



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับ
งานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

โดย นายชัยสิทธิ์ แก้วจัญญ

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

18 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์อุดม จินประดับ)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์ วรรณปัญญา)

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้โปรแกรม Maxplus II
สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

นายชัยสิทธิ์ แก้วจรรยา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายชัยสิทธิ์ แก้วจัญญ
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้โปรแกรม
Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล
สาขาวิชา : ไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ อุดม จินประดับ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

การดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกอบรมประกอบด้วย คู่มือวิทยากร คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม นำชุดฝึกอบรมไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่สมัครเข้ารับการฝึกอบรม มีคุณสมบัติเป็นผู้ที่ผ่านการเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับดิจิทัลเทคนิคหรือวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิกมาแล้ว หรือเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและสนใจในงานทางด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล จำนวน 18 คน ดำเนินการฝึกอบรมเป็นเวลา 2 วัน ในระหว่างการฝึกอบรมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมในภาคทฤษฎีและปฏิบัติ สำหรับวิทยากรเป็นผู้ประเมินผลในภาคปฏิบัติ หลังจากเรียนจบหลักสูตรฝึกอบรมแล้ว วิทยากรให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม และวิทยากรเป็นผู้ประเมินผลจากงานที่มอบหมายให้ปฏิบัติ นำผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ และไปปฏิบัติงาน มาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในภาคทฤษฎี 84.03/81.11 และมีประสิทธิภาพในภาคปฏิบัติ 84.63/81.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้
(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 219 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดฝึกอบรม, วงจรรวมดิจิทัล, โปรแกรม Maxplus II

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr.Chaiyasit Kaewcharoon
Thesis Title : The Construction and Evaluation in the Efficiency of the Training Package
on the Topic of “Using Program Maxplus II for Digital Integrated Circuit
Design”
Major Field : Electrical Technology
King Mongkut’s Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Associate Professor Udom Jeenpradab
Assistant Professor Dr. Surapan Tansriwong
Academic Year : 2006

Abstract

The objectives in this research were to construct and evaluate the efficiency of the training package on “Using Program Maxplus II for Digital Integrated Circuit Design”.

The research methodologies were to construct of the training package which was consisted of trainer handbook, participant handbook, test and training media. The samples of this study were 18 valuations who had a learning background in digital technique or digital circuit and logic design. The training program conducted for 2 days. During the training period, the sample group had to do exercises, which consisted of theoretical and practical parts. The trainer was the assessor in the practical parts. After completion of the training program, the trainees were assessed by post-test and work sheet for evaluating the accomplishment of the training program. The score was collected from the exercises, tests and work sheets, which was used to evaluate the efficiency of training package in theoretical and practical parts

The research result was found that the efficiency of training package was 84.03/81.11 in theoretical parts and 84.63/81.33 in practical parts, which were higher than the setting criteria of 80/80

(Total 219 Pages)

Keywords : Training Package, Digital Integrated Circuit Design, Program Maxplus II

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ ด้วยความกรุณาจากผู้มีพระคุณหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ อุดม จินประดับ ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ วิธีการสร้างชุดฝึกอบรมและวิธีดำเนินงานวิจัย ตรวจสอบความถูกต้องของชุดฝึกอบรม ช่วยแก้ปัญหาและให้กำลังใจตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและประเมินผลชุดฝึกอบรม ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ ที่ให้ความสนับสนุนอุปกรณ์ทางการศึกษาต่างๆ และอนุเคราะห์สถานที่สำหรับจัดฝึกอบรม ทดลองใช้ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นในครั้งนี้

และสำคัญอย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่บรรเทิง แก้วจัญญและทุกคนในครอบครัว แก้วจัญญ ครู อาจารย์ ตลอดจนเพื่อนๆ ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุน ส่งเสริมและร่วมแก้ไขปัญหา ผลักดันงานวิจัยจนประสบความสำเร็จในวันนี้ ประโยชน์อันใดที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยในครั้งนี้ ขออุทิศส่วนกุศลให้กับอาจารย์คุณพ่อมพดล แก้วจัญญ

ชัยสิทธิ์ แก้วจัญญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตการวิจัย	5
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	6
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการฝึกอบรม	9
2.2 การสร้างชุดฝึกอบรม	15
2.3 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม	19
2.4 การผลิตสื่อประกอบการฝึกอบรม	26
2.5 การวัดและประเมินผลการฝึกอบรม	32
2.6 กลุ่มวงจรรวมคิจิตอลชนิดโปรแกรมได้	39
2.7 งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	55
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	57
3.2 วิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	53
3.3 การสร้างชุดฝึกอบรมและการสร้างแบบประเมินผล	61
3.4 การดำเนินงานทดลองชุดฝึกอบรมและเก็บรวบรวมข้อมูล	84
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลของการวิจัย	
4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม	92
4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคทฤษฎี	95
4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคปฏิบัติ	96
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปการดำเนินงานวิจัย	99
5.2 สรุปผลการวิจัย	101
5.3 การอภิปรายผลการวิจัย	102
5.4 ข้อเสนอแนะจากการดำเนินงานวิจัย	104
5.5 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป	106
บรรณานุกรม	109
ภาคผนวก ก	
โครงสร้างหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล	114
ตารางแสดงรายการหัวข้อและแหล่งข้อมูลของเนื้อหา	115
ตารางแสดงระดับความสำคัญของหัวข้อและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	116
ตารางวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม	119
ภาคผนวก ข	
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	124
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	125
แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดฝึกอบรม	130
ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม	143

