแบบประเมินความสามารถในการเล่นบาสเกตบอลของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น" วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สุชาติ ศิริสุขไพบุลย์. 2530. **การสอนทักษะปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. **การออกแบบบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุชาย ธนเสถียร และชัยรงค์ วงศ์ชัยสุวรรณ. 2530. **หลักการออกแบบวงจรดิจิทัล**. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุธีร์ กิจฉวี. 2543. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวงจรคอมบิเนชัน." วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2452. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542**. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานปลัดกระทรวง.
- Alessi, Stephen M, and Stanley R, Trollip. **Computer Base instruction**. New Jersey : Prentice – hall , Eaglewood Cliffs.
- Jeseoph Ganci. 1993. **Macromedia Authorware Internal Functions Professional Reference**. Indianapolis : New Rider.
- Hopkins. Chales. D. and Ricahrd L. Antes. 1979. **Classroom Testing**. Itasca : Peacock. Publishers Inc.
- Liu , His-Chiu. 1975. **Computer-assisted Instruction in Teaching Collage**. Physics : Dissertation Abstracts International.
- M. Morris, Mano. 1984. **Digital Design**. New Jersey Prentice-hall : Eaglewood Cliffs.
- Macromedia. 1993. **Authorware professional for windows user guide**. San Francisco : Macromedia.
- Macromedia. 1993. **Authorware professional for windows Variables and Functions**. San Francisco : Macromedia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Richard, H. Berube. 1999. **Computer Simulater Experiments for Digital Electronics using Electronic Workbench.** New Jersey Prentice-hall : Simon & Schuster/A Viacom.  
YOERIC SOFTWARE 256 Windy ridge Rd. Chapel hell NC [http :// home. Interpath.net/yoeric](http://home.interpath.net/yoeric)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายวิชา ไตนิล รหัสประจำตัว 42064604 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (COMPETENCY BASED SKILL TRAINING PACKAGE ON SEQUENTIAL LOGIC CIRCUIT)" โดยมี ดร.สุวิสิทธิ์ ภาตรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2545

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 18 มกราคม พ.ศ.2545

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก วีระเชษฐ ชันเงิน)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04 / 1727

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ พฤศจิกายน ๒๕๕๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ  
2. แบบทดสอบและแบบทดสอบสอนเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายวิชา โตนิน นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 10 มกราคม ๒๕๕๖ คณะกรรมการอุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นายวิชา โตนิน เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
เลขรับ..... 3590
วันที่..... 9 ส.ค. 2546
เวลา.....

ที่ ศธ 0524.04/ 1727

คณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๖ พฤศจิกายน 2546

ฝ่ายวางแผนและจัดหา
เลขรับ..... 114
วันที่..... 15 ธ.ค. 46
เวลา.....

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบและแบบทดลองสอนเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายวิชา โคนิด นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" คณะกรรมการอุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์แก่แบบได้โปรดอนุญาตให้ นายวิชา โคนิด ทดลองสอนนักศึกษาระดับชั้น ปวส. ปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 2546 เพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ซึ่งงาม  
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เสนอ ผ.อ.วท. มีนบุรี

1. เพื่อโปรดทราบ

2. คัดลอกแบบทดสอบและแบบทดลองสอน  
วิชา โคนิด ทดลองเครื่องวัดเพื่อการศึกษา  
และได้รวบรวมรวมเข้ามูข

3. เห็นสมควรลงนาม ผ.อ. วท. มีนบุรี  
อัครเนนท

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

  
๑๕๓๖๖

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 7373000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

๑๕๓๖๖  
เห็นชอบ ผอ. ฝ่าย  
วางแผนและจัดหา

๑๕๓๖๖  
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ภาคผนวก ข.

**รายละเอียดผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง  
แบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 1 Nor Gate S-R Latch

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	$\Sigma R$	IOC
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง		
1.1 ต่อวงจร Nor Gate S-R Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 7402 ดังรูป ได้ถูกต้อง	3	1
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7402 ได้ถูกต้อง	3	1
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา R และ S ของวงจร Nor Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง	3	1
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร Nor Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง	3	1
2. บันทึกค่าจากการทดลอง		
2.1 ตั้งค่าให้ S = 1 และ R = 0 โดยใช้สวิตช์ (เปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, ปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.2 ตั้งค่าให้ S = 0 และ R = 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.3 ตั้งค่าให้ S = 0 และ R = 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.4 ตั้งค่าให้ S = 1 และ R = 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.5 ถ้าตั้งค่าให้ S และ R เรียงตามลำดับดังนี้ S = 100101, R = 010001 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 2 Nand Gate S-R Latch

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	$\Sigma R$	IOC
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง		
1.1 ต่อวงจร Nand Gate S-R Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 7400 ดังรูป ได้ถูกต้อง	3	1
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7400 ได้ถูกต้อง	3	1
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา R' และ S' ของ วงจร Nand Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง	3	1
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร Nand Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง	3	1
2. บันทึกค่าจากการทดลอง		
2.1 ตั้งค่าให้ S' = 0 และ R' = 1 โดยใช้สวิตช์ (เปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, ปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.2 ตั้งค่าให้ S' = 1 และ R' = 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.3 ตั้งค่าให้ S' = 1 และ R' = 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.4 ตั้งค่าให้ S' = 0 และ R' = 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.5 ถ้าตั้งค่าให้ S' และ R' เรียงตามลำดับดังนี้ S' = 011010, R' = 101110 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หน่วยที่ 3 Nand Gate D Latch

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	$\Sigma R$	IOC
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง		
1.1 ต่อวงจร Nand Gate D Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 7404 และ 7400 ดังรูป ได้ถูกต้อง	3	1
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7400 และ 7400 ได้ถูกต้อง	3	1
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา D และ EN ของวงจร Nand Gate D Latch ได้ถูกต้อง	3	1
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา $S'$ , $R'$ , Q และ $Q'$ ของวงจร Nand Gate D Latch ได้ถูกต้อง	3	1
2. บันทึกค่าจากการทดลอง		
2.1 ตั้งค่าให้ $D = 0$ และ $EN = 1$ โดยใช้สวิตช์ (ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) บันทึกค่าเอาต์พุต $S'$ , $R'$ , Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง	3	1
2.2 ตั้งค่าให้ $D = 1$ และ $EN = 1$ โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต $S'$ , $R'$ , Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง	3	1
2.3 ตั้งค่าให้ $D = 1$ และ $EN = 0$ โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต $S'$ , $R'$ , Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง	3	1
2.4 ตั้งค่าให้ $D = 0$ และ $EN = 0$ โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต $S'$ , $R'$ , Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง	3	1
2.5 ถ้าตั้งค่าให้ D และ EN เรียงตามลำดับดังนี้ $D = 100101$ , $EN = 010001$ โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง	3	1
2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 4 IC Edge-Triggered D Flip-Flop

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	$\Sigma R$	IOC
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง		
1.1 ต่อวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ลงบนบอร์ดทดลองคิจิตอลโดยใช้ IC เบอร์ 7474 ดังรูป ได้ถูกต้อง	3	1
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7474 ได้ถูกต้อง	3	1
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัวเข้าที่ขา D , CLK , PRE' และ CLR' ของวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ได้ถูกต้อง	3	1
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ได้ถูกต้อง	3	1
2. บันทึกค่าจากการทดลอง		
2.1 ตั้งค่าให้ D = 1 , PRE' = 1 , CLR' = 1 และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1 ) และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.2 ตั้งค่าให้ D = 0 , PRE' = 1 , CLR' = 1 และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.3 ตั้งค่าให้ D = 0 , PRE' = 1 , CLR' = 1 และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.4 ตั้งค่าให้ D = 0 , PRE' = 1 , CLR' = 1 และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.5 ตั้งค่าให้ D = 1 , PRE' = 1 , CLR' = 1 และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.6 ตั้งค่าให้ D = 1 , PRE' = 1 , CLR' = 0 และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.7 ตั้งค่าให้ D = 1 , PRE' = 1 , CLR' = 0 และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.8 ตั้งค่าให้ D = 0 , PRE' = 0 , CLR' = 1 และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	$\Sigma R$	IOC
2.9 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 0$ , $CLR' = 1$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.10 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 1$ , $CLR' = 0$ และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.11 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 0$ , $CLR' = 0$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.12 ถ้าตั้งค่าให้ $PRE' = 1$ , $CLR' = 1$ คงที่ และ D, CLK เรียงตามลำดับดังนี้ $D = 110011$ , $CLK = 010101$ โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.13 นำค่าจากข้อ 2.12 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง	3	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 5 IC Edge-Triggered JK Flip-Flop

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	$\Sigma R$	IOC
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง		
1.1 ต่อวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 74112 ดังรูป ได้ถูกต้อง	3	1
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 74112 ได้ถูกต้อง	3	1
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัวเข้าที่ขา J, K, CLK', PRE' และ CLR' ของวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ได้ถูกต้อง	3	1
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ได้ถูกต้อง	3	1
2. บันทึกค่าจากการทดลอง		
2.1 ตั้งค่าให้ J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 0 และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้ สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.2 ตั้งค่าให้ J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1 และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้ สวิตช์ และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.3 ตั้งค่าให้ J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1 และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้ สวิตช์ และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.4 ตั้งค่าให้ J = 0, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1 และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้ สวิตช์ และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.5 ตั้งค่าให้ J = 0, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1 และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้ สวิตช์ และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.6 ตั้งค่าให้ J = 1, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1 และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้ สวิตช์ และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.7 ตั้งค่าให้ J = 1, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1 และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้ สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.8 ตั้งค่าให้ J = 0, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1 และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้ สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	$\Sigma R$	IOC
2.9 ตั้งค่าให้ $J=0, K=0, PRE'=1, CLR'=1$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.10 ตั้งค่าให้ $J=1, K=0, PRE'=1, CLR'=0$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.11 ตั้งค่าให้ $J=1, K=0, PRE'=1, CLR'=0$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.12 ตั้งค่าให้ $J=0, K=1, PRE'=0, CLR'=1$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.13 ตั้งค่าให้ $J=0, K=1, PRE'=0, CLR'=1$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.14 ถ้าตั้งค่าให้ $PRE'=1, CLR'=1$ คงที่ และ J, K, $CLK'$ เรียงตามลำดับดังนี้ $J=11111, K=11111, CLK'=010101$ โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง	3	1
2.15 นำค่าจากข้อ 2.14 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 6 4 bit Asynchronous(ripple) Counter

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	$\Sigma R$	IOC
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง		
1.1 ต่อวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว ดังรูปได้ถูกต้อง	3	1
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว ได้ถูกต้อง	3	1
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา CLK' และ CLR' ของวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง	3	1
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ด เข้าที่ขา $Q_0$ , $Q_1$ , $Q_2$ และ $Q_3$ ของวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง	3	1
2. บันทึกค่าจากการทดลอง		
2.1 ตั้งค่าให้ $CLR' = 0$ โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และบันทึกค่าเอาต์พุต $Q_0$ , $Q_1$ , $Q_2$ และ $Q_3$ ได้ถูกต้อง	3	1
2.2 ตั้งค่าให้ $CLR' = 1$ และป้อนสัญญาณนาฬิกา ( CLK' ) ลูกที่ 1 โดยใช้การโยกสวิตช์ขึ้นและลง 1 ครั้ง และ บันทึกค่าเอาต์พุต $Q_0$ , $Q_1$ , $Q_2$ และ $Q_3$ ได้ถูกต้อง	3	1
2.3 ทำซ้ำตามข้อ 2.2 จำนวน 15 ครั้ง ได้ถูกต้อง	3	1
2.4 นำค่าจากข้อ 2.2 และ 2.3 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยที่ 7 4 bit Synchronous(ripple) Counter

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	$\Sigma R$	IOC
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง		
1.1 ต่อวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว และ IC เบอร์ 7408 จำนวน 1 ตัว ดังรูป ได้ถูกต้อง	3	1
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว และ IC เบอร์ 7408 จำนวน 1 ตัว ได้ถูกต้อง	3	1
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา CLK' และ CLR' ของวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง	3	1
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา $Q_0$ , $Q_1$ , $Q_2$ และ $Q_3$ ของวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter	3	1
2. บันทึกค่าจากการทดลอง		
2.1 ตั้งค่าให้ CLR' = 0 โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และบันทึกค่าเอาต์พุต $Q_0$ , $Q_1$ , $Q_2$ และ $Q_3$ ได้ถูกต้อง	3	1
2.2 ตั้งค่าให้ CLR' = 1 และป้อนสัญญาณนาฬิกา ( CLK' ) ลูกที่ 1 โดยใช้การโยกสวิตช์ขึ้นและลง 1 ครั้ง และ บันทึกค่าเอาต์พุต $Q_0$ , $Q_1$ , $Q_2$ และ $Q_3$ ได้ถูกต้อง	3	1
2.3 ทำซ้ำตามข้อ 2.2 จำนวน 15 ครั้ง ได้ถูกต้อง	3	1
2.4 นำค่าจากข้อ 2.2 และ 2.3 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง	3	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางแสดงผลการประเมินบทเรียน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**ด้านเนื้อหา**

รายการประเมิน	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ค่า เฉลี่ย	S.D	ระดับความ เหมาะสม
1. ด้านเนื้อหา						
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.71	ดีมาก
1.2 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละ หน่วย	4	4	4	4	0.00	ดี
1.3 ความถูกต้องของ เนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.4 ความชัดเจนในการ อธิบายเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.5 ความน่าสนใจในการ ดำเนินเรื่อง	4	4	4	4	0.00	ดี
2. ด้านการนำเสนอเนื้อหา						
2.1 ลำดับขั้นในการนำ เสนอเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.71	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของ ภาพที่ใช้นำเสนอเนื้อหา	5	4	5	4.67	0.71	ดีมาก
2.3 ขนาดของภาพที่ใช้ นำเสนอเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.4 ความถูกต้องของภาพ ตามเนื้อหา	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
<b>รวม</b>				4.44	0.43	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางแสดงผลการประเมินบทเรียน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ**

รายการประเมิน	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ค่า เฉลี่ย	S.D	ระดับความ เหมาะสม
<b>1. การนำเสนอบทเรียน</b>						
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	5	5	4.67	0.71	ดีมาก
1.2 ความสะดวกและความคล่องตัวในการใช้ในแต่ละหน่วย	5	4	4	4.33	0.58	ดี
1.3 การออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	4	4	4	4	0.00	ดี
1.4 ความชัดเจนของคำสั่งในการใช้งานในแต่ละหน่วย	4	5	4	4.33	0.58	ดี
<b>2. ด้านรูปภาพ,เสียงและตัวอักษร</b>						
2.1 ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	5	4	4	4.33	0.58	ดี
2.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	4	4	0.00	ดี
2.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.4 ความชัดเจนของเสียง	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
<b>3. ความสอดคล้องของสื่อกับเนื้อหา</b>						
3.1 บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในบทเรียน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
3.2 ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
<b>รวม</b>				4.365	0.42	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบวัดความสามารถทางการเรียน เรื่อง Nor Gate S-R Latch

ชื่อ – สกุล.....เลขที่.....ชั้นปี.....

ชื่อ – สกุล ผู้ประเมิน

ผลการประเมินผลการฝึก ในปฏิบัติใบงานที่ 1.....%

ผลการฝึก  ผ่าน  ไม่ผ่าน

### คำแนะนำในการใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียน

1. ครูฝึกทำการประเมิน โดยใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียนควรเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญเรื่อง Nor Gate S-R Latch
2. ในการประเมินจะทำการประเมินนักศึกษาครั้งละ 1 คน ต่อครูฝึก 1 คน
3. การประเมินจะให้คะแนนในช่องกรอกคะแนน โดยมีเกณฑ์ดังนี้  
ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง  
ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบวัดความสามารถทางการเรียน

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
	1	0	
<p>1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง</p> <p>1.1 ต่อวงจร Nor Gate S-R Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 7402 ดังรูป ได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7402 ได้ถูกต้อง</p> <p>1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา R และ S ของวงจร Nor Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง</p> <p>1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร Nor Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง</p>			
<p>2. บันทึกค่าจากการทดลอง</p> <p>2.1 ตั้งค่าให้ <math>S = 1</math> และ <math>R = 0</math> โดยใช้สวิตช์ (เปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, ปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.2 ตั้งค่าให้ <math>S = 0</math> และ <math>R = 1</math> โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.3 ตั้งค่าให้ <math>S = 0</math> และ <math>R = 0</math> โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.4 ตั้งค่าให้ <math>S = 1</math> และ <math>R = 1</math> โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.5 ถ้าตั้งค่าให้ S และ R เรียงตามลำดับดังนี้ <math>S = 100101</math> , <math>R = 010001</math> โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบวัดความสามารถทางการเรียน เรื่อง Nand Gate S-R Latch

ชื่อ - สกุล.....เลขที่.....ชั้นปี.....

ชื่อ - สกุล ผู้ประเมิน

ผลการประเมินผลการฝึก ในปฏิบัติใบงานที่ 2.....%

ผลการฝึก  ผ่าน  ไม่ผ่าน

### คำแนะนำในการใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียน

1. ครูฝึกทำการประเมิน โดยใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียนควรเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญเรื่อง Nand Gate S-R Latch
2. ในการประเมินจะทำการประเมินนักศึกษาครั้งละ 1 คน ต่อครูฝึก 1 คน
3. การประเมินจะให้คะแนนในช่องกรอกคะแนน โดยมีเกณฑ์ดังนี้  
ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง  
ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบวัดความสามารถทางการเรียน

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
	1	0	
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง			
1.1 ต่อวงจร Nand Gate S-R Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 7400 ดังรูป ได้ถูกต้อง			
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7400 ได้ถูกต้อง			
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา R' และ S' ของ วงจร Nand Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง			
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร Nand Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง			
2. บันทึกค่าจากการทดลอง			
2.1 ตั้งค่าให้ S' = 0 และ R' = 1 โดยใช้สวิตช์ (ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.2 ตั้งค่าให้ S' = 1 และ R' = 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.3 ตั้งค่าให้ S' = 1 และ R' = 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.4 ตั้งค่าให้ S' = 0 และ R' = 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.5 ถ้าตั้งค่าให้ S' และ R' เรียงตามลำดับดังนี้ S' = 011010 , R' = 101110 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบวัดความสามารถทางการเรียน

### เรื่อง Nand Gate D Latch

ชื่อ – สกุล.....เลขที่.....ชั้นปี.....

ชื่อ – สกุล ผู้ประเมิน

ผลการประเมินผลการฝึก ในปฏิบัติใบงานที่ 3.....%

ผลการฝึก  ผ่าน  ไม่ผ่าน

### คำแนะนำในการใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียน

1. ครูฝึกทำการประเมิน โดยใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียนควรเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญเรื่อง Nand Gate D Latch
2. ในการประเมินจะทำการประเมินนักศึกษาครั้งละ 1 คน ต่อครูฝึก 1 คน
3. การประเมินจะให้คะแนนในช่องกรอกคะแนน โดยมีเกณฑ์ดังนี้  
ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง  
ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบวัดความสามารถทางการเรียน

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
	1	0	
<p>1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง</p> <p>1.1 ต่อวงจร Nand Gate D Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 7404 และ 7400 ดังรูป ได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7400 และ 7400 ได้ถูกต้อง</p> <p>1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา D และ EN ของวงจร Nand Gate D Latch ได้ถูกต้อง</p> <p>1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา S', R', Q และ Q' ของวงจร Nand Gate D Latch ได้ถูกต้อง</p>			
<p>2. บันทึกค่าจากการทดลอง</p> <p>2.1 ตั้งค่าให้ D = 0 และ EN = 1 โดยใช้สวิตช์ (ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) บันทึกค่าเอาต์พุต S', R', Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.2 ตั้งค่าให้ D = 1 และ EN = 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต S', R', Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.3 ตั้งค่าให้ D = 1 และ EN = 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต S', R', Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.4 ตั้งค่าให้ D = 0 และ EN = 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต S', R', Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.5 ถ้าวัดค่าให้ D และ EN เรียงตามลำดับดังนี้ D = 100101 , EN = 010001 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบวัดความสามารถทางการเรียน**  
**เรื่อง IC Edge-Triggered D Flip-Flop**

ชื่อ – สกุล.....เลขที่.....ชั้นปี.....