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมและผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบ	137
ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบของกลุ่มทดลอง	152
ผลคะแนนภาคทฤษฎีจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม	155
ผลคะแนนภาคทฤษฎีจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม	156
ผลคะแนนการประเมินในภาคปฏิบัติจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม	157
ผลคะแนนการประเมินในภาคปฏิบัติจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม	158

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างคู่มือวิทยากร	160
ตัวอย่างใบปฏิบัติงานที่ 4	167
ตัวอย่างสื่อการนำเสนอด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์	208
ตัวอย่างแบบทดสอบงานปฏิบัติที่ 4	209
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ	212
แบบทดสอบงานปฏิบัติวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม	214
ประวัติผู้วิจัย	219

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 ข้อแตกต่างระหว่างการออกแบบวงจรดิจิทัลในอดีตกับการออกแบบ วงจรดิจิทัลสมัยใหม่	3
2-1 ตารางแสดงคำกริยาที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	26
2-2 แสดงการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน	27
2-3 รายชื่อโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล	47
3-1 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม	77
3-2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม	79
3-3 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบในภาคทฤษฎี และจำนวนข้อสอบที่นำมาใช้งานจริง	82
3-4 รายการข้อมูลในการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	83
3-5 ตารางแสดงกำหนดการฝึกอบรม	85
4-1 จำนวนเอกสารที่ใช้ในการฝึกอบรม	92
4-2 รายการเอกสารและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม	92
4-3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคทฤษฎี	95
4-4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคปฏิบัติ	96

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 ลักษณะการออกแบบวงจรดิจิทัลในอดีต	1
1-2 ลักษณะการออกแบบวงจรดิจิทัลในปัจจุบัน	2
1-3 แสดงตัวอย่างของแผงวงจรดิจิทัลแบบใช้วงจรรวมมาตรฐาน (ก) กับแผงวงจรดิจิทัลที่ใช้วงจรรวมดิจิทัลเอพฟิเจ (ข)	3
2-1 หลักสูตรฝึกอบรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม	15
2-2 แสดงประสบการณ์ในการรับรู้จากน้อยไปมากของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	28
2-3 ด้านซ้ายเป็นวงจรรวมตัวแรกของโลกและด้านขวาเป็นวงจรรวม Pentium 4 1.8 GHz	39
2-4 แผ่นเวเฟอร์ (Wafer) พร้อมนำไปตัดเป็นแผ่นวงจรรวม (Single Die) ชิ้นเล็ก	40
2-5 โครงสร้างภายในของวงจรรวม ประกอบด้วยชิพ ตัวถัง และขาต่อใช้งาน	40
2-6 แผนผังประเภทของวงจรรวมดิจิทัล	41
2-7 โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล CPLD	43
2-8 โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล CPLD รุ่น MAX3000A	44
2-9 โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล FPGA	44
2-10 โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล FPGA รุ่น FLEX10K ของบริษัท ALTERA	45
2-11 การต่อเครื่องโปรแกรมเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์และบอร์ดทดลอง CPLD-FPGA	46
2-12 กลุ่มบริษัทผู้ผลิตวงจรรวมดิจิทัลชนิดโปรแกรมได้	46
2-13 ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับช่วยออกแบบวงจรรวมดิจิทัล	49
2-14 การออกแบบโดยใช้สมการบูลีน (Designing with Boolean Equations)	49
2-15 การออกแบบโดยใช้การวาดแผนผังวงจรลอจิก (Schematic-base Design)	50
2-16 เปรียบเทียบขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลระหว่างการใช้ภาษาบรรยาย พฤติกรรมฮาร์ดแวร์กับการวาดแผนผังวงจรลอจิก โดยใช้โปรแกรม Maxplus II	51
2-17 การออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II	52
2-18 ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II	54