ชื่อ – สกุล ผู้ประเมิน

ผลการประเมินผลการฝึก ในปฏิบัติใบงานที่ 4.....%

ผลการฝึก  ผ่าน  ไม่ผ่าน

**คำแนะนำในการใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียน**

1. ครูฝึกทำการประเมินโดยใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียนควรเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญเรื่อง IC Edge-Triggered D Flip-Flop
2. ในการประเมินจะทำการประเมินนักศึกษาครั้งละ 1 คน ต่อครูฝึก 1 คน
3. การประเมินจะให้คะแนนในช่องกรอกคะแนน โดยมีเกณฑ์ดังนี้  
ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง  
ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบวัดความสามารถทางการเรียน

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
	1	0	
<p>1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง</p> <p>1.1 ต่อวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 7474 ดังรูป ได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7474 ได้ถูกต้อง</p> <p>1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัวเข้าที่ขา D , CLK , PRE' และ CLR' ของวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ได้ถูกต้อง</p> <p>1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ได้ถูกต้อง</p>			
<p>2. บันทึกค่าจากการทดลอง</p> <p>2.1 ตั้งค่าให้ <math>D = 1</math> , <math>PRE' = 1</math> , <math>CLR' = 1</math> และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1 ) และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.2 ตั้งค่าให้ <math>D = 0</math> , <math>PRE' = 1</math> , <math>CLR' = 1</math> และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.3 ตั้งค่าให้ <math>D = 0</math> , <math>PRE' = 1</math> , <math>CLR' = 1</math> และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.4 ตั้งค่าให้ <math>D = 0</math> , <math>PRE' = 1</math> , <math>CLR' = 1</math> และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.5 ตั้งค่าให้ <math>D = 1</math> , <math>PRE' = 1</math> , <math>CLR' = 1</math> และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.6 ตั้งค่าให้ <math>D = 1</math> , <math>PRE' = 1</math> , <math>CLR' = 0</math> และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.7 ตั้งค่าให้ <math>D = 1</math> , <math>PRE' = 1</math> , <math>CLR' = 0</math> และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.8 ตั้งค่าให้ <math>D = 0</math> , <math>PRE' = 0</math> , <math>CLR' = 1</math> และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบวัดความสามารถทางการเรียน

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
	1	0	
2.9 ตั้งค่าให้ $D=0$ , $PRE'=0$ , $CLR'=1$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.10 ตั้งค่าให้ $D=0$ , $PRE'=1$ , $CLR'=0$ และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.11 ตั้งค่าให้ $D=0$ , $PRE'=0$ , $CLR'=0$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.12 ถ้าตั้งค่าให้ $PRE'=1, CLR'=1$ คงที่ และ D, CLK เรียงตามลำดับดังนี้ $D = 110011$ , $CLK = 010101$ โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.13 นำค่าจากข้อ 2.12 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง			

#### ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบวัดความสามารถทางการเรียน**  
**เรื่อง IC Edge-Triggered JK Flip-Flop**

ชื่อ – สกุล.....เลขที่.....ชั้นปี.....

ชื่อ – สกุล ผู้ประเมิน

ผลการประเมินผลการฝึก ในปฏิบัติใบงานที่ 5.....%

ผลการฝึก  ผ่าน  ไม่ผ่าน

**คำแนะนำในการใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียน**

1. ครูฝึกทำการประเมินโดยใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียนควรเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญเรื่อง IC Edge-Triggered JK Flip-Flop
2. ในการประเมินจะทำการประเมินนักศึกษาครั้งละ 1 คน ต่อครูฝึก 1 คน
3. การประเมินจะให้คะแนนในช่องกรอกคะแนน โดยมีเกณฑ์ดังนี้  
ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง  
ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบวัดความสามารถทางการเรียน

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
	1	0	
<p>1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง</p> <p>1.1 ต่อวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 74112 ดังรูป ได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 74112 ได้ถูกต้อง</p> <p>1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัวเข้าที่ขา J, K, CLK', PRE' และ CLR' ของวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ได้ถูกต้อง</p> <p>1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ได้ถูกต้อง</p>			
<p>2. บันทึกค่าจากการทดลอง</p> <p>2.1 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 0</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้ สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1)และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.2 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.3 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.4 ตั้งค่าให้ <math>J = 0, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.5 ตั้งค่าให้ <math>J = 0, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.6 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง .</p> <p>2.7 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.8 ตั้งค่าให้ <math>J = 0, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบวัดความสามารถทางการเรียน

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนน ที่ได้
	1	0	
2.9 ตั้งค่าให้ $J=0, K=0, PRE'=1, CLR'=1$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.10 ตั้งค่าให้ $J=1, K=0, PRE'=1, CLR'=0$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.11 ตั้งค่าให้ $J=1, K=0, PRE'=1, CLR'=0$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.12 ตั้งค่าให้ $J=0, K=1, PRE'=0, CLR'=1$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.13 ตั้งค่าให้ $J=0, K=1, PRE'=0, CLR'=1$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.14 ถ้าตั้งค่าให้ $PRE'=1, CLR'=1$ คงที่ และ J, K, $CLK'$ เรียงตามลำดับดังนี้ $J = 111111, K = 111111, CLK' = 010101$ โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.15 นำค่าจากข้อ 2.14 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง			

#### ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบวัดความสามารถทางการเรียน**  
**เรื่อง 4 bit Asynchronous(ripple) Counter**

ชื่อ – สกุล.....เลขที่.....ชั้นปี.....

ชื่อ – สกุล ผู้ประเมิน

ผลการประเมินผลการฝึก ในปฏิบัติใบงานที่ 6.....%

ผลการฝึก  ผ่าน  ไม่ผ่าน

**คำแนะนำในการใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียน**

1. ครูฝึกทำการประเมินโดยใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียนควรเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญเรื่อง 4 bit Asynchronous(ripple) Counter
2. ในการประเมินจะทำการประเมินนักศึกษาครั้งละ 1 คน ต่อครูฝึก 1 คน
3. การประเมินจะให้คะแนนในช่องกรอกคะแนน โดยมีเกณฑ์ดังนี้  
ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง  
ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบวัดความสามารถทางการเรียน

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
	1	0	
<p>1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง</p> <p>1.1 ต่อวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว ดังรูปได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว ได้ถูกต้อง</p> <p>1.3 ต่อสายสวิทช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา CLK' และ CLR' ของวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง</p> <p>1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ด เข้าที่ขา <math>Q_0</math>, <math>Q_1</math>, <math>Q_2</math> และ <math>Q_3</math> ของวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง</p>			
<p>2. บันทึกค่าจากการทดลอง</p> <p>2.1 ตั้งค่าให้ CLR' = 0 โดยใช้สวิทช์ (เปิดสวิทช์ = ลอจิก 0, ปิดสวิทช์ = ลอจิก 1) และบันทึกค่าเอาต์พุต <math>Q_0</math>, <math>Q_1</math>, <math>Q_2</math>, และ <math>Q_3</math> ได้ถูกต้อง</p> <p>2.2 ตั้งค่าให้ CLR' = 1 และป้อนสัญญาณนาฬิกา (CLK') ลูกที่ 1 โดยใช้การโยกสวิทช์ขึ้นและลง 1 ครั้ง และ บันทึกค่าเอาต์พุต <math>Q_0</math>, <math>Q_1</math>, <math>Q_2</math>, และ <math>Q_3</math> ได้ถูกต้อง</p> <p>2.3 ทำซ้ำตามข้อ 2.2 จำนวน 15 ครั้ง ได้ถูกต้อง</p> <p>2.4 นำค่าจากข้อ 2.2 และ 2.3 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบวัดความสามารถทางการเรียน

### เรื่อง 4 bit Synchronous(ripple) Counter

ชื่อ - สกุล.....เลขที่.....ชั้นปี.....

ชื่อ - สกุล ผู้ประเมิน

ผลการประเมินผลการฝึก ในปฏิบัติใบงานที่ 7.....%

ผลการฝึก  ผ่าน  ไม่ผ่าน

#### คำแนะนำในการใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียน

1. ครูฝึกทำการประเมินโดยใช้แบบวัดความสามารถทางการเรียนควรเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญเรื่อง 4 bit Synchronous(ripple) Counter
2. ในการประเมินจะทำการประเมินนักศึกษาครั้งละ 1 คน ต่อครูฝึก 1 คน
3. การประเมินจะให้คะแนนในช่องกรอกคะแนน โดยมีเกณฑ์ดังนี้  
ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง  
ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบวัดความสามารถทางการเรียน

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
	1	0	
<p>1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง</p> <p>1.1 ต่อวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์74112 จำนวน 2 ตัว และ IC เบอร์ 7408 จำนวน 1 ตัว ดังรูป ได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว และ IC เบอร์7408 จำนวน 1 ตัว ได้ถูกต้อง</p> <p>1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มีLED Displayในตัว เข้าที่ขาCLK' และ CLR' ของวงจร4 bit Synchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง</p> <p>1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขาQ<sub>0</sub> , Q<sub>1</sub> , Q<sub>2</sub> และ Q<sub>3</sub> ของวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter</p>			
<p>2. บันทึกค่าจากการทดลอง</p> <p>2.1 ตั้งค่าให้ CLR' = 0 โดยใช้สวิตช์ (ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1)และบันทึกค่าเอาต์พุต Q<sub>0</sub> , Q<sub>1</sub> , Q<sub>2</sub> ,และ Q<sub>3</sub> ได้ถูกต้อง</p> <p>2.2 ตั้งค่าให้ CLR' = 1 และป้อนสัญญาณนาฬิกา( CLK' ) ลูกที่ 1 โดยใช้การโยกสวิตช์ขึ้นและลง 1 ครั้ง และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q<sub>0</sub> , Q<sub>1</sub> , Q<sub>2</sub> , และ Q<sub>3</sub> ได้ถูกต้อง</p> <p>2.3 ทำซ้ำตามข้อ 2.2 จำนวน 15 ครั้ง ได้ถูกต้อง</p> <p>2.4 นำค่าจากข้อ 2.2 และ 2.3 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</p>			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1		เรื่องที่ 4
วิชา	ดิจิทัลเทคนิค	ครั้งที่ 6
ชื่อเรื่อง	ฟลิป-ฟล็อป	จำนวนคาบรวม 9 คาบ
หน่วยที่ 1	Nor Gate S-R Latch	จำนวน 1.5 คาบ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบการทดลองนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. ต่อบวงจร Nor Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง
2. ทดสอบการทำงานของวงจร Nor Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง
3. เขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง

### ทฤษฎี

จากวงจรลอจิกตามรูปที่ 4.1 คือวงจรถ่าย Set-Reset (S-R) Latch ซึ่งวงจรถ่ายประกอบด้วยเกต Nor 2 เกต จึงเรียกว่า Nor Gate S-R Latch

เมื่อให้อินพุต  $S=1$  และ  $R=0$  สัญญาณออก  $Q$  จะคงสถานะเสถียรเป็น  $Q=1$  เรียกว่า สถานะเซต (Set)

เมื่อให้อินพุต  $S=0$  และ  $R=0$  สัญญาณออก  $Q$  จะคงสถานะเสถียรเดิมก่อนหน้าที่จะให้อินพุตนี้ เรียกว่า สถานะไม่เปลี่ยนแปลง (No Change) หรือ สถานะแลทช์ (Latch)

เมื่อให้อินพุต  $S=0$  และ  $R=1$  สัญญาณออก  $Q$  จะคงสถานะเสถียรเป็น  $Q=0$  เรียกว่า สถานะรีเซต (Reset)

ส่วนสัญญาณออก  $Q'$  จะมีสถานะตรงกันข้ามกับ  $Q$  เสมอ ยกเว้นเมื่อให้อินพุต  $S=1$  และ  $R=1$  สัญญาณออก  $Q$  และ  $Q'$  จะคงสถานะเสถียรเป็น  $Q=0$  และ  $Q'=0$  ซึ่งเป็นสถานะไม่พึงประสงค์ (Not Allowed) เป็นสถานะที่ไม่ควรให้เกิดขึ้นในการทำงานของ Nor Gate S-R Latch จากทั้ง 4 กรณี สามารถเขียนตารางความจริงแสดงการทำงานของวงจรถ่ายได้ดังนี้

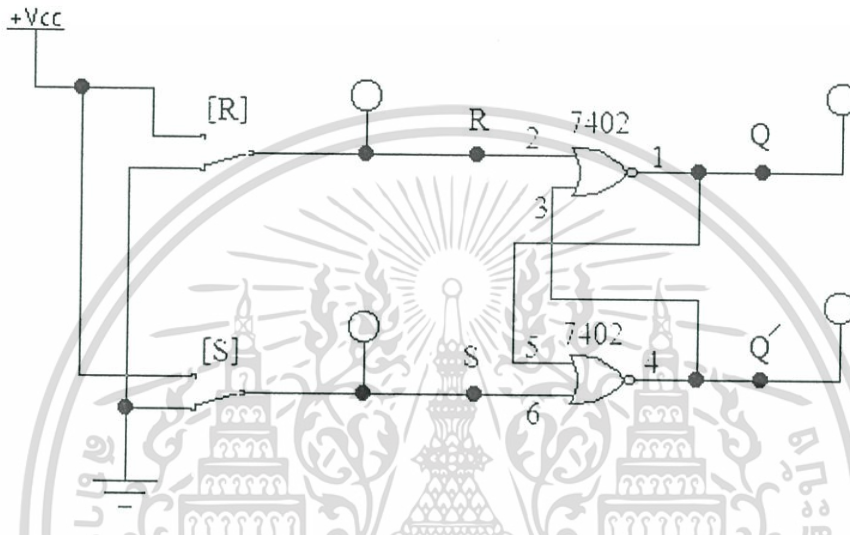
INPUT		OUTPUT		MODE OF OPERATION
S	R	Q	Q'	
0	0	$Q_0$	$Q'_0$	No Change or Latch
0	1	0	1	Set
1	0	1	0	Reset
1	1	0	0	Not Allowed

## เครื่องมือและอุปกรณ์

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. บอร์ดทดลองดิจิทัล(Digital Technic Training) Model: DL-2001 | 1 เครื่อง |
| 2. ดิจิตอลไอซีเบอร์ 7402                                      | 1 ตัว     |

## ลำดับขั้นการทดลอง

### 1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง



รูปที่ 4.1 วงจร Nor Gate S-R Latch

- 1.1 ต่อวงจร Nor Gate S-R Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 7402 ดังรูป
  - 1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V ที่ขา 14 และ สายกราวด์ เข้าที่ขา 7 ของ IC เบอร์ 7402
  - 1.3 ต่อสายสวิทช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา R และ S ของวงจร Nor Gate S-R Latch
  - 1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร Nor Gate S-R Latch
2. บันทึกค่าจากการทดลอง
- 2.1 ตั้งค่าให้  $S = 1$  และ  $R = 0$  โดยใช้สวิทช์ (ปิดสวิทช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิทช์ = ลอจิก 1)  
บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

2.2 ตั้งค่าให้  $S = 0$  และ  $R = 1$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกรหัสเอาต์พุต  $Q$  และ  $Q'$

2.3 ตั้งค่าให้  $S = 0$  และ  $R = 0$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกรหัสเอาต์พุต  $Q$  และ  $Q'$

2.4 ตั้งค่าให้  $S = 1$  และ  $R = 1$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกรหัสเอาต์พุต  $Q$  และ  $Q'$

2.5 ถ้าตั้งค่าให้  $S$  และ  $R$  เรียงตามลำดับดังนี้  $S = 100101$  ,  $R = 010001$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกรหัสเอาต์พุต  $Q$  และ  $Q'$

2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

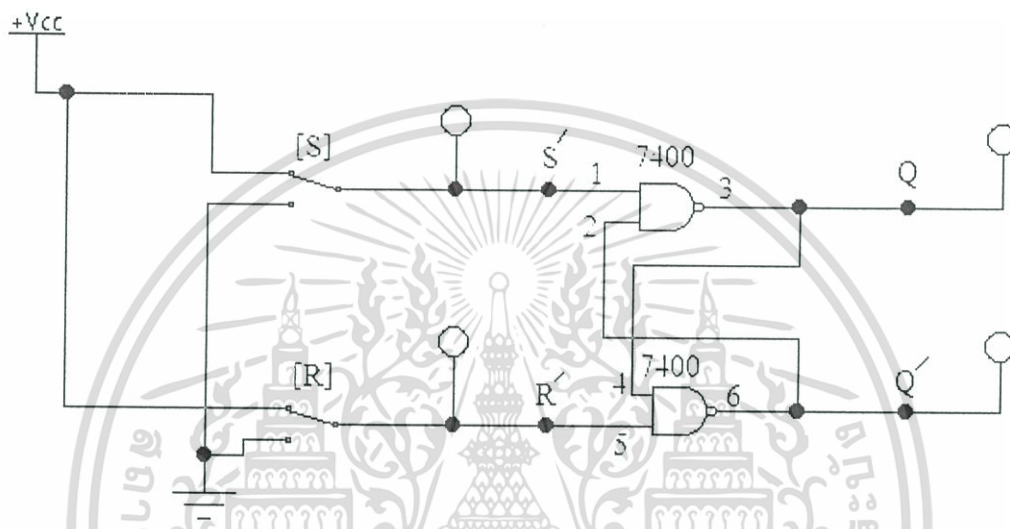
ใบงานที่ 2		เรื่องที่ 4																														
วิชา	คิิตตอลเทคนิค	ครั้งที่	6																													
ชื่อเรื่อง	ฟลิป-ฟลอป	จำนวนคาบรวม	9 คาบ																													
หน่วยที่ 2	Nand Gate S-R Latch	จำนวน	1.5 คาบ																													
<p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>เมื่อจบการทดลองนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต่อบวงจร Nand Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง</li> <li>2. ทดสอบการทำงานของวงจร Nand Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง</li> <li>3. เขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ทฤษฎี</b></p> <p>จากวงจรถูกจัดตามรูปที่ 4.2 คือวงจร Set-Reset (S-R) Latch ซึ่งวงจรถูกประกอบด้วยเกต Nand 2 เกต จึงเรียกว่า Nand Gate S-R Latch</p> <p>เมื่อให้อินพุต <math>S'=0</math> และ <math>R'=1</math> สัญญาณออก Q จะคงสถานะเสถียรเป็น <math>Q=1</math> เรียกว่า สถานะเซต (Set)</p> <p>เมื่อให้อินพุต <math>S'=1</math> และ <math>R'=1</math> สัญญาณออก Q จะคงสถานะเสถียรเดิมก่อนหน้าที่จะให้อินพุตนี้ เรียกว่า สถานะไม่เปลี่ยนแปลง (No Change) หรือ สถานะแลทช์ (Latch)</p> <p>เมื่อให้อินพุต <math>S'=1</math> และ <math>R'=0</math> สัญญาณออก Q จะคงสถานะเสถียรเป็น <math>Q=0</math> เรียกว่า สถานะรีเซต (Reset)</p> <p>ส่วนสัญญาณออก <math>Q'</math> จะมีสถานะตรงกันข้ามกับขา Q เสมอ ยกเว้นเมื่อให้อินพุต <math>S'=0</math> และ <math>R'=0</math> สัญญาณออก Q และ <math>Q'</math> จะคงสถานะเสถียรเป็น <math>Q=1</math> และ <math>Q'=1</math> ซึ่งเป็นสถานะไม่พึงประสงค์ (Not Allowed) เป็นสถานะที่ไม่ควรให้เกิดขึ้นในการทำงานของ Nand Gate S-R Latch</p> <p>ดังนั้นจะเห็นว่าขา <math>S'</math> และ <math>R'</math> จะทำงานที่ระดับต่ำ (Active Low) จากทั้ง 4 กรณี สามารถเขียนตารางความจริงแสดงการทำงานของวงจรได้ดังนี้</p>																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INPUT</th> <th colspan="2">OUTPUT</th> <th rowspan="2">MODE OF OPERATION</th> </tr> <tr> <th><math>S'</math></th> <th><math>R'</math></th> <th>Q</th> <th><math>Q'</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>Not Allowed</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>Set</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>Reset</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td><math>Q_0</math></td> <td><math>Q'_0</math></td> <td>No Change or Latch</td> </tr> </tbody> </table>				INPUT		OUTPUT		MODE OF OPERATION	$S'$	$R'$	Q	$Q'$	0	0	1	1	Not Allowed	0	1	1	0	Set	1	0	0	1	Reset	1	1	$Q_0$	$Q'_0$	No Change or Latch
INPUT		OUTPUT		MODE OF OPERATION																												
$S'$	$R'$	Q	$Q'$																													
0	0	1	1	Not Allowed																												
0	1	1	0	Set																												
1	0	0	1	Reset																												
1	1	$Q_0$	$Q'_0$	No Change or Latch																												

## เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บอร์ดทดลองดิจิทัล(Digital Technic Training) Model: DL-2001 1 เครื่อง
2. ดิจิตอลไอซีเบอร์ 7400 1 ตัว

## ลำดับขั้นการทดลอง

1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง



รูปที่ 4.2 วงจร NAND Gate S-R Latch

- 1.1 ต่อวงจร NAND Gate S-R Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 7400 ดังรูป
- 1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V ที่ขา 14 และ สายกราวด์ เข้าที่ขา 7 ของ IC เบอร์ 7400
- 1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา  $R'$  และ  $S'$  ของวงจร NAND Gate S-R Latch
- 1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ  $Q'$  ของวงจร NAND Gate S-R Latch

2. บันทึกค่าจากการทดลอง

- 2.1 ตั้งค่าให้  $S' = 0$  และ  $R' = 1$  โดยใช้สวิตช์ (ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1)  
บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ  $Q'$
- 2.2 ตั้งค่าให้  $S' = 1$  และ  $R' = 0$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ  $Q'$

2.3 ตั้งค่าให้  $S' = 1$  และ  $R' = 1$  โดยใช้สวิตช์และ บันทึกรหัสเอาต์พุต Q และ Q'

2.4 ตั้งค่าให้  $S' = 0$  และ  $R' = 0$  โดยใช้สวิตช์และ บันทึกรหัสเอาต์พุต Q และ Q'

2.5 ถ้าตั้งค่าให้  $S'$  และ  $R'$  เรียงตามลำดับดังนี้  $S' = 011010$  ,  $R' = 101110$  โดยใช้สวิตช์และ บันทึกรหัสเอาต์พุต Q และ Q'

2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram

สรุปผลการทดลอง

ใบงานที่ 3		เรื่องที่ 4
วิชา	ดิจิทัลเทคนิค	ครั้งที่ 7
ชื่อเรื่อง	ฟลิป-ฟลอป	จำนวนคาบรวม 9 คาบ
หน่วยที่ 3	Nand Gate D Latch	จำนวน 3 คาบ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบการทดลองนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. ต่อบรรจ Nand Gate D Latch ได้ถูกต้อง
2. ทดสอบการทำงานของวงจร Nand Gate D Latch ได้ถูกต้อง
3. เขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง

### ทฤษฎี

จากวงจรลอจิกตามรูปที่ 4.3 คือวงจร D Latch ซึ่งวงจรประกอบด้วยเกต Nand 4 เกต และ Inverter อีก 1 เกต

เมื่อให้อินพุต  $EN=0$  จะทำให้อินพุต  $S'$  และ  $R'$  เป็น 1 ทั้งคู่ ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้ Nand Gate S-R Latch เก็บสถานะเสถียรของอินพุตก่อนหน้า และจะไม่ตอบสนองต่ออินพุต D

เมื่อให้อินพุต  $EN=1$  จะทำให้อินพุต  $S'$  และ  $R'$  ขึ้นอยู่กับอินพุต D ถ้าอินพุต  $D=1$  จะทำให้อินพุต  $S'=0$  และ  $R'=1$  ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้ Nand Gate S-R Latch เก็บสถานะเสถียรเป็น  $Q=1$  เรียกว่า สถานะเซต(Set) แต่ถ้าอินพุต  $D=0$  จะทำให้อินพุต  $S'=1$  และ  $R'=0$  ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้ Nand Gate S-R Latch เก็บสถานะเสถียรเป็น  $Q=0$  เรียกว่า สถานะรีเซต(Reset)

ดังนั้นสัญญาณทางออก  $Q'$  จะติดตามหรือเหมือนกับอินพุต D เมื่อขาอินพุต  $EN=1$  และสัญญาณทางออก  $Q$  จะอยู่ในสถานะ ไม่เปลี่ยนแปลง(No Change) หรือสถานะแลทช์(Latch) เมื่อขาอินพุต  $EN=0$  สามารถเขียนตารางความจริงแสดงการทำงานของวงจรได้ดังนี้

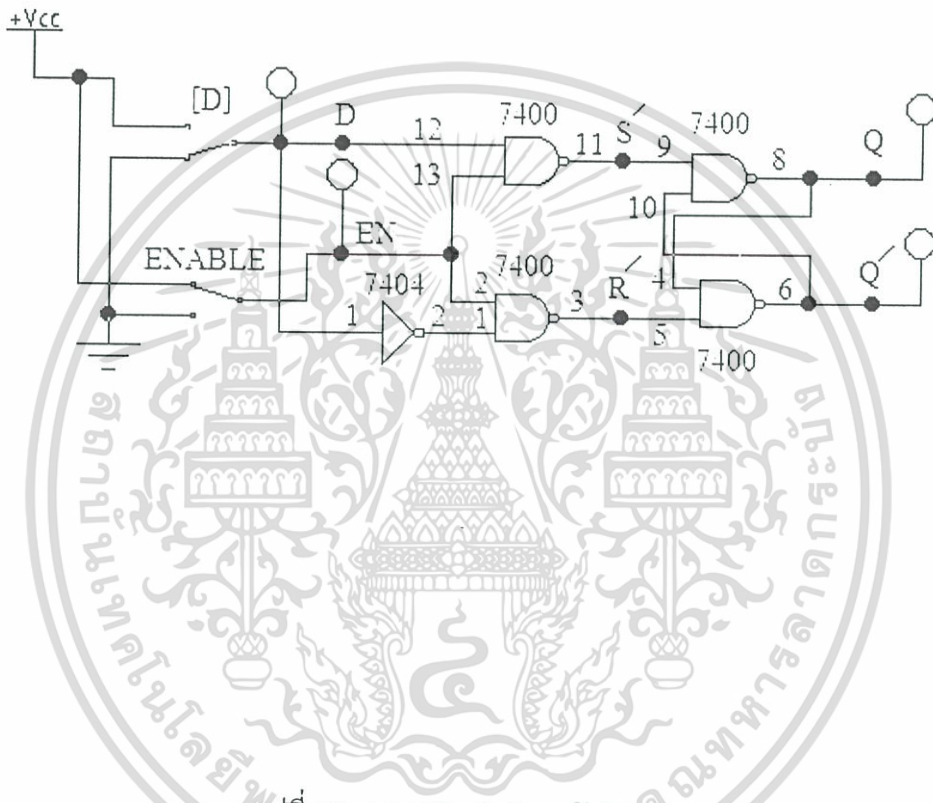
INPUT		OUTPUT		MODE OF OPERATION
D	EN	Q	Q'	
0	1	0	1	Follow input D
1	1	1	0	Follow input D
X	0	$Q_0$	$Q'_0$	No Change or Latch

## เครื่องมือและอุปกรณ์

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. บอร์ดทดลองดิจิทัล(Digital Technic Training) Model: DL-2001 | 1 เครื่อง |
| 2. ดิจิตอลไอซีเบอร์ 7404 และ 7400 อย่างละ                     | 1 ตัว     |

## ลำดับขั้นการทดลอง

1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง



รูปที่ 4.3 วงจร Nand Gate D Latch

- 1.1 ต่อวงจร Nand Gate D Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 7404 จำนวน 1 ตัว และ 7400 จำนวน 1 ตัว ดังรูป
  - 1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V ที่ขา 14 และ สายกราวด์ เข้าที่ขา 7 ของ IC เบอร์ 7404 และ 7400
  - 1.3 ต่อสายสวิทช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา D และ EN ของวงจร Nand Gate D Latch
  - 1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา S', R', Q และ Q' ของวงจร Nand Gate D Latch
2. บันทึกค่าจากการทดลอง

- 2.1 ตั้งค่าให้  $D=0$  และ  $EN=1$  โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1 )  
บันทึกค่าเอาต์พุต  $S'$ ,  $R'$ ,  $Q$  และ  $Q'$
- 2.2 ตั้งค่าให้  $D=1$  และ  $EN=1$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต  $S'$ ,  $R'$ ,  $Q$  และ  $Q'$
- 2.3 ตั้งค่าให้  $D=1$  และ  $EN=0$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต  $S'$ ,  $R'$ ,  $Q$  และ  $Q'$
- 2.4 ตั้งค่าให้  $D=0$  และ  $EN=0$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต  $S'$ ,  $R'$ ,  $Q$  และ  $Q'$
- 2.5 ถ้าตั้งค่าให้  $D$  และ  $EN$  เรียงตามลำดับดังนี้  $D=100101$  ,  $EN=010001$  โดยใช้  
สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต  $Q$  และ  $Q'$
- 2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 4		เรื่องที่ 4
วิชา	ดิจิทัลเทคนิค	ครั้งที่ 8
ชื่อเรื่อง	ฟลิป-ฟลอป	จำนวนคาบรวม 9 คาบ
หน่วยที่ 4	IC Edge-Triggered D Flip-Flop	จำนวน 1.5 คาบ
<p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>เมื่อจบการทดลองนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต่อบาง IC Edge-Triggered D Flip-Flop ได้ถูกต้อง</li> <li>2. ทดสอบการทำงานของวงจรถ่าย IC Edge-Triggered D Flip-Flop ได้ถูกต้อง</li> <li>3. เขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ทฤษฎี</b></p> <p>IC เบอร์ 7474 ตามรูปที่ 4.4 เป็นวงจรถ่าย Positive- Edge-Triggered D Flip-flop ที่มีขาอินพุตแบบ Asynchronous เพิ่มขึ้นอีก 2 ขา เป็นแบบ Active Low เรียกว่าขา Preset (<math>S_D</math>) และ Clear (<math>C_D</math>) จำนวน 2 ตัว แต่จะใช้ทดลองเพียง 1 ตัว</p> <p>สำหรับขาอินพุตแบบ Asynchronous จะมีอำนาจในการควบคุมเหนือกว่าขาอินพุตแบบ Synchronous และสามารถทำให้สัญญาณออกของ Flip-Flop อยู่ในสถานะ Set (<math>Q=1</math>) หรือ สถานะ Clear (<math>Q=0</math>) ได้โดยป้อนสัญญาณลอจิก "0" เข้าที่ขา Preset (<math>S_D</math>) หรือ Clear (<math>C_D</math>) แบบ Active Low</p> <p>สำหรับขาอินพุตแบบ Asynchronous จะไม่ตอบสนองสัญญาณเข้าแบบ Edge-Triggered แต่จะตอบสนองเป็นแบบระดับสัญญาณ DC</p> <p>สำหรับการตั้งระดับลอจิกที่ขา Preset (<math>S_D</math>) และ Clear (<math>C_D</math>) แบบ Asynchronous ให้มีระดับต่ำ "0" ทั้ง 2 ขาในเวลาเดียวกันนั้นจะถือว่าเป็นสถานะไม่พึงประสงค์ไม่ควรให้เกิดขึ้นในการทำงาน</p> <p>สำหรับการตั้งระดับลอจิกที่ขา Preset (<math>S_D</math>) และ Clear (<math>C_D</math>) ให้มีระดับสูง "1" ทั้ง 2 ขาในเวลาเดียวกันนั้นจะทำให้ขาอินพุตแบบ Asynchronous หมดอำนาจในการควบคุมและส่งผลให้ขาอินพุตแบบ Synchronous มีอำนาจในการควบคุมแทนโดยมีการทำงานเหมือนกับวงจรถ่าย Nand Gate D Latch ต่างกันตรงที่ขา CLK จะทำงานที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณอินพุตเท่านั้นและส่งผลในการควบคุมการทำงานที่ขา D ให้ทำงานเป็นไปตามตารางความจริงหรือไม่ทำงาน (No Change or Latch) ก็ได้ในกรณีที่ขา CLK มีระดับต่ำ ส่วนขา EN จะทำงานแบบระดับสัญญาณ DC ของสัญญาณอินพุต สามารถเขียนตารางความจริงแสดงการทำงานของวงจรถ่ายได้ดังนี้</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

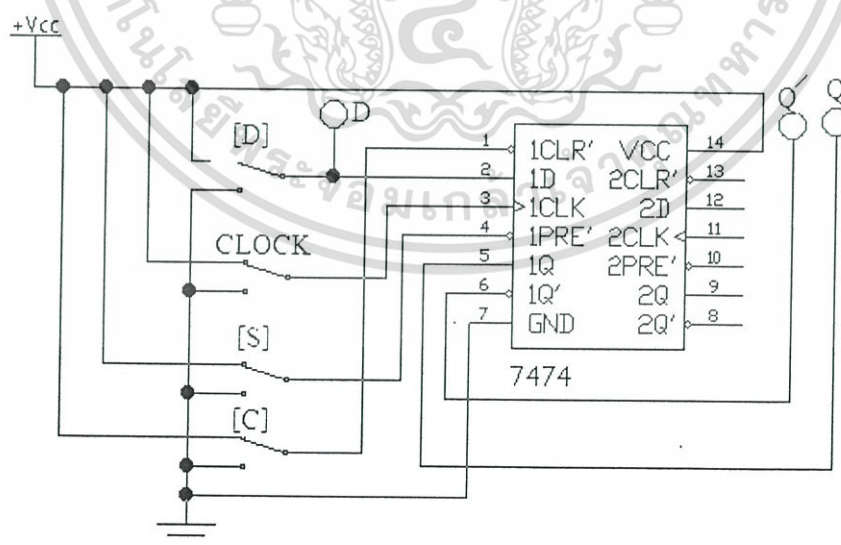
INPUT				OUTPUT		MODE OF OPERATION
Asynchronous		Synchronous		Q	Q'	
S <sub>D</sub>	C <sub>D</sub>	CLK	D	Q	Q'	
0	1	X	X	1	0	Asynchronous Set
1	0	X	X	0	1	Asynchronous Reset
0	0	X	X	1	1	Not Allowed
1	1	↑	1	1	0	Set
1	1	↑	0	0	1	Reset
1	1	L	X	Q <sub>0</sub>	Q' <sub>0</sub>	No Change or Latch

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บอร์ดทดลองดิจิทัล (Digital Technic Training) Model: DL-2001 1 เครื่อง
2. ดิจิตอลไอซีเบอร์ 7474 1 ตัว

### ลำดับขั้นการทดลอง

1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง



รูปที่ 4.4 IC Edge-Triggered D Flip-Flop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ต่อวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 7474 ดังรูป

1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V ที่ขา 14 และ สายกราวด์ เข้าที่ขา 7 ของ IC เบอร์ 7474

1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา D , CLK , PRE' และ CLR' ของวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop

1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop

## 2. บันทึกค่าจากการทดลอง

2.1 ตั้งค่าให้  $D = 1$  ,  $PRE' = 1$  ,  $CLR' = 1$  และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ (ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

2.2 ตั้งค่าให้  $D = 0$  ,  $PRE' = 1$  ,  $CLR' = 1$  และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

2.3 ตั้งค่าให้  $D = 0$  ,  $PRE' = 1$  ,  $CLR' = 1$  และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

2.4 ตั้งค่าให้  $D = 0$  ,  $PRE' = 1$  ,  $CLR' = 1$  และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

2.5 ตั้งค่าให้  $D = 1$  ,  $PRE' = 1$  ,  $CLR' = 1$  และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

2.6 ตั้งค่าให้  $D = 1$  ,  $PRE' = 1$  ,  $CLR' = 0$  และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

2.7 ตั้งค่าให้  $D = 1$  ,  $PRE' = 1$  ,  $CLR' = 0$  และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

2.8 ตั้งค่าให้  $D = 0$  ,  $PRE' = 0$  ,  $CLR' = 1$  และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

- 2.9 ตั้งค่าให้  $D=0$  ,  $PRE'=0$  ,  $CLR'=1$  และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.10 ตั้งค่าให้  $D=0$  ,  $PRE'=1$  ,  $CLR'=0$  และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.11 ตั้งค่าให้  $D=0$  ,  $PRE'=0$  ,  $CLR'=0$  และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.12 ถ้าตั้งค่าให้  $PRE'=1$  ,  $CLR'=1$  คงที่ และ D , CLK เรียงตามลำดับดังนี้  $D = 110011$  ,  $CLK = 010101$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.13 นำค่าจากข้อ 2.12 มาเขียน Timing Diagram

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5		เรื่องที่ 4
วิชา	ดิจิทัลเทคนิค	ครั้งที่ 8
ชื่อเรื่อง	ฟลิป-ฟลอป	จำนวนคาบรวม 9 คาบ
หน่วยที่ 5	IC Edge-Triggered JK Flip-Flop	จำนวน 1.5 คาบ
<p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>เมื่อจบการทดลองนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต่อวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ได้ถูกต้อง</li> <li>2. ทดสอบการทำงานของวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ได้ถูกต้อง</li> <li>3. เขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ทฤษฎี</b></p> <p>IC เบอร์ 7474 ตามรูปที่ 4.5 เป็นวงจร Negative- Edge-Triggered JK Flip-flop ที่มีขาอินพุตแบบ Asynchronous เป็นแบบ Active Low เรียกว่าขา Preset (<math>S_D</math>) และ Clear (<math>C_D</math>) จำนวน 2 ตัว แต่จะใช้ทดลองเพียง 1 ตัว</p> <p>สำหรับขาอินพุตแบบ Asynchronous จะมีอำนาจในการควบคุมเหนือกว่าขาอินพุตแบบ Synchronous และสามารถทำให้สัญญาณออกของ Flip-Flop อยู่ในสถานะ Set (<math>Q=1</math>) หรือ สถานะ Clear (<math>Q=0</math>) ได้โดยป้อนสัญญาณลอจิก “0” เข้าที่ขา Preset (<math>S_D</math>) หรือ Clear (<math>C_D</math>) แบบ Active Low</p> <p>สำหรับขาอินพุตแบบ Asynchronous จะไม่ตอบสนองสัญญาณเข้าแบบ Edge-Triggered แต่จะตอบสนองเป็นแบบระดับสัญญาณ DC</p> <p>สำหรับการตั้งระดับลอจิกที่ขา Preset (<math>S_D</math>) และ Clear (<math>C_D</math>) แบบ Asynchronous ให้มีระดับต่ำ “0” ทั้ง 2 ขาในเวลาเดียวกันนั้นจะถือว่าเป็นสถานะไม่พึงประสงค์ไม่ควรให้เกิดขึ้นในการทำงาน</p> <p>สำหรับการตั้งระดับลอจิกที่ขา Preset (<math>S_D</math>) และ Clear (<math>C_D</math>) ให้มีระดับสูง “1” ทั้ง 2 ขาในเวลาเดียวกันนั้นจะทำให้ขาอินพุตแบบ Asynchronous หหมดอำนาจในการควบคุมและส่งผลให้ขาอินพุตแบบ Synchronous มีอำนาจในการควบคุมแทน โดยขา CLK จะทำงานที่ขอบขาลงของสัญญาณอินพุตเท่านั้น และส่งผลในการควบคุมการทำงานที่ขา J, K ให้ทำงานเป็นไปตามตารางความจริงหรือไม่ทำงาน (No Change or Latch) ก็ได้ในกรณีที่ขา CLK มีระดับสูง ซึ่งสามารถเขียนตารางความจริงแสดงการทำงานของวงจรได้ดังนี้</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