สารบัญภาพ

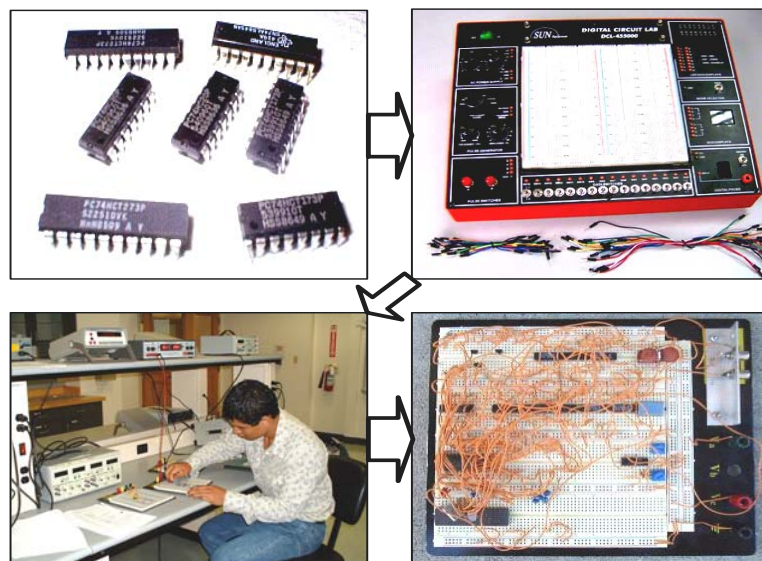
ภาพที่	หน้า
3-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	58
3-2 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรม	61
3-3 ขั้นตอนการสร้างใบปฏิบัติงาน	63
3-4 ขั้นตอนการสร้างสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม	64
3-5 ตัวอย่างสื่อการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์	65
3-6 ตัวอย่างบอร์ดทดลอง CPLD จากบริษัทผู้ผลิตรายต่างๆ	61
3-7 บอร์ดทดลอง CPLD ที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์	63
3-8 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของบอร์ดทดลอง CPLD โดยใช้โปรแกรม Prote199SE	64
3-9 การวางตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของบอร์ดทดลอง CPLD	64
3-10 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV	65
3-11 การวางตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV	65
3-12 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม	66
3-13 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมวัดผลในภาคทฤษฎี	67
3-14 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมวัดผลในภาคปฏิบัติ	68
3-15 ตัวอย่างงานในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมวัดผลในภาคปฏิบัติ	69
3-16 ขั้นตอนการประเมินผลชุดฝึกอบรมโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ	71
3-17 แสดงแผนภูมิค่าเฉลี่ยของการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม	75
3-18 ป้ายประกาศเปิดรับสมัครผู้ที่มีความสนใจที่จะเข้ารับการฝึกอบรม	79
3-19 ตัวอย่างภาพขณะดำเนินงานฝึกอบรมในภาคทฤษฎี	81
3-20 ตัวอย่างภาพขณะดำเนินงานฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ	82
4-1 ส่วนประกอบทั้งหมดของชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น	88
4-2 ส่วนประกอบของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมภาคปฏิบัติ	88
4-3 ภาพบอร์ดทดลอง CPLD สร้างเป็นสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม	89
4-4 ภาพเครื่องโปรแกรม ByteblasterMV สร้างเป็นสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม	89

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตการออกแบบวงจรดิจิทัลในห้องปฏิบัติการ ต้องอาศัยการออกแบบและทดลองวงจร โดยนำไอซีดิจิทัลหรือวงจรรวมดิจิทัลที่เป็นของจริง มาประกอบรวมกันเป็นวงจรดิจิทัลเพื่อทดสอบการทำงานจริงของวงจรดิจิทัลตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งถ้าเป็นการออกแบบวงจรดิจิทัลที่มีระบบขนาดใหญ่ จำเป็นต้องใช้วงจรรวมดิจิทัลหลายชนิด ทำให้ต้องมีการสำรวจและจัดเก็บวงจรรวมดิจิทัลชนิดต่างๆ เป็นจำนวนมาก เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการที่จะนำไปใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการ ทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บและต้องใช้จ่ายเงินค่าใช้จ่ายสูงในการจัดซื้ออุปกรณ์ สำหรับการเรียนรู้ในวิชาที่เกี่ยวข้องกับงานปฏิบัติวงจรดิจิทัล เมื่อนักศึกษาต้องการทดลองวงจรดิจิทัลที่ได้ออกแบบไว้ให้สามารถทำงานได้จริง จำเป็นต้องต่อวงจรรวมดิจิทัลที่ละส่วนประกอบ จนครบจำนวนที่ได้ทำการออกแบบไว้ ทำให้เกิดความล่าช้าในทดลองวงจร ยากต่อการตรวจสอบและแก้ไขวงจรเมื่อมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ถ้านำวงจรที่ได้ออกแบบไปใช้งานจริงขนาดของวงจรก็จะมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก มีการสูญเสียของพลังงานไฟฟ้าสูงและสามารถลอกเลียนแบบวงจรได้ง่าย จึงไม่เหมาะกับการออกแบบและใช้งานจริงในเชิงพาณิชย์