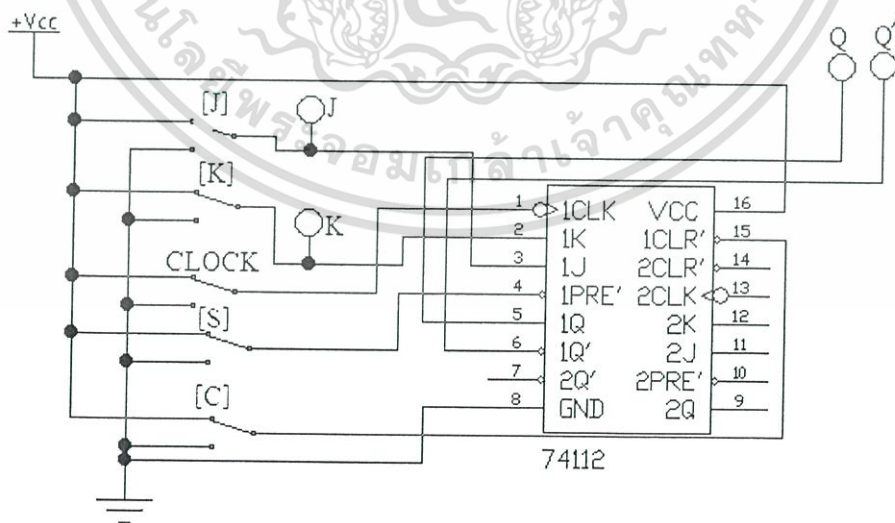
INPUT					OUTPUT		MODE OF OPERATION
Asynchronous		Synchronous			Q	Q'	
S <sub>D</sub>	C <sub>D</sub>	CLK	J	K	Q	Q'	
0	1	X	X	X	1	0	Asynchronous Set
1	0	X	X	X	0	1	Asynchronous Reset
0	0	X	X	X	1	1	Not Allowed
1	1	↓	0	0	Q <sub>0</sub>	Q' <sub>0</sub>	No Change or Latch
1	1	↓	0	1	0	1	Reset
1	1	↓	1	0	1	0	Set
1	1	↓	1	1	Opposite State		Toggle
1	1	H	X	X	Q <sub>0</sub>	Q' <sub>0</sub>	No Change or Latch

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

1. บอร์ดทดลองดิจิทัล (Digital Technic Training) Model: DL-2001 1 เครื่อง
2. ดิจิตอล ไอซีเบอร์ 74112 1 ตัว

**ลำดับขั้นตอนการทดลอง**

1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง



รูปที่ 4.5 IC Edge-Triggered JK Flip-Flop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1 ต่อวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 74112 ดังรูป
- 1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V ที่ขา 16 และ สายกราวด์ เข้าที่ขา 8 ของ IC เบอร์ 74112
- 1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัวเข้าที่ขา J , K , CLK' , PRE' และ CLR' ของวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop
- 1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop

## 2. บันทึกค่าจากการทดลอง

- 2.1 ตั้งค่าให้  $J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 0$  และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.2 ตั้งค่าให้  $J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1$  และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.3 ตั้งค่าให้  $J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1$  และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.4 ตั้งค่าให้  $J = 0, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1$  และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.5 ตั้งค่าให้  $J = 0, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1$  และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.6 ตั้งค่าให้  $J = 1, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1$  และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.7 ตั้งค่าให้  $J = 1, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1$  และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.8 ตั้งค่าให้  $J = 0, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1$  และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'

- 2.9 ตั้งค่าให้  $J=0, K=0, \text{PRE}'=1, \text{CLR}'=1$  และ  $\text{CLK}'$  เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้ สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.10 ตั้งค่าให้  $J=1, K=0, \text{PRE}'=1, \text{CLR}'=0$  และ  $\text{CLK}'$  เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้ สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.11 ตั้งค่าให้  $J=1, K=0, \text{PRE}'=1, \text{CLR}'=0$  และ  $\text{CLK}'$  เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้ สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.12 ตั้งค่าให้  $J=0, K=1, \text{PRE}'=0, \text{CLR}'=1$  และ  $\text{CLK}'$  เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้ สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.13 ตั้งค่าให้  $J=0, K=1, \text{PRE}'=0, \text{CLR}'=1$  และ  $\text{CLK}'$  เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้ สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.14 ถ้าตั้งค่าให้  $\text{PRE}'=1, \text{CLR}'=1$  คงที่ และ J, K,  $\text{CLK}'$  เรียงตามลำดับดังนี้  $J=111111, K=111111, \text{CLK}'=010101$  โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q'
- 2.15 นำค่าจากข้อ 2.14 มาเขียน Timing Diagram

### สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 6	เรื่องที่ 5
วิชา คณิตศาสตร์	ครั้งที่ 9
ชื่อเรื่อง วงจรนับ	จำนวนคาบรวม 6 คาบ
หน่วยที่ 6 4 bit Asynchronous(ripple) Counter	จำนวน 3 คาบ
<p><b>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>เมื่อจบการทดลองนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต่อยวงจร Asynchronous ได้ถูกต้อง</li> <li>2. ทดสอบการทำงานของวงจร Asynchronous ได้ถูกต้อง</li> <li>3. เขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ทฤษฎี</b></p> <p>J-K Flip-Flop ที่ทำงานในโหมด Toggle (<math>J=1, K=1</math>) สามารถนำมาต่อรวมเข้าด้วยกันเพื่อที่จะทำเป็นวงจรนับเลขไบนารี ในวงจรนับโมดูลัส(MOD) ค่าเลขโมดูลัสจะมีค่าเท่ากับจำนวนสถานะของบิตของวงจรนับ</p> <p>วงจรนับโมดูลัส(MOD) มีทั้งแบบไม่ได้จังหวะ(Asynchronous) คือเมื่อมีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาแล้ว Flip-Flop ภายในทุกตัวในวงจรทำงานไม่พร้อมกัน และแบบได้จังหวะ(Synchronous) คือเมื่อมีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาแล้ว Flip-Flop ภายในทุกตัวในวงจรทำงานพร้อมกันซึ่งจะศึกษาในการทดลองต่อไป</p> <p>จากวงจรในรูปที่ 5.1 ประกอบด้วย Negative-Edge-Triggered JK Flip-Flop 4 ตัวต่อกันเป็นวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) binary Counter, สังเกตที่ขาอินพุต J และ K ของ Flip-Flop ทุกตัวจะต่ออยู่กับ +5V(<math>J=1, K=1</math>) เป็นสาเหตุให้ Flip-Flop ทำงานในสถานะ Toggle เมื่อมีสัญญาณนาฬิกาที่ขอบขาลงมากระตุ้น(เปลี่ยนสถานะจาก 1 ไปเป็น 0), สำหรับ ขา CLK' ของ Flip-Flop ตัวแรก(<math>Q_0</math>) จะถูกใช้เป็นขาอินพุตของสัญญาณนาฬิกาของวงจรนับ ส่วนขา CLK' ของ Flip-Flop แต่ละตัวที่อยู่ต่อเนื่องกัน ไปจากตัวแรกจะถูกต่อเข้ากับขาทางออก(Q) ของ Flip-Flop ตัวที่อยู่ก่อนหน้า ดังนั้นเมื่อขาทางออก(Q) ของ Flip-Flop ตัวที่อยู่ก่อนหน้าเปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 มันจะมีผลทำให้ Flip-Flop ตัวที่อยู่ถัดไปเกิดการ Toggle เนื่องจากต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณออกจาก Flip-Flop ตัวที่อยู่ก่อนหน้า จึงเรียกว่าเป็นการทำงานแบบไม่ได้จังหวะกันและเป็นการนับแบบระลอก(Ripple Counter)</p> <p>ส่วนขาอินพุต CLR' ของวงจรนับจะต่อไปยังขาอินพุตคิซี Clear แบบ Active Low ของ Flip-Flop ทุกตัว, ดังนั้นเมื่อสัญญาณอินพุต CLR' ต่ำลง คือเป็นลอจิก “0” Flip-Flop ทุกตัวจะถูก Clear (0) เป็นสาเหตุให้วงจรนับถูก Clear ไปด้วย ขาอินพุต CLR' ของวงจรนับจะต้องกลับมาเป็นลอจิก “1” เพื่อที่จะทำให้วงจรนับทำการนับได้ ถ้าขาอินพุต CLR' แบบ Active Low ไม่กลับมาเป็นลอจิก</p>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“1” วงจรนับก็จะอยู่ในสภาพถูก Clear อยู่ตลอดไป เพราะว่าขาอินพุตคีย์ Clear ของ Flip-Flop จะมีอิทธิพลในการควบคุมเหนือกว่าขาอินพุต CLK' ของ Flip-Flop

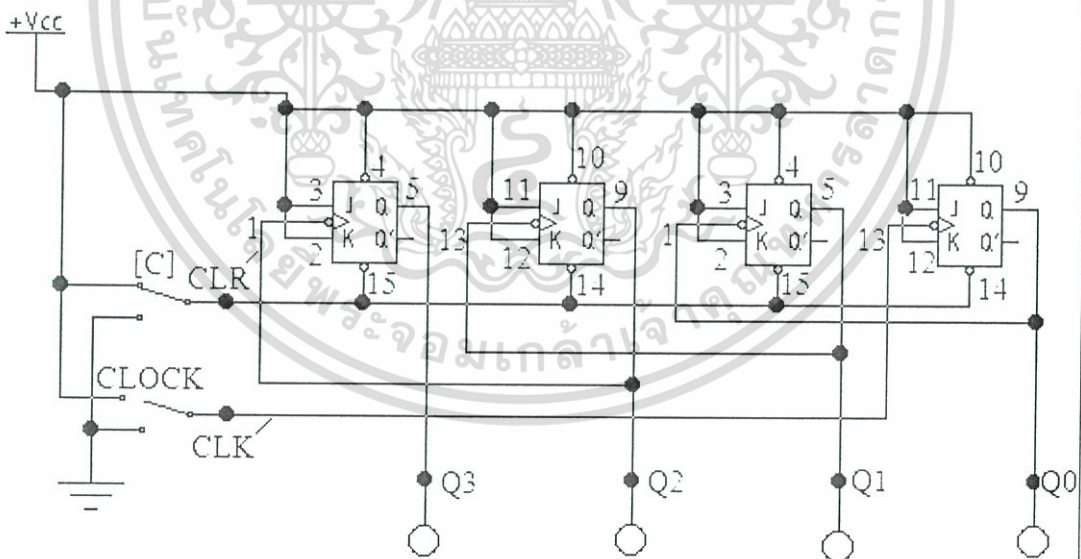
วงจรรูปแบบ Asynchronous(ripple) สามารถใช้เป็นวงจรรูปรวมความถี่ได้ด้วย เพราะว่า J-K Flip-Flop อยู่ในสถานะ Toggle ดังนั้นมันจะเปลี่ยนสถานะเฉพาะตอนแต่ละขอบขาลงหรือขอบขาขึ้นของสัญญาณพัลส์นาฬิกาเท่านั้นจึงทำให้ความถี่ของรูปคลื่นที่ขาทางออกของ Flip-Flop เป็น  $\frac{1}{2}$  (ครึ่งหนึ่ง) ของความถี่ของรูปคลื่นที่ขาอินพุต CLK' ของตัวมันเอง เพราะฉะนั้นในแต่ละ Flip-Flop ในวงจรรูปแบบ Asynchronous(ripple) ความถี่ที่ขาทางออกจะถูกหารด้วย 2 จาก Flip-Flop ที่อยู่ก่อนหน้ามัน

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บอร์ดทดลองดิจิทัล(Digital Technic Training) Model: DL-2001      1 เครื่อง
2. ดิจิตอลไอซีเบอร์ 74112      2 ตัว

### ลำดับขั้นการทดลอง

1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง



รูปที่ 5.1 วงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1 ต่อวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว ดังรูป
- 1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V ที่ขา 16 และ สายกราวด์ เข้าที่ขา 8 ของ IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว
- 1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา CLK' และ CLR' ของวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter
- 1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา  $Q_0$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  และ  $Q_3$  ของวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter

## 2. บันทึกค่าจากการทดลอง

- 2.1 ตั้งค่าให้ CLR' = 0 โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และ บันทึกค่าเอาต์พุต  $Q_0$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$ , และ  $Q_3$
- 2.2 ตั้งค่าให้ CLR' = 1 และ ป้อนสัญญาณนาฬิกา (CLK') ลูกที่ 1 โดยใช้การโยกสวิตช์ขึ้นและลง 1 ครั้ง และ บันทึกค่าเอาต์พุต  $Q_0$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$ , และ  $Q_3$
- 2.3 ทำซ้ำตามข้อ 2.2 จำนวน 15 ครั้ง
- 2.4 นำค่าจากข้อ 2.2 และ 2.3 มาเขียน Timing Diagram

สรุปผลการทดลอง



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7		เรื่องที่ 5
วิชา	ดิจิทัลเทคนิค	ครั้งที่ 10
ชื่อเรื่อง	วงจรรนับ	จำนวนคาบรวม 6 คาบ
หน่วยที่ 7	4 bit Synchronous(ripple) Counter	จำนวน 3 คาบ

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบการทดลองนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. ต่่วงจร Synchronous ได้ถูกต้อง
2. ทดสอบการทำงานของวงจร Synchronous ได้ถูกต้อง
3. เขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง

### ทฤษฎี

วงจรแบบได้จังหวะ(Synchronous) นี้ Flip-Flop ทุกตัวจะทำงานในจังหวะที่พร้อมกันทุกตัว คือ สัญญาณอินพุตพัลส์นาฬิกา ถูกต่อเข้าไปยังขาสัญญาณ CLK' ของ JK Flip-Flop ทุกตัว ดังรูปที่ 5.2 จากวงจรในรูปที่ 5.2 ประกอบด้วย Negative-Edge-Triggered JK Flip-Flop 4 ตัว ถูกต่อกันเป็นวงจร 4 bit Synchronous(ripple) binary Counter, สัญเหตุที่ขาอินพุต CLK' ของ JK Flip-Flop ทุกตัว ต่ออยู่กับสัญญาณอินพุตพัลส์นาฬิกาของวงจรรนับ ,สำหรับขาอินพุต J และ K ของ Flip-Flop แต่ละตัวอาจจะต่ออยู่กับ +5V(J=1, K=1) , หรืออาจจะถูกต่อเข้ากับทางออกของ Flip-Flop ตัวอื่น, หรืออาจจะถูกต่อเข้ากับทางออกของลอจิกเกต(AND GATE) , ดังนั้นการกำหนดลอจิกที่ถูกต้องจะทำให้ Flip-Flop ทำงานในสภาวะ Toggle ในช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งก็จะผลิตการนับขึ้นของเลขไบนารีได้

ส่วนขาอินพุต CLR' ของวงจรรนับจะต่อไปยังขาอินพุตคิซี Clear แบบ Active Low ของ Flip-Flop ทุกตัว , ดังนั้นเมื่อสัญญาณอินพุต CLR' ต่ำลง คือเป็นลอจิก “0” Flip-Flop ทุกตัวจะถูก Clear (0) เป็นสาเหตุให้วงจรรนับถูก Clear ไปด้วย ขาอินพุต CLR' ของวงจรรนับจะต้องกลับมาเป็นลอจิก “1” เพื่อที่จะทำให้วงจรรนับทำการนับได้ ถ้าขาอินพุต CLR' แบบ Active Low ไม่กลับมาเป็นลอจิก “1” วงจรรนับก็จะอยู่ในสภาพถูก Clear อยู่ตลอดไป เพราะว่าขาอินพุตคิซี Clear ของ Flip-Flop จะมีอิทธิพลในการควบคุมเหนือกว่าขาอินพุต CLK' ของ Flip-Flop

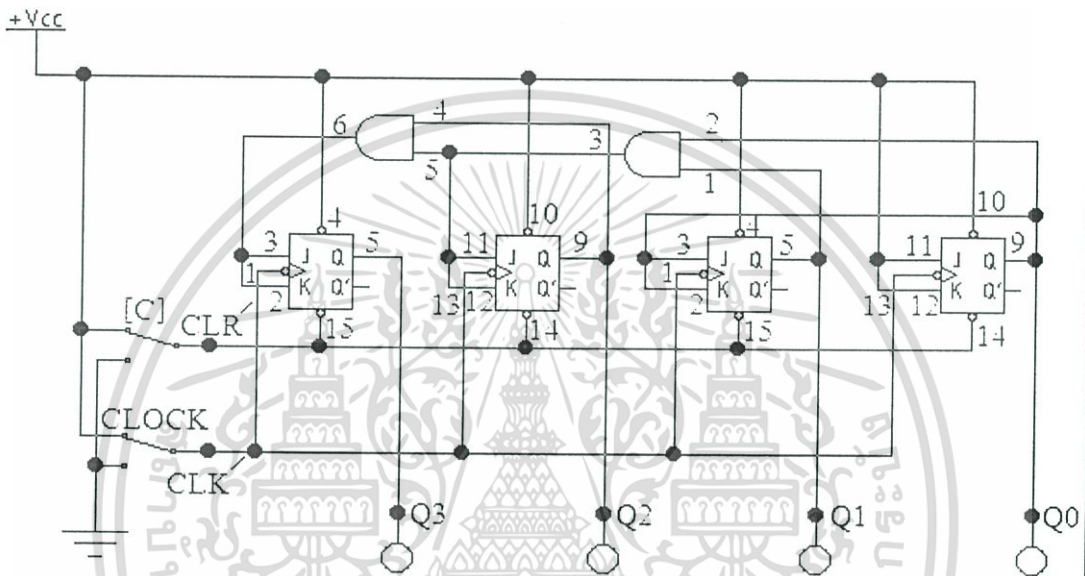
วงจรรนับแบบ Synchronous สามารถใช้เป็นวงจรหารความถี่ได้ด้วยเช่นกัน เพราะว่าความถี่ของรูปคลื่นที่ขาทางออกของวงจรรนับเป็น  $\frac{1}{2}$ (ครึ่งหนึ่ง) ของความถี่ของรูปคลื่นทางออกที่อยู่ก่อนหน้าของวงจรรนับ

## เครื่องมือและอุปกรณ์

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. บอร์ดทดลองดิจิทัล(Digital Technic Training) Model: DL-2001 | 1 เครื่อง |
| 2. ดิจิตอลไอซีเบอร์ 74112                                     | 2 ตัว     |
| 3. ดิจิตอลไอซีเบอร์ 7408                                      | 1 ตัว     |

## ลำดับขั้นการทดลอง

1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง



รูปที่ 5.2 วงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter

- 1.1 ต่อวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว และ IC เบอร์ 7408 จำนวน 1 ตัว ดังรูป
- 1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V ที่ขา 16 และ สายกราวด์ เข้าที่ขา 8 ของ IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว และ +5V ที่ขา 14 และสายกราวด์ ที่ขา 7 ของ IC เบอร์ 7408 จำนวน 1 ตัว
- 1.3 ต่อสายสวิทช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา CLK' และ CLR' ของวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter
- 1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q<sub>0</sub>, Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> และ Q<sub>3</sub> ของวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บันทึกค่าจากการทดลอง

2.1 ตั้งค่าให้  $CLR' = 0$  โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และ บันทึกค่าเอาต์พุต  $Q_0$  ,  $Q_1$  ,  $Q_2$  , และ  $Q_3$

2.2 ตั้งค่าให้  $CLR' = 1$  และ ป้อนสัญญาณนาฬิกา ( $CLK'$ ) ลูกที่ 1 โดยการใช้การโยกสวิตช์ขึ้น และลง 1 ครั้ง และ บันทึกค่าเอาต์พุต  $Q_0$  ,  $Q_1$  ,  $Q_2$  , และ  $Q_3$

2.3 ทำซ้ำตามข้อ 2.2 จำนวน 15 ครั้ง

2.4 นำค่าจากข้อ 2.2 และ 2.3 มาเขียน Timing Diagram



## สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียน**  
**กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง Nor Gate S-R Latch**

**คำชี้แจง**

ให้ท่านกาเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบประเมินข้อใดสามารถวัดความสามารถนักศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นว่าสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาดังนี้

1. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 1
2. แบบประเมินข้อใดไม่แน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 0
3. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ -1

**หมายเหตุ**

ในกรณีที่ท่านทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ขอความกรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	1	0	-1
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง			
1.1 ต่อวงจร Nor Gate S-R Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 7402 ดังรูป ได้ถูกต้อง			
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7402 ได้ถูกต้อง			
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา R และ S ของวงจร Nor Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง			
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร Nor Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง			
2. บันทึกค่าจากการทดลอง			
2.1 ตั้งค่าให้ $S = 1$ และ $R = 0$ โดยใช้สวิตช์ (เปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, ปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.2 ตั้งค่าให้ $S = 0$ และ $R = 1$ โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.3 ตั้งค่าให้ $S = 0$ และ $R = 0$ โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.4 ตั้งค่าให้ $S = 1$ และ $R = 1$ โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.5 ถ้าตั้งค่าให้ S และ R เรียงตามลำดับดังนี้ $S = 100101$ , $R = 010001$ โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียน**  
**กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง Nand Gate S-R Latch**

**คำชี้แจง**

ให้ท่านกาเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบประเมินข้อใดสามารถวัดความสามารถนักศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาว่าสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาดังนี้

1. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 1
2. แบบประเมินข้อใดไม่แน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 0
3. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ -1

**หมายเหตุ**

ในกรณีที่ท่านทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ขอความกรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	1	0	-1
<p>1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง</p> <p>1.1 ต่อวงจร Nand Gate S-R Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 7400 ดังรูป ได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7400 ได้ถูกต้อง</p> <p>1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา R' และ S' ของ วงจร Nand Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง</p> <p>1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร Nand Gate S-R Latch ได้ถูกต้อง</p>			
<p>2. บันทึกค่าจากการทดลอง</p> <p>2.1 ตั้งค่าให้ S' = 0 และ R' = 1 โดยใช้สวิตช์ (ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.2 ตั้งค่าให้ S' = 1 และ R' = 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.3 ตั้งค่าให้ S' = 1 และ R' = 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.4 ตั้งค่าให้ S' = 0 และ R' = 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.5 ถ้าตั้งค่าให้ S' และ R' เรียงตามลำดับดังนี้ S' = 011010 , R' = 101110 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียน**  
**กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง Nand Gate D Latch**

**คำชี้แจง**

ให้ท่านกาเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบประเมินข้อใดสามารถวัดความสามารถนักศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาว่าสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาดังนี้

1. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 1
2. แบบประเมินข้อใดไม่แน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 0
3. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ -1

**หมายเหตุ**

ในกรณีที่ท่านทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ขอความกรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	1	0	-1
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง			
1.1 ต่อวงจร Nand Gate D Latch ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 7404 และ 7400 ดังรูป ได้ถูกต้อง			
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7400 และ 7400 ได้ถูกต้อง			
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา D และ EN ของวงจร Nand Gate D Latch ได้ถูกต้อง			
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา S', R', Q และ Q' ของวงจร Nand Gate D Latch ได้ถูกต้อง			
2. บันทึกค่าจากการทดลอง			
2.1 ตั้งค่าให้ D=0 และ EN=1 โดยใช้สวิตช์ (เปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, ปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) บันทึกค่าเอาต์พุต S', R', Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.2 ตั้งค่าให้ D=1 และ EN=1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต S', R', Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.3 ตั้งค่าให้ D=1 และ EN=0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต S', R', Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.4 ตั้งค่าให้ D=0 และ EN=0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต S', R', Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.5 ถ้าวัดค่าให้ D และ EN เรียงตามลำดับดังนี้ D = 100101 , EN = 010001 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.6 นำค่าจากข้อ 2.5 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

### แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียน กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง IC Edge-Triggered D Flip-Flop

#### คำชี้แจง

ให้ท่านทำเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบประเมินข้อใดสามารถวัดความสามารถนักศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาว่าสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาดังนี้

1. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 1
2. แบบประเมินข้อใดไม่แน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 0
3. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ -1

#### หมายเหตุ

ในกรณีที่ท่านทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ขอความกรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	1	0	-1
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง			
1.1 ต่อวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 7474 ดังรูป ได้ถูกต้อง			
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 7474 ได้ถูกต้อง			
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัวเข้าที่ขา D , CLK , PRE' และ CLR' ของวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ได้ถูกต้อง			
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา Q และ Q' ของวงจร IC Edge-Triggered D Flip-Flop ได้ถูกต้อง			
2. บันทึกค่าจากการทดลอง			
2.1 ตั้งค่าให้ $D = 1$ , $PRE' = 1$ , $CLR' = 1$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.2 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 1$ , $CLR' = 1$ และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.3 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 1$ , $CLR' = 1$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.4 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 1$ , $CLR' = 1$ และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.5 ตั้งค่าให้ $D = 1$ , $PRE' = 1$ , $CLR' = 1$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.6 ตั้งค่าให้ $D = 1$ , $PRE' = 1$ , $CLR' = 0$ และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.7 ตั้งค่าให้ $D = 1$ , $PRE' = 1$ , $CLR' = 0$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.8 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 0$ , $CLR' = 1$ และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			

### แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	1	0	-1
2.9 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 0$ , $CLR' = 1$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.10 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 1$ , $CLR' = 0$ และ CLK เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.11 ตั้งค่าให้ $D = 0$ , $PRE' = 0$ , $CLR' = 0$ และ CLK เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.12 ถ้าตั้งค่าให้ $PRE' = 1, CLR' = 1$ คงที่ และ D, CLK เรียงตามลำดับดังนี้ $D = 110011$ , $CLK = 010101$ โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง			
2.13 นำค่าจากข้อ 2.12 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง			

#### ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียน**  
**กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง IC Edge-Triggered JK Flip-Flop**

**คำชี้แจง**

ให้ท่านกาเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบประเมินข้อใดสามารถวัดความสามารถนักศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาว่าสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณา ดังนี้

1. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 1
2. แบบประเมินข้อใดไม่แน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 0
3. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ -1

**หมายเหตุ**

ในกรณีที่ท่านทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ขอความกรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	1	0	-1
<p>1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง</p> <p>1.1 ต่อวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 74112 ดังรูป ได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 74112 ได้ถูกต้อง</p> <p>1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัวเข้ากับขา J, K, CLK', PRE' และ CLR' ของวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ได้ถูกต้อง</p> <p>1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้ากับขา Q และ Q' ของวงจร IC Edge-Triggered JK Flip-Flop ได้ถูกต้อง</p>			
<p>2. บันทึกค่าจากการทดลอง</p> <p>2.1 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 0</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้ สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1)และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.2 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.3 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.4 ตั้งค่าให้ <math>J = 0, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.5 ตั้งค่าให้ <math>J = 0, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.6 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และบันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.7 ตั้งค่าให้ <math>J = 1, K = 1, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p> <p>2.8 ตั้งค่าให้ <math>J = 0, K = 0, PRE' = 1, CLR' = 1</math> และ CLK' เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์ และ บันทึกค่าเอาต์พุต Q และ Q' ได้ถูกต้อง</p>			

### แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	1	0	-1
2.9 ตั้งค่าให้ $J=0, K=0, PRE'=1, CLR'=1$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.10 ตั้งค่าให้ $J=1, K=0, PRE'=1, CLR'=0$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.11 ตั้งค่าให้ $J=1, K=0, PRE'=1, CLR'=0$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.12 ตั้งค่าให้ $J=0, K=1, PRE'=0, CLR'=1$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.13 ตั้งค่าให้ $J=0, K=1, PRE'=0, CLR'=1$ และ $CLK'$ เปลี่ยนจาก 1 ไปเป็น 0 โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.14 ถ้าตั้งค่าให้ $PRE'=1, CLR'=1$ คงที่ และ J, K, $CLK'$ เรียงตามลำดับดังนี้ $J = 111111, K = 111111, CLK' = 010101$ โดยใช้สวิตช์และบันทึกราคาเอาต์พุต Q และ $Q'$ ได้ถูกต้อง			
2.15 นำค่าจากข้อ 2.14 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง			

#### ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียน**  
**กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง 4 bit Asynchronous(ripple) Counter**

**คำชี้แจง**

ให้ท่านกาเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบประเมินข้อใดสามารถวัดความสามารถนักศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นว่าสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาดังนี้

1. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 1
2. แบบประเมินข้อใดไม่แน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 0
3. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ -1

**หมายเหตุ**

ในกรณีที่ท่านทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ขอความกรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	1	0	-1
1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง			
1.1 ต่อวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัลโดยใช้ IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว ดังรูปได้ถูกต้อง			
1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว ได้ถูกต้อง			
1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา CLK' และ CLR' ของวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง			
1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ด เข้าที่ขา $Q_0$ , $Q_1$ , $Q_2$ และ $Q_3$ ของวงจร 4 bit Asynchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง			
2. บันทึกค่าจากการทดลอง			
2.1 ตั้งค่าให้ $CLR' = 0$ โดยใช้สวิตช์ ( ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0 , เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และบันทึกค่าเอาต์พุต $Q_0$ , $Q_1$ , $Q_2$ และ $Q_3$ ได้ถูกต้อง			
2.2 ตั้งค่าให้ $CLR' = 1$ และป้อนสัญญาณนาฬิกา ( CLK' ) ลูกที่ 1 โดยใช้การโยกสวิตช์ขึ้นและลง 1 ครั้ง และ บันทึกค่าเอาต์พุต $Q_0$ , $Q_1$ , $Q_2$ , และ $Q_3$ ได้ถูกต้อง			
2.3 ทำซ้ำตามข้อ 2.2 จำนวน 15 ครั้ง ได้ถูกต้อง			
2.4 นำค่าจากข้อ 2.2 และ 2.3 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง			

**ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียน**  
**กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง 4 bit Synchronous(ripple) Counter**

**คำชี้แจง**

ให้ท่านทำเครื่องหมาย / ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านว่า แบบประเมินข้อใดสามารถวัดความสามารถนักศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นว่าสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาดังนี้

1. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 1
2. แบบประเมินข้อใดไม่แน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ 0
3. แบบประเมินข้อใดแน่ใจว่าไม่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา ให้ขีดเครื่องหมาย / ลงในช่องที่มีคะแนนเท่ากับ -1

**หมายเหตุ**

ในกรณีที่ท่านทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ขอความกรุณาช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถทางการเรียนกับวัตถุประสงค์

รายการ	เกณฑ์การประเมิน		
	1	0	-1
<p>1. การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง</p> <p>1.1 ต่อวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter ลงบนบอร์ดทดลองดิจิทัล โดยใช้ IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว และ IC เบอร์ 7408 จำนวน 1 ตัว ดังรูป ได้ถูกต้อง</p> <p>1.2 ต่อสายแหล่งจ่ายไฟ +5V และ สายกราวด์ เข้าที่ขา IC เบอร์ 74112 จำนวน 2 ตัว และ IC เบอร์ 7408 จำนวน 1 ตัว ได้ถูกต้อง</p> <p>1.3 ต่อสายสวิตช์ที่มี LED Display ในตัว เข้าที่ขา CLK' และ CLR' ของวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter ได้ถูกต้อง</p> <p>1.4 ต่อสาย LED Display บนบอร์ดเข้าที่ขา <math>Q_0</math>, <math>Q_1</math>, <math>Q_2</math> และ <math>Q_3</math> ของวงจร 4 bit Synchronous(ripple) Counter</p>			
<p>2. บันทึกค่าจากการทดลอง</p> <p>2.1 ตั้งค่าให้ <math>CLR' = 0</math> โดยใช้สวิตช์ (ปิดสวิตช์ = ลอจิก 0, เปิดสวิตช์ = ลอจิก 1) และบันทึกค่าเอาต์พุต <math>Q_0</math>, <math>Q_1</math>, <math>Q_2</math>, และ <math>Q_3</math> ได้ถูกต้อง</p> <p>2.2 ตั้งค่าให้ <math>CLR' = 1</math> และป้อนสัญญาณนาฬิกา (CLK') ลูกที่ 1 โดยการใช้การโยกสวิตช์ขึ้นและลง 1 ครั้ง และ บันทึกค่าเอาต์พุต <math>Q_0</math>, <math>Q_1</math>, <math>Q_2</math>, และ <math>Q_3</math> ได้ถูกต้อง</p> <p>2.3 ทำซ้ำตามข้อ 2.2 จำนวน 15 ครั้ง ได้ถูกต้อง</p> <p>2.4 นำค่าจากข้อ 2.2 และ 2.3 มาเขียน Timing Diagram ได้ถูกต้อง</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
( ด้านเนื้อหา )

เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ

คำชี้แจง

โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็น  
ของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

- |   |         |             |
|---|---------|-------------|
| 5 | หมายถึง | ดีมาก       |
| 4 | หมายถึง | ดี          |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง     |
| 2 | หมายถึง | พอใช้       |
| 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุง |

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)

### เรื่อง วจรลจกแบบลำดับ

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา					
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	.....	.....	.....	.....	.....
- ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน่วย	.....	.....	.....	.....	.....
- ความถูกต้องของเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	.....	.....	.....	.....	.....
2. ด้านการนำเสนอเนื้อหา					
- ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของภาพที่ใช้นำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ขนาดของภาพที่ใช้นำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ความถูกต้องของภาพตามเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ**  
**( ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ )**  
**เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ**

**คำชี้แจง**

โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

- |   |         |             |
|---|---------|-------------|
| 5 | หมายถึง | ดีมาก       |
| 4 | หมายถึง | ดี          |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง     |
| 2 | หมายถึง | พอใช้       |
| 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุง |

**หมายเหตุ**

ขอความกรุณาท่านช่วยให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงต่อไป

ตรวจสอบเรียบร้อย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

## แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. การนำเสนอบทเรียน					
- ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
- ความสะดวกและความคล่องตัวในการใช้แต่ละหน่วย	.....	.....	.....	.....	.....
- การออกแบบหน้าจอ โดยภาพรวม	.....	.....	.....	.....	.....
- ความชัดเจนของคำสั่งในการใช้งานในแต่ละหน่วย	.....	.....	.....	.....	.....
2. ด้านรูปภาพ, เสียง และตัวอักษร					
- ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
- ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
- ความชัดเจนของเสียง	.....	.....	.....	.....	.....
3. ความสอดคล้องของสื่อกับเนื้อหา					
- บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในบทเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
- ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

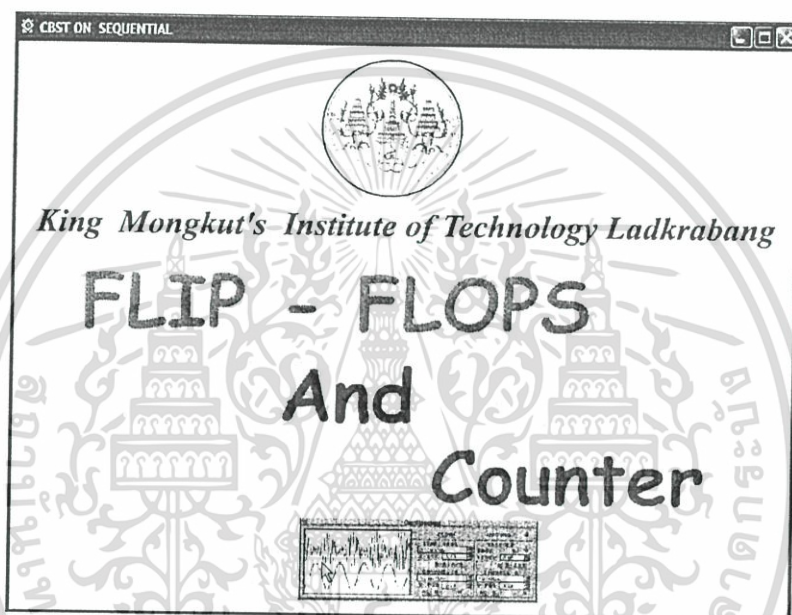


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คู่มือการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรลอจิกแบบลำดับ

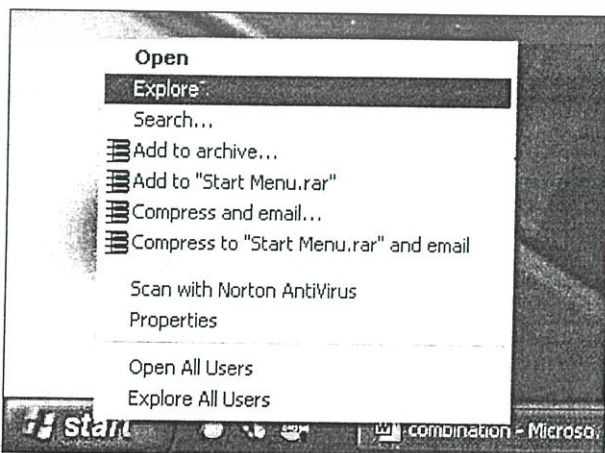
### การเรียกใช้โปรแกรม

โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็น โปรแกรมที่บรรจุอยู่ในแผ่นซีดีรอม เป็นแบบ Auto Run ซึ่งหมายความว่าเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เปิดอยู่แล้วใส่แผ่นซีดีลงในเครื่องอ่านแผ่นซีดีรอม โปรแกรมก็จะถูกเรียกขึ้นมาเองอัตโนมัติ สักครู่จะเข้าสู่ตัวโปรแกรม ดังรูปที่ 1

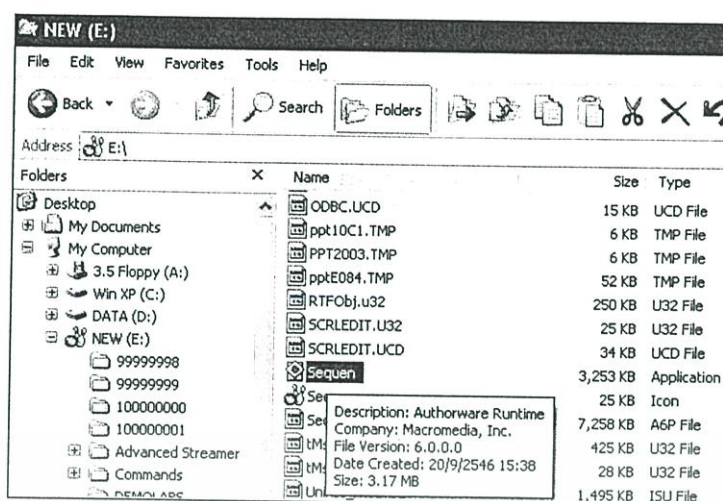


รูปที่ 1 หน้าแรกของโปรแกรม

หากใส่แผ่นซีดีรอมแล้วโปรแกรมยังไม่ถูกเรียกขึ้นมา สาเหตุอาจมาจากคอมพิวเตอร์เครื่องนั้น ถูกกำหนดให้ยกเลิกการทำ Auto Run ดังนั้นให้เปิดดูรายชื่อไฟล์ต่างๆ ในแผ่นซีดีรอม โดยการเปิด Explore ดังรายละเอียดในรูปที่ 2 แล้วหาไฟล์ Sequen.EXE เมื่อพบไฟล์ดังกล่าว ให้ดับเบิลคลิกที่ไฟล์นี้