ภาพที่ 1-1 ลักษณะการออกแบบวงจรดิจิทัลในอดีต

ปัจจุบันการออกแบบวงจรดิจิทัลสามารถออกแบบได้รวดเร็วและมีรูปแบบในการนำไปใช้งานได้หลากหลายลักษณะมากขึ้น แม้กระทั่งวงจรที่มีขนาดใหญ่ระดับ Very Large Scale Integrated (VLSI) หรือจะเป็นวงจรที่ออกแบบมาเพื่อสร้างเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ก็ตาม สำหรับการออกแบบวงจรดิจิทัลสมัยใหม่ จะมีวิธีการออกแบบวงจรโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของภาษาที่ใช้ในการเขียนบรรยายพฤติกรรมของวงจร เรียกภาษาที่เขียนนี้ว่า ภาษาวีเอชดีแอล (VHDL: VHSIC Hardware Description Language) หรืออาจจะอยู่ในรูปแบบของการวาดแผนผังวงจรลอจิก (Schematic Diagram) หลังจากที่ได้ทำการออกแบบวงจรดิจิทัลเรียบร้อยแล้ว สามารถจำลองผลการทำงานและตรวจสอบความผิดพลาดของวงจรได้ทันทีบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้การออกแบบมีความสะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้องสูง



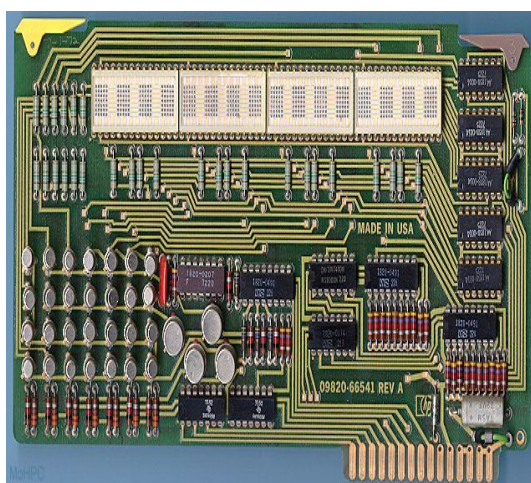
ภาพที่ 1-2 ลักษณะการออกแบบวงจรดิจิทัลในปัจจุบัน

สำหรับวงจรรวมดิจิทัลที่นิยมนำมาใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับรองรับการออกแบบวงจรดิจิทัลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีอยู่ 2 กลุ่มคือ กลุ่มวงจรรวมดิจิทัลเอฟพีจีเอ (FPGA : Field Programmable Gate Array) และกลุ่มวงจรรวมดิจิทัลซีพีแอลดี (CPLD : Complex Programmable Logic Device) ข้อแตกต่างระหว่างวงจรรวมดิจิทัลทั้งสองชนิดคือ เมื่อโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัลเอฟพีจีเอแล้ว ข้อมูลภายในตัววงจรรวมดิจิทัลจะสูญหายไป ถ้าปลดแหล่งจ่ายไฟออกจากตัววงจรรวมดิจิทัล แต่มีข้อดีคือสามารถโปรแกรมข้อมูลได้ไม่จำกัดจำนวนครั้ง แต่ถ้าเป็นวงจรรวมดิจิทัลซีพีแอลดี (CPLD) เมื่อโปรแกรมข้อมูลแล้ว ข้อมูลจะไม่สูญหาย ถ้าปลดแหล่งจ่าย

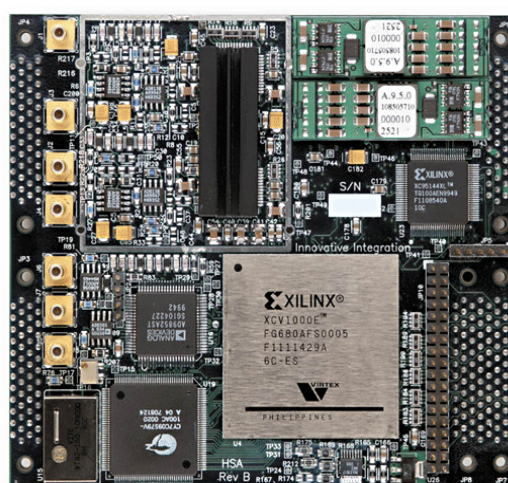
ไฟฟ้าออกจากตัววงจรรวมดิจิทัล แต่จำนวนครั้งของการโปรแกรมข้อมูลจะมีจำนวนจำกัด ประมาณ 10,000 ครั้ง และจำนวนลอจิกเกตภายในตัววงจรรวมยังมีจำนวนน้อยกว่าวงจรรวมดิจิทัลเอพฟี่ไอเป็นจำนวนมาก หลังจากออกแบบวงจรดิจิทัลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้องสมบูรณ์แล้ว ก็สามารถส่งข้อมูลการออกแบบจากเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมข้อมูลลงบนตัววงจรรวมดิจิทัลนั้นได้ทันที จากนั้นสามารถนำตัววงจรรวมดิจิทัลไปต่อใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ ตามความต้องการและความเหมาะสมของวงจรดิจิทัลต่อไป ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้จริงเหมือนกับการนำวงจรดิจิทัลชนิดต่างๆ มาต่อใช้งานในห้องปฏิบัติการวงจรดิจิทัลทั่วไป