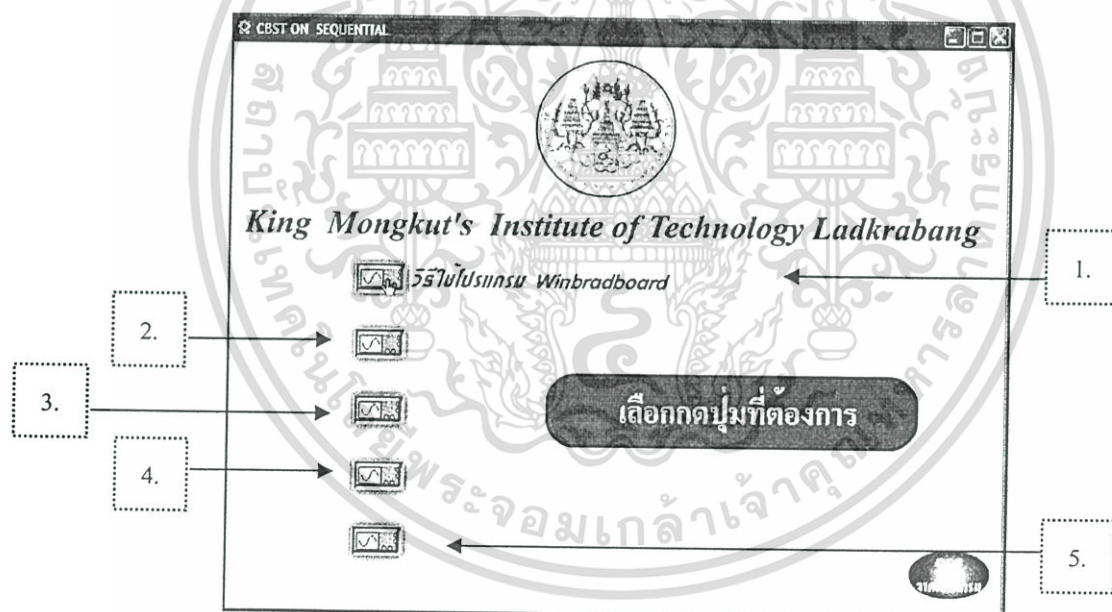


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงไฟล์

แล้วโปรแกรมจะเข้าสู่เมนูหลักดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงเมนูหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

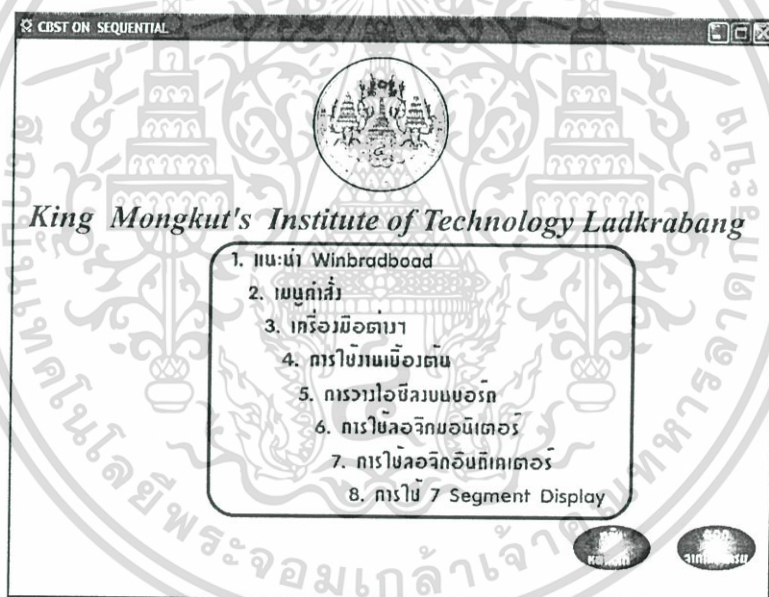
## ในเมนูหลักจะมีเมนูหลักอยู่ 5 เมนูดังนี้

1. วิธีการใช้โปรแกรม Winbradboard
2. เนื้อหา
3. การทดลอง
4. แบบทดสอบ
5. คณะผู้จัดทำ

การเข้าสู่เมนูต่างๆ นั้นสามารถทำได้โดยเลื่อนเมาส์ มาตรงบริเวณเมนูที่ต้องการ แล้วคลิกเมนูที่ต้องการ

## วิธีการใช้งานในส่วนการใช้โปรแกรม Winbradboard

เมื่อคลิกที่เมนูที่ 1 (การใช้โปรแกรม Winbradboard) จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 4 ดังนี้



รูปที่ 4 แสดงเมนูย่อยของ Winbradboard

จะแสดงเมนูย่อยอีก 8 เมนูด้วยกัน ดังคำสั่งที่แสดงในแต่ละหัวข้อในรูปที่ 4 ใน 8 เมนูนี้ เมื่อคลิกในแต่ละหัวข้อ โปรแกรมจะทำการอธิบายการทำงาน โดยอัตโนมัติทั้ง 8 เมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการใช้งานในเมนูเนื้อหา

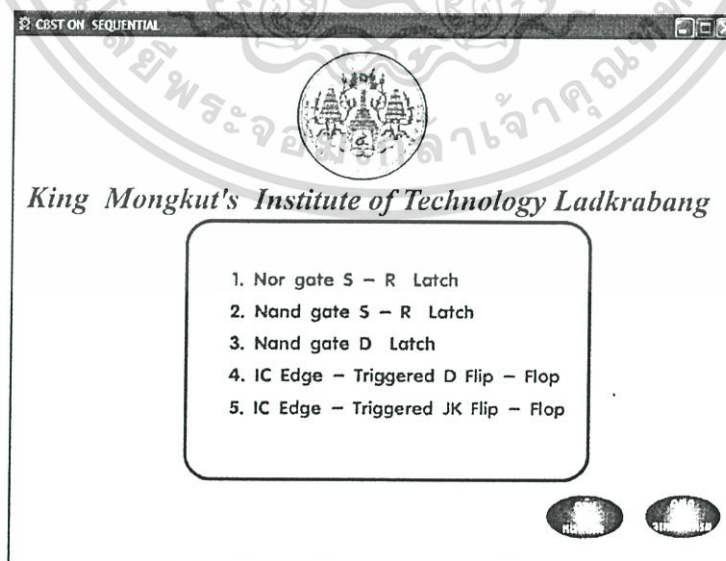
เมื่อกดคลิกที่เมนูหลักที่ 2 (เนื้อหา) จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 5 ดังนี้



รูปที่ 5 แสดงเมนูย่อยของเนื้อหา

ประกอบด้วยวงจร 2 เมนูย่อยดังรูป

1. วงจรฟลิปฟลอป เมื่อกดคลิกที่เมนูย่อยนี้จะเข้าสู่เมนูดังรูปที่ 6 ดังนี้

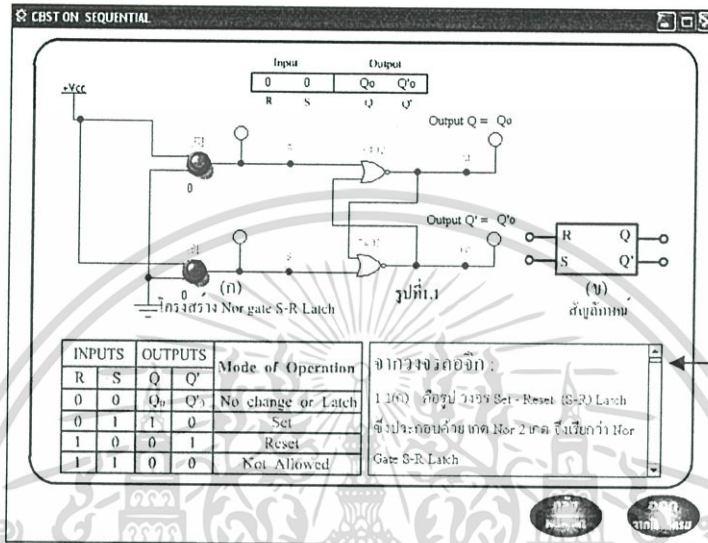


รูปที่ 6 เมนูย่อยของวงจรฟลิปฟลอป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการใช้เมนูย่อยวงจรฟลิปฟล็อป

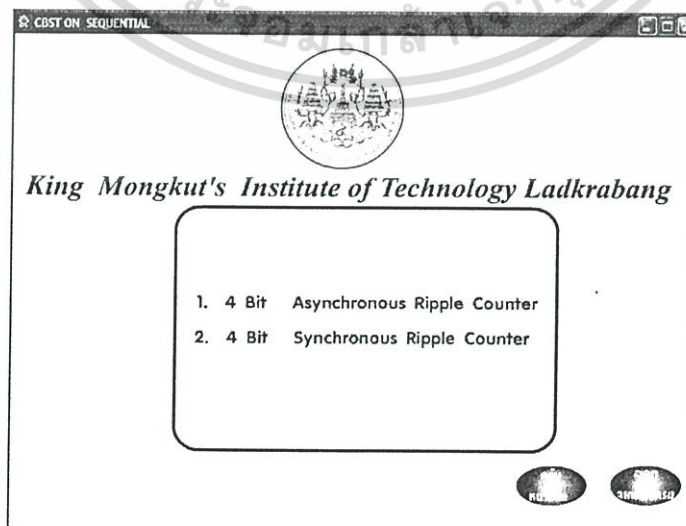
คลิกเลือกเมนูย่อยที่ต้องการรู้เนื้อหา เช่น ต้องการทราบเนื้อหาในหัวข้อที่ 1 ซึ่งอยู่ในเรื่อง **Nor gate S-R Latch** เมื่อคลิกเข้าไปแล้วจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 7 ดังนี้



รูปที่ 7 แสดงคำอธิบายของ Nor gate S-R Latch

รายละเอียดจะแสดงในกล่องข้อความตามลูกศรที่ชี้ เลื่อนแถบขึ้นลงเพื่ออ่านเนื้อหา ในคำอธิบายจะบอกเนื้อหาและรายละเอียดทุกส่วนในหน้าจอนี้ และคำอธิบายในเนื้อหาข้ออื่นๆ นั้นก็เป็นเช่นเดียวกัน

2. วงจรนับ เมื่อคลิกที่เมนูย่อยนี้จะเข้าสู่เมนูดังรูปที่ 8 ดังนี้



รูปที่ 8 เมนูย่อยของวงจรถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนูนี้มีคำอธิบาย 2 หัวข้อ มีลักษณะการใช้งานเหมือนเมนูในวงจรฟลิปฟล็อป คือคลิกเลือกเมนูย่อยเพื่อดูรายละเอียดของเนื้อหา

### วิธีการใช้งานในส่วนของเมนูการทดลอง

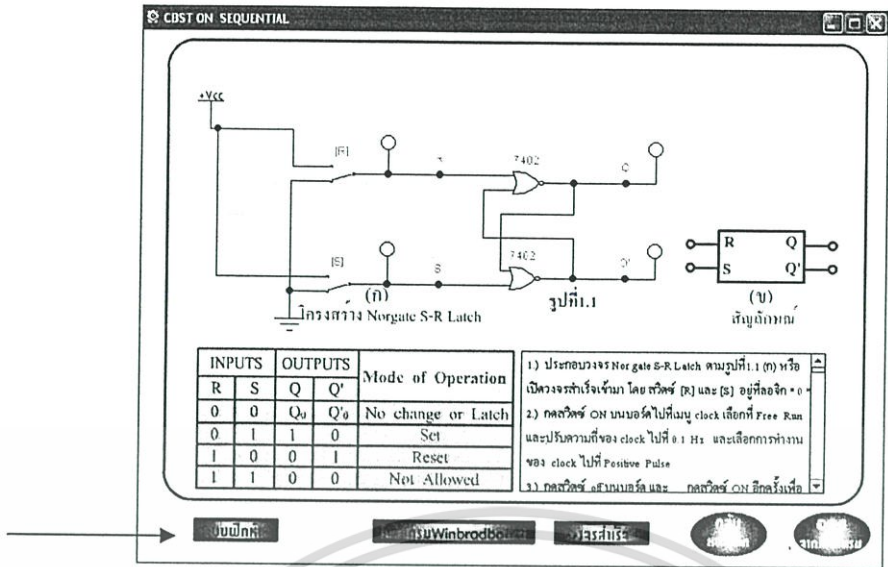
เมื่อคลิกที่เมนูหลักที่ 3 (การทดลอง) จะแสดงหน้าจอเช่นเดียวกับเมนูของเนื้อหาแต่เมื่อกlikเข้าไปในเมนูย่อยที่ต้องการทดลอง เช่น ต้องการทดลองในหัวข้อที่ 1 ซึ่งอยู่ในเรื่อง Nor gate S-R Latch เมื่อคลิกเข้าไปแล้วจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 9 ดังนี้



รูปที่ 9 แสดงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการทดลองเรื่อง Nor gate S-R Latch

จากรูปที่ 9 เมื่อกlikปุ่มไปต่อจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 10 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

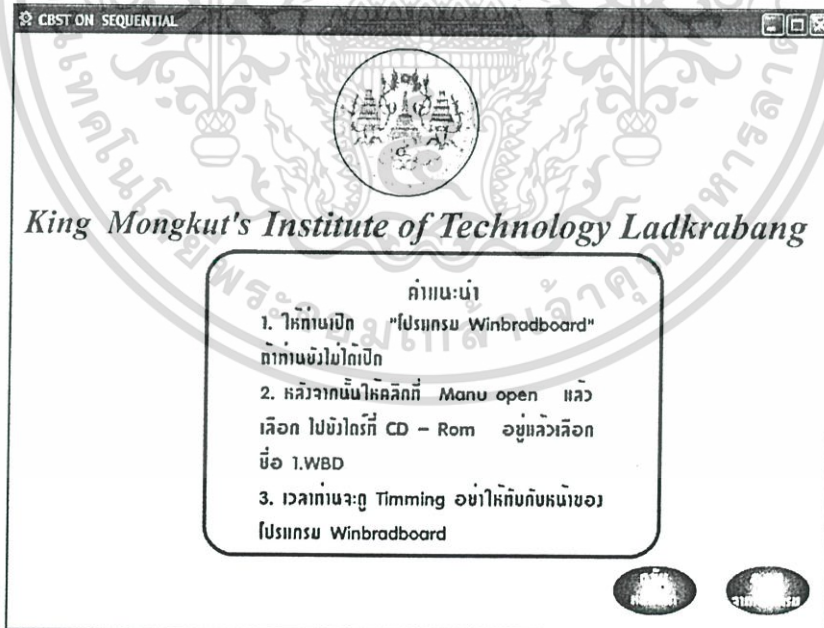


รูปที่ 10 แสดงวิธีการทดลองในแต่ละวงจร

ในรูปที่ 10 จะมีเมนูการใช้งานเพิ่มขึ้นมาคือ

1. วงจรสำเร็จ

เมนูนี้จะบอกรายละเอียดการใช้เมนูการทดลอง เมื่อเข้าใจแล้วให้ทำการคลิกที่ กลับสู่หน้าหลักต่อไป และเมื่อคลิกวงจรสำเร็จแล้วจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 11 ดังนี้

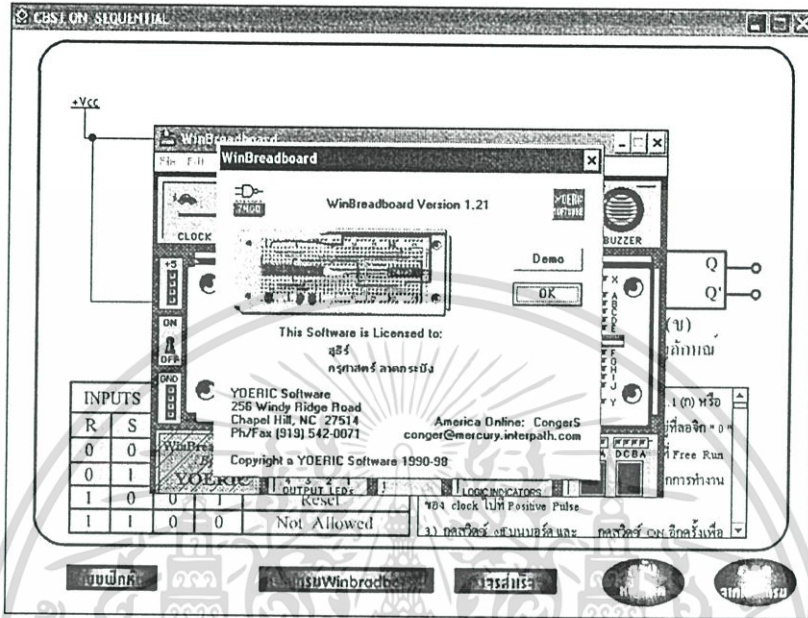


รูปที่ 11 แสดงการอธิบายของการใช้การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรม Winbradboard

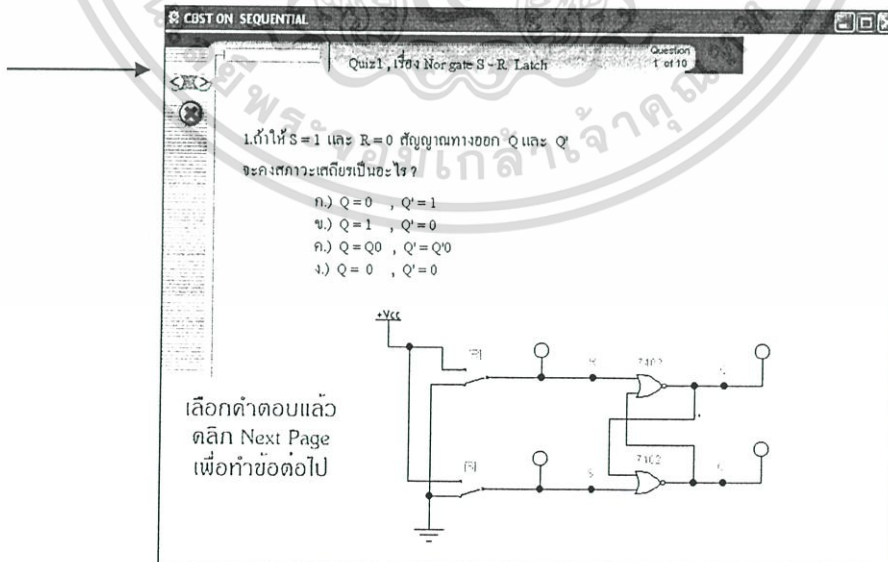
เมนูนี้จะใช้ในการทดลอง เมื่อคลิกที่เมนู โปรแกรม Winbradboard หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 12 ดังนี้



รูปที่ 12 แสดงหน้าจอการปฏิบัติ



3. แบบฝึกหัด

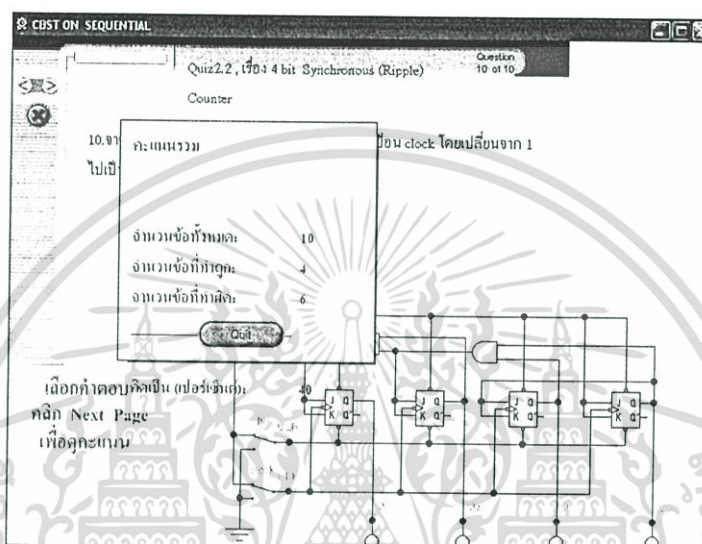
จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 13 ดังนี้



รูปที่ 13 แสดงแบบฝึกหัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีแบบฝึกหัดทั้งหมดรวม 10 ข้อ โปรแกรมจะไม่ยอมให้ทำอะไรทั้งสิ้นถ้าไม่เลือกข้อที่คิดว่าถูกต้องที่สุด ทั้ง 10 ข้อ ลูกศร  ใช้เมื่อต้องการเลือกข้อในการทำแบบฝึกหัด ส่วนเครื่องหมายกากบาทนี้ใช้เมื่อต้องการออกจากการทำแบบฝึกหัด  และเมื่อทำเสร็จทั้ง 10 ข้อแล้ว หน้าจอจะมีการแสดงผลการทำแบบฝึกหัดที่ทำเสร็จครั้งล่าสุดดังในรูปที่ 14



รูปที่ 14 แสดงข้อผิดพลาดในการทำแบบฝึกหัด

คลิก QUIT โปรแกรมจะจบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

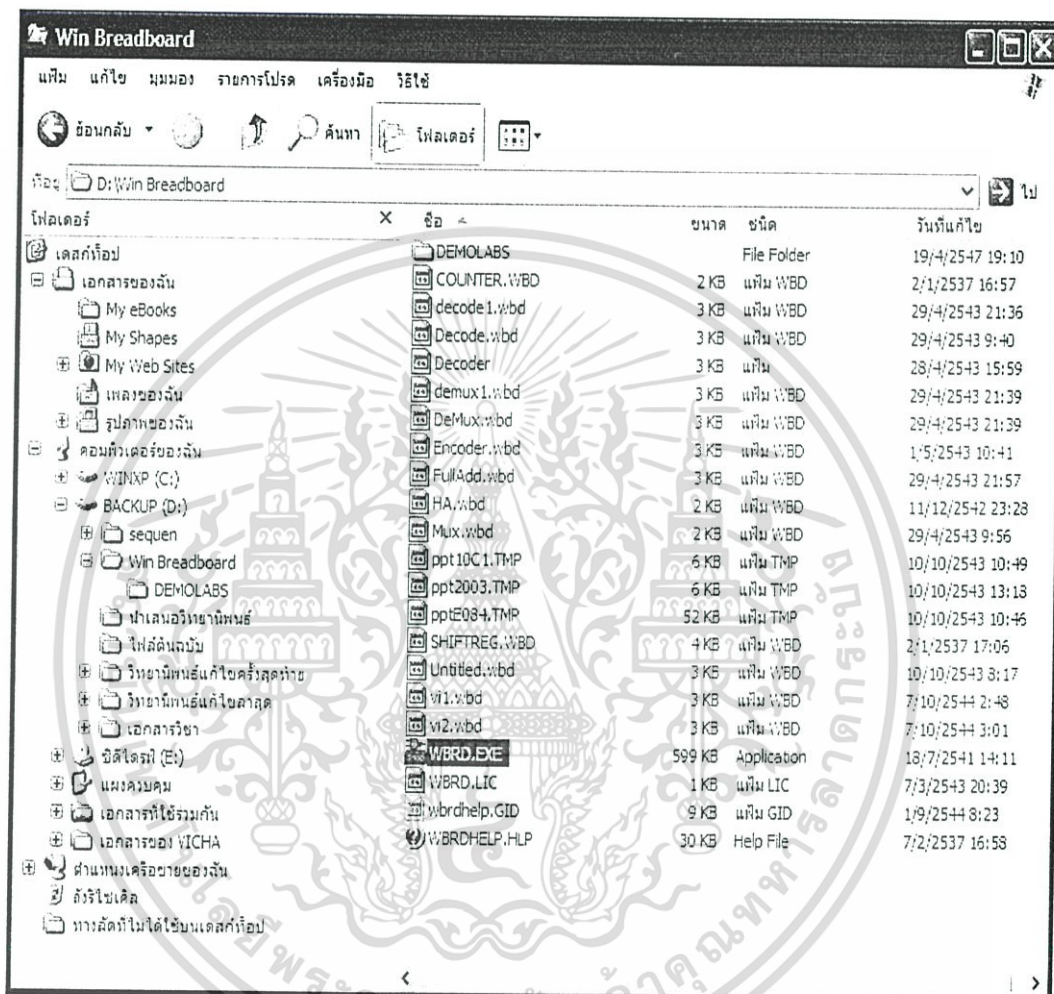


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การใช้โปรแกรม WinBreadboard

### 1. การเรียกใช้โปรแกรม WinBreadboard

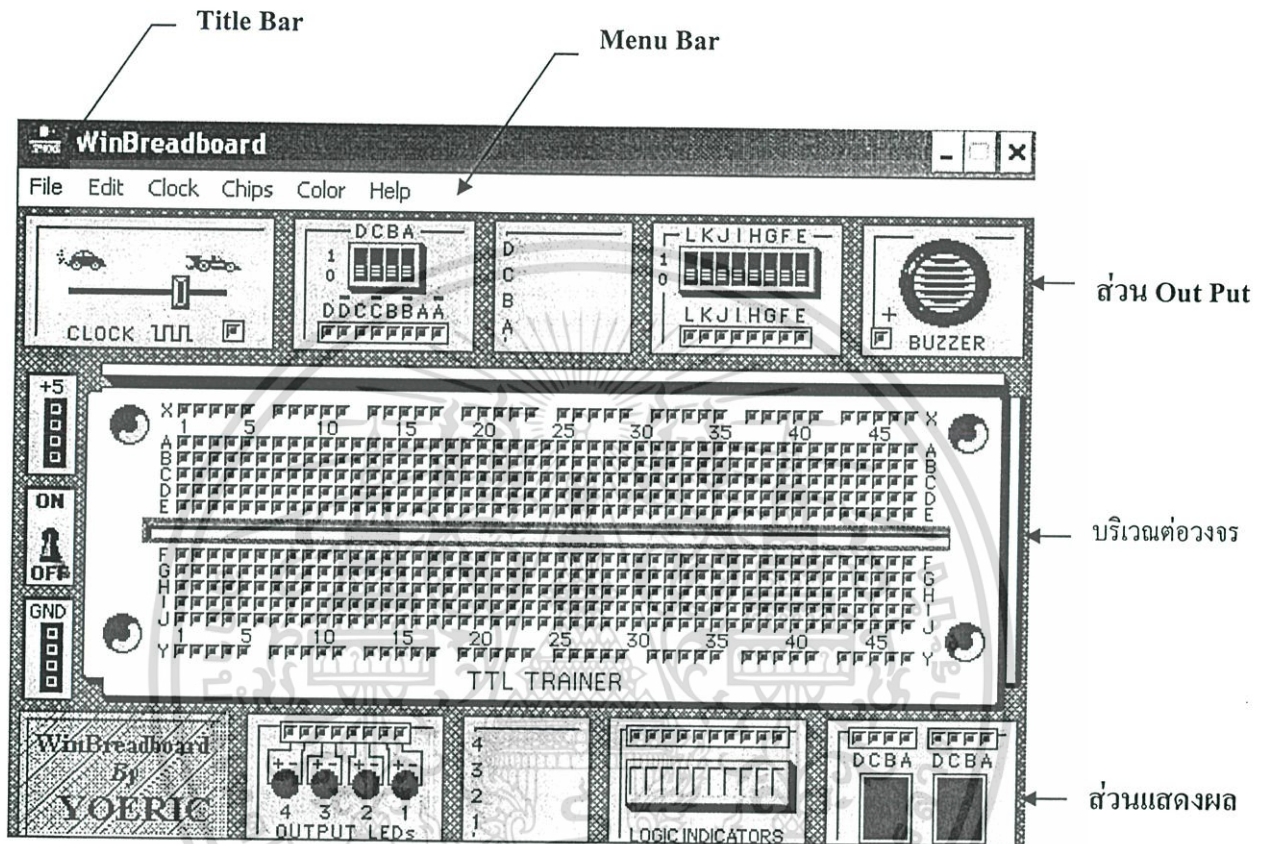
1.1 การเรียกใช้โปรแกรม WinBreadboard สามารถทำได้ด้วยการหาไฟล์ Wbrd.exe แล้วดับเบิลคลิกที่ไฟล์นั้น ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเรียกใช้โปรแกรม WinBreadboard

1.2 หลังจากนั้นที่หน้าจอจะปรากฏเป็นรูปแผงทดลองวงจรดิจิทัล ซึ่งจะแสดงส่วนต่างๆ ของโปรแกรม WinBreadboard ดังรูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงส่วนต่างๆของโปรแกรม WinBreadboard

## 2. ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรม WinBreadboard

2.2 Title Bar เป็นแถบชื่อเรื่อง สำหรับแสดงชื่อโปรแกรม WinBreadboard

2.3 Menu Bar หรือแถบเมนูเป็นบรรทัดแสดงคำสั่งทั้งหมดแบ่งเป็น 6 เมนูย่อยจะแสดงรายละเอียดของแต่ละคำสั่งพร้อม อธิบายส่วนประกอบอีก 3 ส่วนไปพร้อมๆกันดังนี้

2.4 ส่วน Out Put

2.5 ส่วนแสดงผล

2.6 ส่วนแหล่งจ่ายพลังงาน

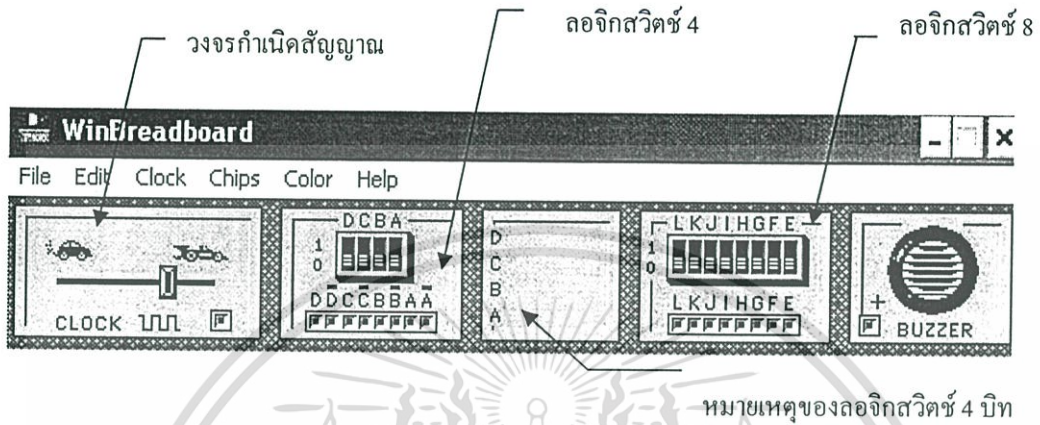
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ส่วน Out Put เป็นส่วนที่กำเนิดสถานะทางลอจิกต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

2.4.2 ลอจิกสวิตช์

2.4.1 ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

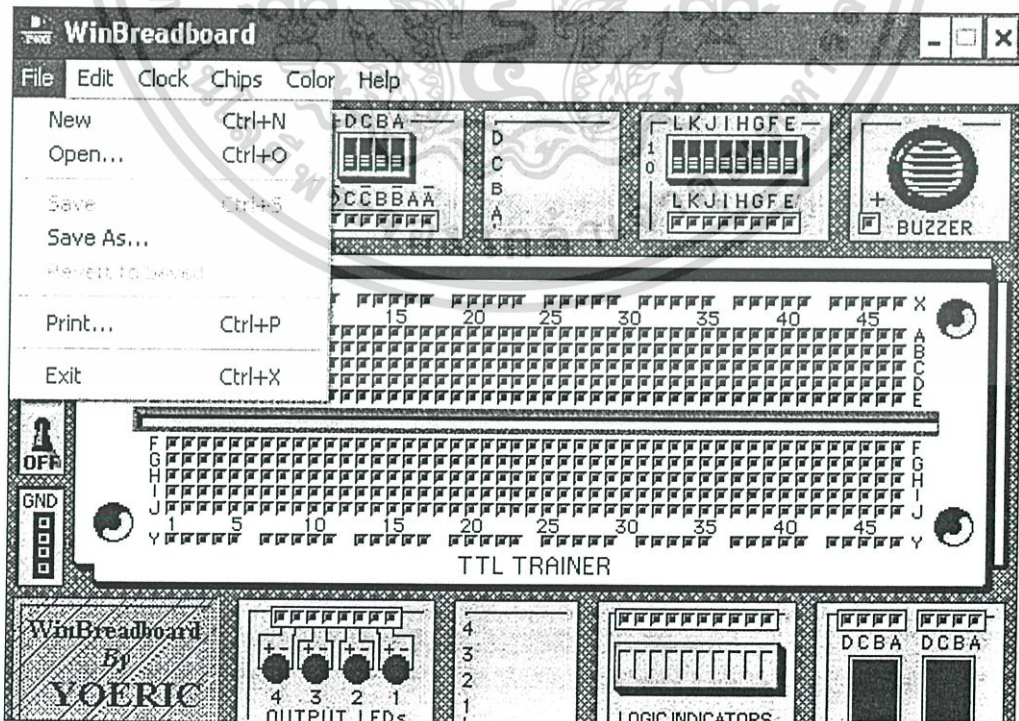


หมายเหตุของลอจิกสวิตช์ 4 บิต

รูปที่ 3 แสดงส่วนของ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา และลอจิกสวิตช์

(ในส่วนวงจรกำเนิดสัญญาณ สามารถเลือกให้มีสัญญาณออกมา ได้ดังนี้ Free Run , Positive Pulse , Negative , Pulse , Step , ซึ่งรายละเอียดอยู่ในเมนู Clock)

2.3.1 File หรือเพิ่ม เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการใช้งานดังนี้



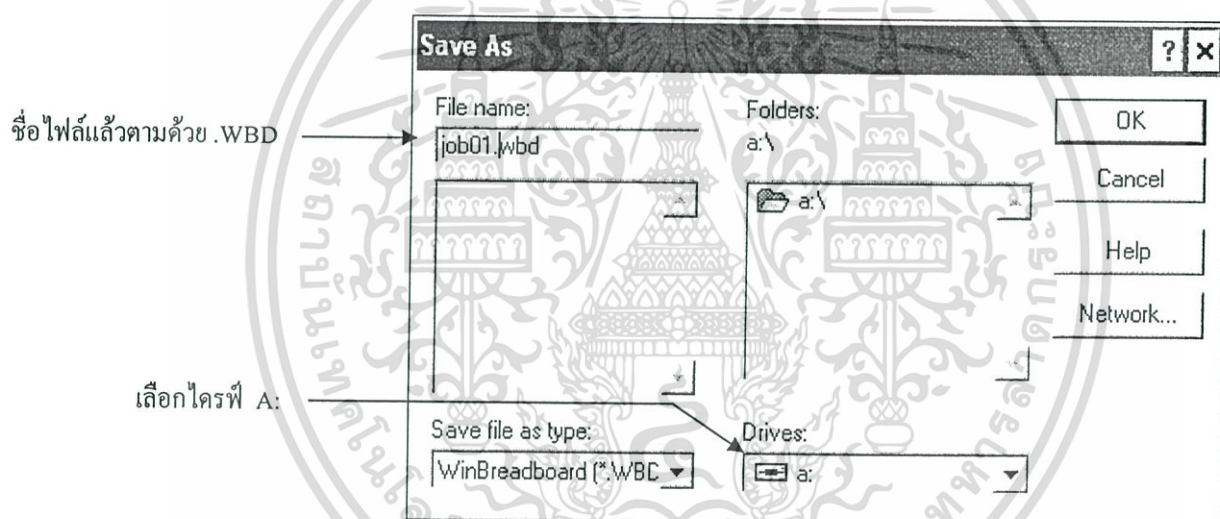
รูปที่ 4 แสดงเมนูคำสั่ง File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**New** : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการเปิดไฟล์ใหม่หรือการสร้างงานใหม่ ก่อนการสร้างงานใหม่ต้องโยกสวิตช์จ่ายไฟฟ้า ไปที่ตำแหน่ง OFF  แล้วเลือก file > New

**Open** : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการเปิดไฟล์เก่าหรือเปิดงานเก่า ก่อนการเปิดงานต้อง โยกสวิตช์จ่ายไฟฟ้า ไปที่ตำแหน่ง OFF  แล้วเลือก File > Open เพื่อเปิดไฟล์ด้วยชื่อไฟล์ตามด้วย .WBD

**Save** : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการบันทึกงานที่สร้างขึ้น โดยจะเก็บงานลงแผ่นดิสก์ ที่อยู่ในไดรฟ์ A : เลือก File > Save โดยกำหนดชื่อไฟล์แล้วตามด้วย .WBD ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงเมนูคำสั่ง File

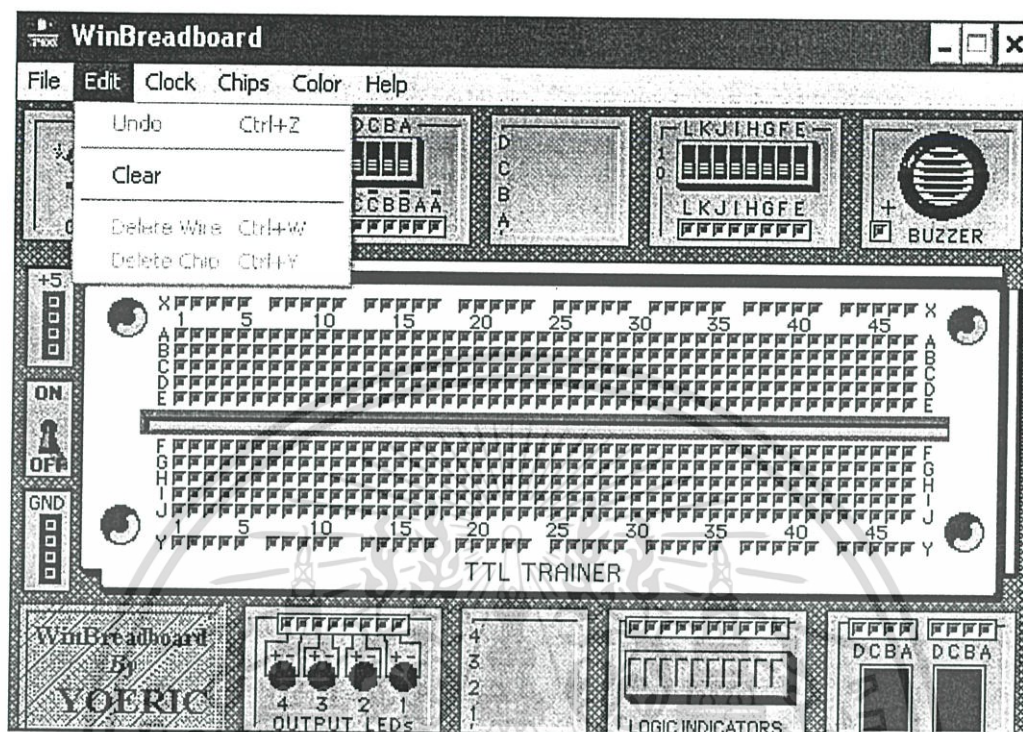
**Save As** : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการบันทึกเช่นเดียวกับ Save แต่การบันทึกครั้งแรกนั้นจะบันทึกที่ Save As... เพื่อกำหนดชื่อไฟล์ใหม่

**Print** : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการพิมพ์เอกสารออกทางเครื่องพิมพ์หรือพิมพ์ Timing Diagram ออกทางเครื่องพิมพ์

**Exit** : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการปิดการสร้างงานใน WinBreadboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 Edit หรือแก้ไข เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการใช้งานดังนี้

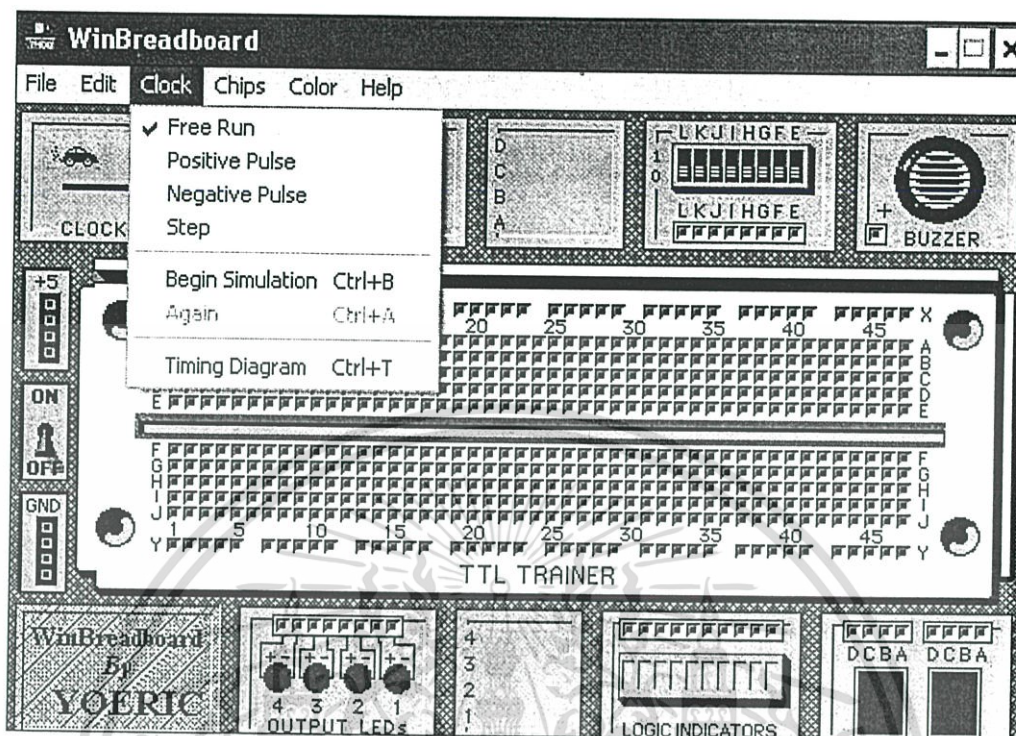


รูปที่ 6 แสดงเมนูคำสั่ง Edit

- Undo : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการยกเลิกการทำซ้ำ
- Clear : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการเคลียพื้นที่บน WinBreadboard ทั้งหมดให้ว่างเปล่า
- Delete Wire : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการลบสายไฟออกจาก WinBreadboard
- Delete Chip : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการลบ Chip IC ออกจาก WinBreadboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