ตารางที่ 1-1 ข้อแตกต่างระหว่างการออกแบบวงจรดิจิทัลในอดีตกับปัจจุบัน

หัวข้อการนำไปใช้งาน	วงจรดิจิทัลในอดีต	วงจรดิจิทัลในปัจจุบัน
1. ประสิทธิภาพทางด้านความเร็ว	น้อยกว่า 50 MHz	มากกว่า 200 MHz
2. ขนาดของวงจรและลายวงจรพิมพ์	ขนาดใหญ่	ขนาดเล็ก
3. ค่าใช้จ่ายของการออกแบบวงจร	ลงทุนสูง	ลงทุนต่ำ
4. เครื่องมือที่ต้องใช้ในการทดสอบการทำงาน	มีการใช้งาน	ไม่มีเพราะใช้โปรแกรมแทน
5. การคัดลอกหรือลอกเลียนวงจรดิจิทัล	ลอกเลียนง่าย	ยากเพราะใช้การโปรแกรม
6. ความนิยมหรือรู้จักการใช้งาน	ใช้งานมาก	มีการใช้งานน้อยในประเทศไทย



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1-3 แสดงตัวอย่างของแผงวงจรดิจิทัลแบบใช้วงจรรวมมาตรฐาน (ก)
กับแผงวงจรดิจิทัลที่ใช้วงจรรวมดิจิทัลเอพฟี่ไอ (ข)

จากแนวทางการออกแบบวงจรดิจิทัลดังกล่าวในปัจจุบัน ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ของการออกแบบวงจรดิจิทัล จึงควรที่จะศึกษาและพัฒนาให้สามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง เนื่องจากแนวทางการออกแบบวงจรมีความยืดหยุ่นสูง สามารถพัฒนาการออกแบบวงจรได้ตั้งแต่วงจรที่มีขนาดเล็กไปจนถึงวงจรที่มีขนาดใหญ่และพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆต่อไปได้ ซึ่งจะมีขบวนการในการออกแบบวงจรดิจิทัลที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถนำขั้นตอนการออกแบบและทดลองวงจรดิจิทัลในปัจจุบัน มาประยุกต์ใช้งานกับการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการวงจรดิจิทัลได้เป็นอย่างดี หรือนำลักษณะการออกแบบวงจรดิจิทัลแบบนี้ จัดฝึกอบรมในเรื่องที่เกี่ยวข้องการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์โปรแกรมต่างๆ ที่สร้างขึ้นสำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล เป็นการพัฒนากลุ่มบุคคลที่มีความรู้ความสามารถด้านการออกแบบวงจรดิจิทัลจากแบบเดิม ให้มีความรู้ความสามารถในด้านการออกแบบวงจรดิจิทัลให้ทันสมัยมากยิ่งขึ้น เป็นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยในการพัฒนางานออกแบบ ให้มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพได้สูงสุด สร้างสินค้าและผลิตภัณฑ์ในด้านอิเล็กทรอนิกส์ให้ทันสมัย ตรงตามความต้องการของตลาดได้อย่างรวดเร็วต่อไป

สำหรับการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยเลือกใช้วงจรรวมดิจิทัลซีพีแอลดี เบอร์ EPM3064ALC44-10 ของบริษัท Altera ใช้ในการออกแบบบอร์ดทดลอง CPLD เนื่องจากมีจำนวนลอจิกเกตภายใน 1250 เกตและรีจิสเตอร์ 64 ตัว ซึ่งมีคุณสมบัติเพียงพอสำหรับการออกแบบวงจรดิจิทัลในห้องปฏิบัติการขนาดเล็ก สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจรดิจิทัลจะเลือกใช้โปรแกรมของบริษัท Altera ชื่อโปรแกรม Maxplus II ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับการออกแบบวงจรดิจิทัลโดยเฉพาะ เหมาะสมในการนำไปใช้งานร่วมกับวงจรรวมดิจิทัลซีพีแอลดีเบอร์ดังกล่าว สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมมาใช้งานได้ฟรีจากเว็บไซต์ WWW.ALTERA.COM ดำเนินงานวิจัยโดยจัดทำคู่มือวิทยากร คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม สื่อการเรียนการสอน บอร์ดทดลอง CPLD และรายละเอียดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานฝึกอบรม การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จากนวัตกรรมใหม่ สามารถนำไปใช้พัฒนาเทคโนโลยีใหม่ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ตอบสนองต่อความต้องการในปัจจุบันและอนาคตต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

ชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลที่สร้างขึ้น สามารถใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น นำไปใช้สำหรับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานหรือประสบการณ์ทางด้านการออกแบบวงจรดิจิทัลโดยใช้วิธีการทดลองวงจรแบบเก่ากับวงจรรวมดิจิทัลพื้นฐานมาแล้ว

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นบุคคลที่สมัครเข้ารับการฝึกอบรม โดยมีคุณสมบัติเป็นผู้ที่เคยผ่านการเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรดิจิทัลมาแล้ว หรือเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและสนใจในงานทางด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล จำนวน 18 คน

1.4.3 ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น จะประกอบไปด้วย คู่มือวิทยากร คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม ในหัวข้อเรื่องดังนี้

1.4.3.1 คู่มือวิทยากร

- ก) แผนการฝึกอบรม
- ข) ใบปฏิบัติงาน
- ค) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม
- ง) เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม
- จ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม
- ฉ) เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม
- ช) แบบร่างสื่อการสอนในรูปแบบเพาเวอร์พอยต์ (Power Point)

1.4.3.2 คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม

- ก) แผนการฝึกอบรม
- ข) ใบปฏิบัติงาน
- ค) แบบร่างสื่อการสอนในรูปแบบเพาเวอร์พอยต์ (Power Point)

1.4.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม

- ก) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม
- ข) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม

1.4.3.4 สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

- ก) แผ่นซีดี ไฟล์ข้อมูลสื่อการสอนในรูปแบบเพาเวอร์พอยต์ (Power Point)
- ข) แผ่นซีดี ไฟล์ข้อมูลโปรแกรม Maxplus II Baseline Version 10.2
- ค) บอร์ดทดลอง CPLD
- ง) อุปกรณ์ประกอบที่ระบุไว้ในใบปฏิบัติงาน
- จ) เครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 ในการวิจัยครั้งนี้ถือว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทุกคน มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันทุกประการ เนื่องจากในขั้นตอนการรับสมัครต้องเป็นผู้ที่เคยผ่านการเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรดิจิทัลมาแล้ว หรือเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและสนใจในงานทางด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล จึงจะสามารถสมัครเข้ารับการฝึกอบรมได้ และต้องการเข้ารับการฝึกอบรมด้วยความเต็มใจ

1.5.2 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม กระทำโดยยึดถือชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเป็นหลักในการพิจารณา

1.5.3 การวิจัยในครั้งนี้ จะไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ อายุ พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม สถิติปัญหา และอารมณ์

1.5.4 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เมื่อเป็นผู้ตอบแบบประเมิน จัดได้ว่ากระทำการโดยดุลยพินิจจากความจริงใจ ที่แสดงความรู้สึกรู้สึกที่แท้จริง โดยปราศจากความมีอคติทางอารมณ์และเหตุการณ์ต่างๆ ที่กำลังดำเนินอยู่ในขณะทำการประเมิน

1.5.5 การวิจัยในครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม 1 คน ใช้บอร์ดทดลอง CPLD 1 ชุด ต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม 3 คน รวมบอร์ดทดลอง CPLD ทั้งหมดจำนวน 6 ชุด จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม 18 คน ต่อการจัดฝึกอบรม 1 ครั้ง

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1.6.1 ผู้เข้ารับการฝึกอบรม หมายถึง เป็นผู้ที่มีสิทธิ์เข้ารับการฝึกอบรม มีคุณสมบัติเป็นผู้ที่เคยผ่านการเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรดิจิทัลมาแล้ว หรือเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและสนใจในงานทางด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล ต้องการเข้ารับการฝึกอบรมด้วยความเต็มใจ

1.6.2 ชุดฝึกอบรม หมายถึง เอกสารและสื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับนำไปใช้ในการจัดฝึกอบรม ประกอบไปด้วย คู่มือวิทยากร คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม และสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

1.6.3 โปรแกรม Maxplus II หมายถึง โปรแกรมที่ใช้งานสำหรับการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท ALTERA

1.6.4 ใบปฏิบัติงาน หมายถึงเอกสารประกอบการปฏิบัติงานโดยอ้างอิงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เครื่องมืออุปกรณ์ ทฤษฎีประกอบการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การสรุปผลการปฏิบัติงาน

1.6.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม หมายถึง ชุดของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์และสร้างขึ้นตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้ทดสอบวัดความก้าวหน้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังจากฝึกอบรมจบในแต่ละบทเรียน