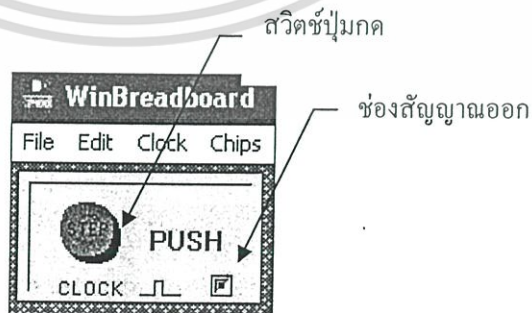
### 2.3.3 Clock หรือวงจรกำเนิดสัญญาณ เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการใช้งานดังนี้



รูปที่ 7 ใช้เมนูคำสั่ง Clock เลือกรูปแบบสัญญาณ

**Free Run** : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการเลือกเพื่อให้สัญญาณนาฬิกาที่ออกมาเป็นขบวน ซึ่งสามารถปรับความถี่ของสัญญาณนาฬิกานี้ได้ โดยเลื่อน (Drag) ปุ่มสไลด์ จากซ้ายไปขวาเลื่อนไปทางซ้ายความถี่ต่ำ เลื่อนไปทางขวาความถี่จะสูงขึ้น

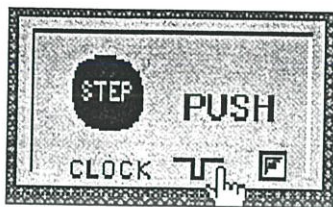
**Positive Pulse** : เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการเมนูคำสั่ง Clock เลือกรูปแบบสัญญาณเป็น Positive Pulse ในส่วนนี้จะเปรียบเสมือนวงจร One Shot ถ้าคลิกที่ปุ่ม Step จะได้ Positive Pulse ออกมา 1 ลูกดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ใช้เมนูคำสั่ง Clock เลือกรูปแบบสัญญาณเป็น Positive Pulse

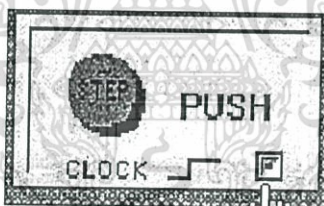
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Negative Pulse:** เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการใช้เมนูคำสั่ง Clock เลือกรูปแบบสัญญาณเป็น Negative Pulse ใน ส่วนที่เปรียบเสมือนวงจร One Shot ถ้าคลิกที่ปุ่ม Step จะได้ Negative Pulse ออกมา 1 ลูก



รูปที่ 9 ใช้เมนูคำสั่ง Clock เลือกรูปแบบสัญญาณ เป็น Negative Pulse

**Step :** เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการถ้าใช้เมนูคำสั่ง Clock เลือกรูปแบบสัญญาณ เป็น Step ใน ส่วนนี้จะเปรียบเสมือนสวิตช์กด ( PushButton Switch ) ถ้าคลิกที่ปุ่ม Step จะได้ ขอบพัลส์ขาขึ้น (Positive Going Pulse) ออกมา ถ้าคลิกที่ปุ่ม Step อีกครั้งจะ ได้ของพัลส์ ข้างลง (Negative Going Pulse)ออกมาเช่นกัน



รูปที่ 10 ใช้เมนูคำสั่ง Clock เลือกรูปแบบสัญญาณ เป็น Step

**Begin Simulation :** เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการเปิด-ปิดสวิตช์ไฟ

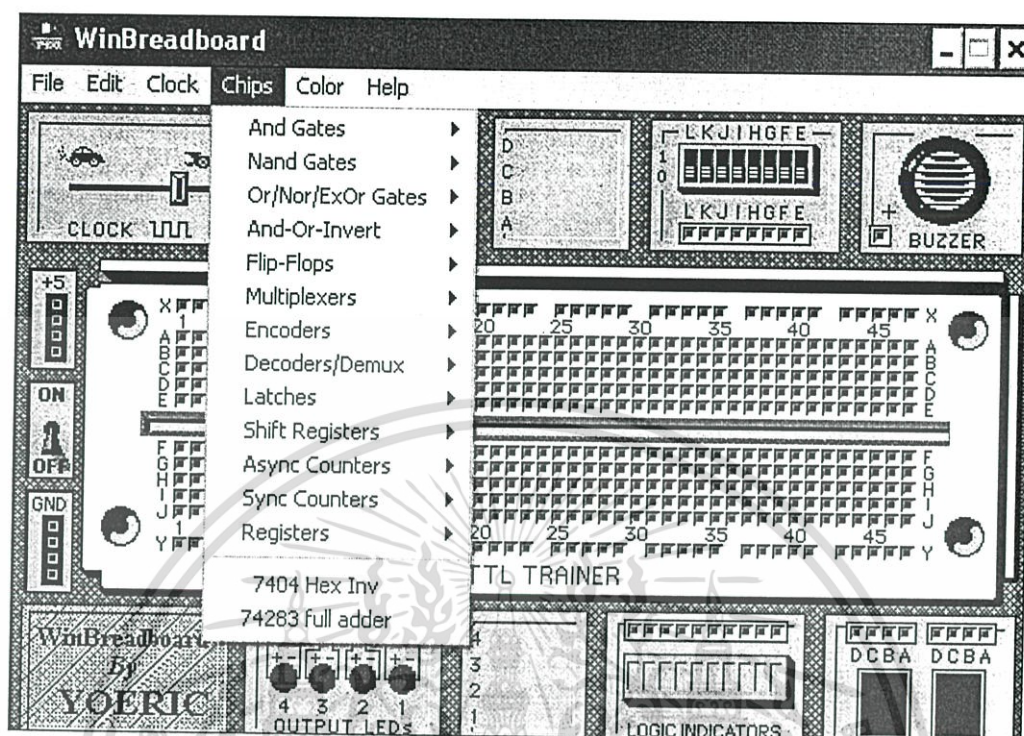
**Again :** เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการทำงานต่อ

**Timing Diagram :** เป็นคำสั่งเกี่ยวกับกับการแสดงลักษณะของ Timing Diagram ของสัญญาณต่างๆตามค่าเวลาของสัญญาณ Clock ที่ป้อนเข้ามา

**หมายเหตุ** โปรแกรม WinBreadboard นี้จะแสดงสัญญาณนาฬิกาขึ้นมาทุกครั้งที่ใช้คำสั่ง Timing Diagram เมื่อทำการทดลอง ถึงแม้วงจรจะไม่ได้ใช้ช่องสัญญาณนาฬิกา ก็เพื่อใช้บอกจังหวะเวลาในการกดสวิตช์ของผู้ทดลองขึ้นหรือลงในแต่ละครั้งสำหรับการป้อนสัญญาณอินพุตให้กับวงจรที่ทดลอง โดยใช้การกดปุ่ม STEP แทนการกดสวิตช์ A, B, C, หรือ D

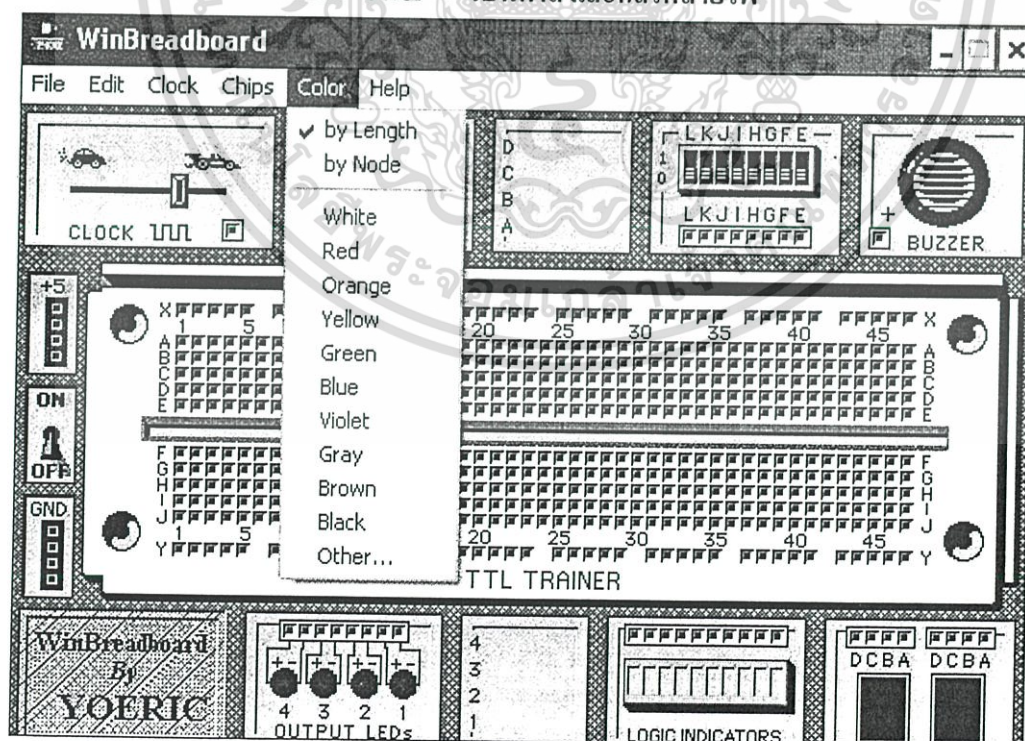
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 Chip : เป็นคำสั่งเลือก IC Chip



รูปที่ 11 เป็นคำสั่งเลือก IC Chip  
(ก่อนเลือกใช้ Chip IC แต่ละครั้งนั้นต้องปิดสวิทช์ไฟก่อนถึงจะเลือกได้)

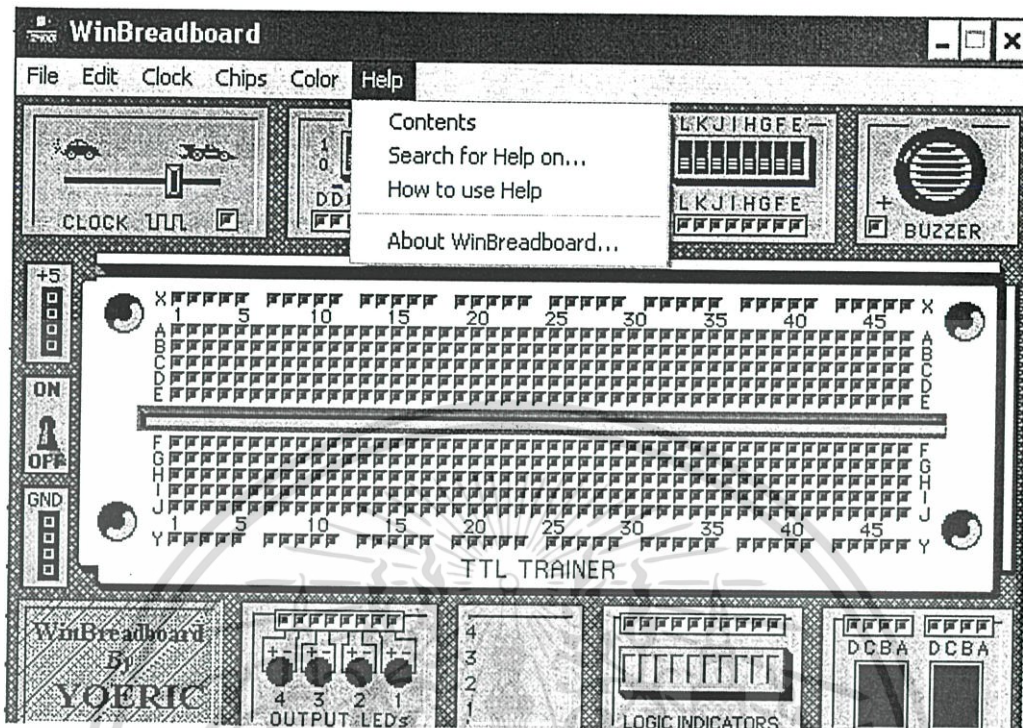
### 2.3.5 Color >> เป็นคำสั่งเลือกสีให้สายไฟ



รูปที่ 12 เป็นคำสั่งเลือกสีให้สายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.6 HELP เป็นคำสั่งที่ให้ความช่วยเหลือใน WinBreadboard

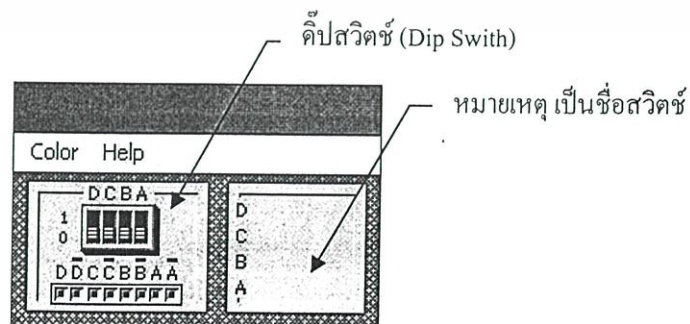


รูปที่ 13 เป็นคำสั่งที่ให้ความช่วยเหลือใน Win Breadboard

### 2.4.2 ลอจิกสวิตช์

#### ลอจิกสวิตช์ 4 บิต

ลอจิกสวิตช์ 4 บิต จะมีรูปร่างเป็นดิปสวิตช์ (Dip Swith) ดังรูปที่ 13 โดยสวิตช์แต่ละตัวจะมีชื่อเป็น DCBA ตามลักษณะของ BCD Code การใช้สวิตช์ถ้าเลื่อนขึ้นด้านบน จะมีลอจิก “1” และถ้าเลื่อนสวิตช์ลงด้านล่าง จะมีลอจิกเป็น “0” และในส่วนนี้ยังมีสัญลักษณ์ออกเป็นแบบ Inverse ด้วย

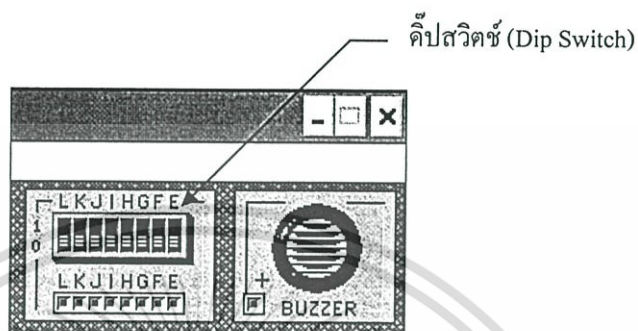


รูปที่ 14 ลอจิกสวิตช์ 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

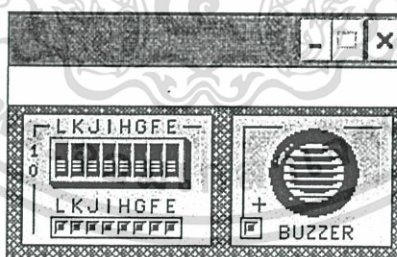
### ลอจิกสวิตช์ 8 บิต

ลอจิกสวิตช์ 8 บิต จะมีรูปร่างเป็นคิปสวิตช์ (Dip Switch) ดังรูปที่ 14 โดยสวิตช์แต่ละตัวจะมีชื่อเป็น L K J I H G F การใช้สวิตช์ถ้าเลื่อนขึ้นด้านบน จะมีลอจิก “1” และถ้าเลื่อนสวิตช์ลงด้านล่าง จะมีลอจิกเป็น “0” และในส่วนนี้ยังมีสัญญาณออกเป็นแบบ Inverse ด้วย



รูปที่ 15 ลอจิกสวิตช์ 8 บิต

ส่วนต่างๆ ที่กล่าวมานั้นเป็นส่วน OUTPUT ที่จะเป็นการจำลองตัวลอจิกสวิตช์ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา และขั้วๆ ตัวลอจิกสวิตช์ 8 บิต จะมีออกอยู่ 1 ตัว แล้วออกนี้ควรจะอยู่ที่ส่วนแสดงผลมากกว่า แต่อาจเป็นเพราะเนื้อที่การวางออกจึงมาอยู่ที่นี้การใช้ออกเป็นลอจิกมอนิเตอร์นั้นใช้เพื่อการแสดงผลในรูปแบบที่ไม่ต้องการคาด แต่เป็นการใช้หูฟัง



รูปที่ 16 ออก (Buzzer) หรือส่วนกำเนิดเสียง

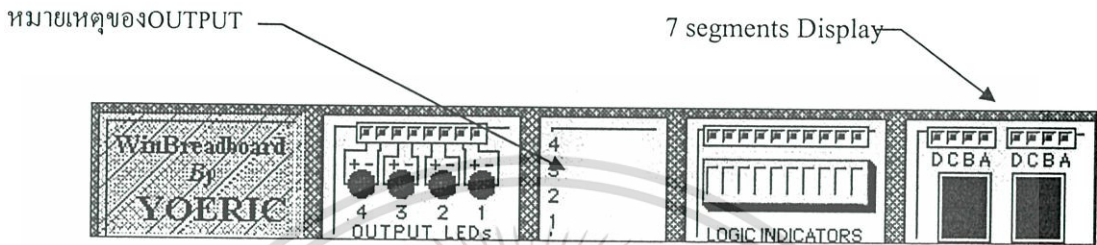
### 2.5 ส่วนแสดงผล

ส่วนแสดงผลเป็นส่วนแสดงสถานะทางลอจิกต่างๆ ดังนี้

1. Output LED
2. Logic Indicators
3. 7 segments Display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

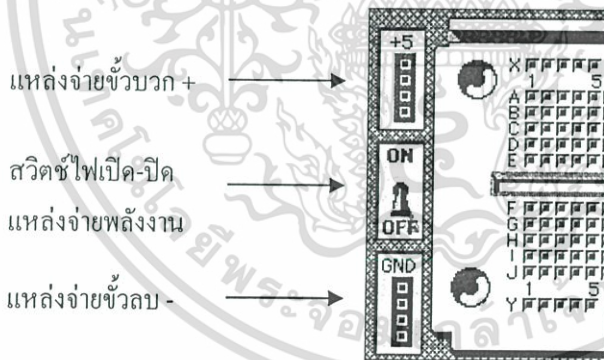
การใช้งานในส่วนแสดงผลนั้น เพียงแค่ นำสายไฟที่ออกจากขา OUT PUT ของเกต มาต่อเข้ากับจุดต่อก็สามารถแสดงสถานะทางลอจิกได้ แต่การใช้งาน OUTPUT LED นั้นเราจะต้องต่อขาของ LED ลงกราวด์เสียก่อน แล้วจึงใช้ขา + ของ LED ต่อเข้ากับ OUTPUT ของเกต ก็สามารถแสดงผลได้



รูปที่ 17 ส่วนแสดงผล

2.6 ส่วนแหล่งจ่ายพลังงาน

ในส่วนแหล่งจ่ายพลังงานนั้นจะประกอบด้วย แหล่งจ่ายขั้วบวก + และขั้วลบ - (GND) สวิตช์ไฟเปิด-ปิดแหล่งจ่ายพลังงาน



รูปที่ 18 ส่วนแสดงแหล่งจ่ายพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายวิชา โตนิด
วัน เดือน ปี	8 พฤษภาคม 2496
สถานที่เกิด	เขตป้อมปราบ กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	698 ซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	อาจารย์ 2 ระดับ 7
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2526 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้