1.6.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม หมายถึง ชุดของข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์และสร้างขึ้นตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังจากฝึกอบรมครบทุกบทเรียน

1.6.7 ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพของชุดฝึกอบรมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยการคำนวณจากคะแนนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.6.8 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ภาคทฤษฎี หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยที่คาดหวังของผู้วิจัยในภาคทฤษฎี กำหนดขึ้นจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดดังนี้

1.6.8.1 ค่า 80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมที่ได้จากผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมภาคทฤษฎีได้ถูกต้องโดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

1.6.8.2 ค่า 80 หลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมที่ได้จากผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมภาคทฤษฎีได้ถูกต้อง โดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

1.6.9 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ภาคปฏิบัติ หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยที่คาดหวังของผู้วิจัยในภาคปฏิบัติ กำหนดขึ้นจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดดังนี้

1.6.9.1 ค่า 80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมที่ได้จากผู้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถปฏิบัติงานตามหัวข้อในใบปฏิบัติงานได้ถูกต้อง โดยคิดค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ

1.6.9.2 ค่า 80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมที่ได้จากผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติได้ถูกต้องโดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

1.6.10 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้รับการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี เป็นผู้มีความรู้ประสบการณ์ด้านการสอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรดิจิทัล และมีประสบการณ์ด้านการออกแบบสื่อการเรียนการสอนและการวัดประเมินผลในสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ไม่ต่ำกว่า 3-5 ปี

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เพื่อใช้สำหรับฝึกอบรมให้กับนักศึกษาหรือผู้ที่มีความสนใจในการใช้โปรแกรม Maxplus II ได้รับความรู้และทักษะจากการปฏิบัติงาน การใช้งานโปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลในด้านต่างๆ ได้อย่างแท้จริง เป็นแนวทางในการพัฒนางานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลให้ตรงกับความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต่อไป

1.7.2 เป็นการนำเสนอนวัตกรรมการออกแบบวงจรดิจิทัลแนวใหม่ สามารถลดขั้นตอนการออกแบบวงจรดิจิทัลให้น้อยลง ตรวจสอบและจำลองผลการทำงานในระหว่างการออกแบบวงจรได้รวดเร็ว ลดปัญหาค่าใช้จ่ายและความเสียหายในระหว่างการผลิตได้ เหมาะสมสำหรับนำไปใช้งานในห้องปฏิบัติการวงจรดิจิทัล และเป็นการพัฒนางานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลเบื้องต้น นำไปสู่การสร้างผลงานที่เป็นผลิตภัณฑ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชิ้นใหม่ต่อไป

1.7.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับผู้วิจัยรายใหม่ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกอบรม การสร้างชุดฝึกอบรม เป็นลักษณะเดียวกับการสร้างชุดการสอนทั่วไป แตกต่างกันที่กลุ่มของผู้เข้ารับการฝึกอบรม เป็นบุคคลที่มีความสนใจในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและมีหลักสูตรฝึกอบรมที่สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มบุคคลดังกล่าว จึงทำให้เกิดการจัดฝึกอบรมขึ้นตรงตามความต้องการของกลุ่มบุคคลเหล่านั้นต่อไป ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ทฤษฎีและผลงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรม
- 2.2 การสร้างชุดฝึกอบรม
- 2.3 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม
- 2.4 การผลิตสื่อประกอบการฝึกอบรม
- 2.5 การวัดและประเมินผลการฝึกอบรม
- 2.6 กลุ่มวงจรรวมดิจิทัลชนิดโปรแกรมได้
- 2.7 งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรม

2.1.1 ความหมายของการฝึกอบรม

การฝึกอบรม หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนรู้เฉพาะด้านให้กับกลุ่มบุคคล เพื่อปรับปรุงและเพิ่มพูนความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Understanding) ทักษะหรือความชำนาญ (Skill) และทัศนคติที่ดี (Attitude) อย่างเหมาะสม จนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและทัศนคติให้สามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกระดับมาตรฐานการปฏิบัติงานให้สูงขึ้น

การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการหรือกิจกรรมที่จัดขึ้น เพื่อที่จะพัฒนาทักษะความรู้ ความชำนาญ อันจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ และพฤติกรรมในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่จำกัดการศึกษา สถานที่ เพศ โอกาส และเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต การ

ฝึกอบรมจะช่วยลดปัญหาการทำงานและป้องกันปัญหาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น (นิรชราและคณะ, 2544:12)

การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการ (Process) อย่างหนึ่งในการพัฒนาองค์กรโดยอาศัย การดำเนินงานอย่างเป็นระบบขั้นตอน มีการวางแผนที่ดีและเป็นการกระทำที่ต่อเนื่อง เพื่อความมุ่ง หมายในการเพิ่มพูนความรู้ ท้นต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และเพิ่มพูนทักษะความชำนาญ และประสบการณ์ เพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติงาน ให้บังเกิดประสิทธิผลยิ่งขึ้น ลดการสูญเสียที่เกิด จากการปฏิบัติงาน ตลอดจนปรับเปลี่ยนเจตคติและพฤติกรรมที่ดี เพื่อให้เกิดแนวความคิดใหม่ พัฒนาวิสัยทัศน์ และพฤติกรรมให้ถูกต้องเหมาะสมตามระเบียบแบบแผนที่ดียิ่งขึ้น (ยงยุทธ, 2545:7)

กล่าวโดยสรุปว่า การฝึกอบรมเป็นกระบวนการเพิ่มพูนความรู้และทักษะของผู้เข้ารับการ ฝึกอบรมให้สามารถปฏิบัติงานได้ตรงกับความต้องการของกลุ่มบุคคลอย่างมีประสิทธิภาพ หลักสูตรฝึกอบรมจะใช้ระยะเวลาอันสั้น เน้นให้ปฏิบัติงานได้เฉพาะทาง ลักษณะของการจัด หลักสูตรฝึกอบรมอาจทำได้หลายลักษณะตามนโยบายขององค์กร เช่นฝึกอบรมก่อนทำงานให้ สามารถทำงานได้ ฝึกอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ฝึกอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากรให้ทัน ตามเทคโนโลยี เป็นต้น ฉะนั้นการฝึกอบรมจึงมีความสำคัญกับองค์กรที่ต้องการพัฒนาความรู้ ทักษะและเทคโนโลยีให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

2.1.2 วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

วัตถุประสงค์การฝึกอบรม คือ เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายปลายทางของพฤติกรรมที่พึง ประสงค์ หรือให้ได้ตามคุณสมบัติที่ตั้งไว้ เพื่อพัฒนาเจตคติความรู้ ความเชี่ยวชาญ และศักยภาพให้ เกิดการเปลี่ยนแปลงของบุคลากร ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปรับตัวรองรับกับ สภาพทางสังคม การเมือง เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงไป อย่างรวดเร็วส่งเสริมให้ก้าวทันกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป เกิดความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่อยู่ เสมอ ซึ่งสามารถจำแนกวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมได้ 3 ประเภทดังนี้ (สมคิด, 2539:15)

2.1.2.1 เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ความรู้เป็นพื้นฐานในการนำไปสู่ความเข้าใจ เพื่อให้มี ความสามารถในการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะได้ดี

2.1.2.2 เพื่อเพิ่มพูนทักษะ ความชำนาญหรือทักษะในการทำงานคือความคล่องแคล่วใน การปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งโดยอัตโนมัติ เช่น การใช้เครื่องมือต่างๆ การขับรถ การใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.1.2.3 เพื่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ การฝึกอบรมสามารถเปลี่ยนแปลงทัศนคติไปในทางที่ดีที่พึงปรารถนา ซึ่งเป็นพื้นฐานทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคล ทัศนคติคือความรู้สึกในด้านดีหรือไม่ดีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น เกิดความสามัคคีในหมู่คณะ เกิดความภาคภูมิใจในสถาบัน เป็นต้น

การฝึกอบรมต่างจากการศึกษา คือ การศึกษาจะมุ่งพัฒนาในส่วนรวม แต่การฝึกอบรมจะเป็นการฝึกให้แก่บุคคลที่อยู่ในองค์การใดองค์การหนึ่ง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการฝึกอบรมจะดึงดูดความสนใจได้น้อย ดังนั้นการจะให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ 3 ประการดังกล่าวจะต้องใช้เทคนิควิธีการ และแรงจูงใจต่างๆเข้ามาช่วยมากมาย

2.1.3 ประเภทของการฝึกอบรม

การฝึกอบรมบุคลากรมีอยู่หลายประเภทและสามารถจำแนกได้ตามเกณฑ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้ (ชูชัย, 2540:8)

2.1.3.1 แหล่งของการฝึกอบรม เกณฑ์ประเภทนี้แบ่งถึงแหล่งของผู้รับผิดชอบการฝึกอบรม ซึ่งแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

ก) การฝึกอบรมภายในองค์การ การฝึกอบรมแบบนี้เป็นสิ่งที่จะต้องการจัดขึ้นเองภายในสถานที่ทำงาน โดยหน่วยที่ฝึกอบรมขององค์การจะเป็นผู้ออกแบบและพัฒนาหลักสูตร กำหนดตารางเวลา และเชิญผู้ทรงคุณวุฒิทั้งจากภายในและภายนอกมาเป็นวิทยากร

ข) การซื้อการฝึกอบรมจากภายนอก การฝึกอบรมประเภทนี้มิได้เป็นสิ่งที่จะต้องการจัดขึ้นเอง แต่เป็นการจ้างองค์การฝึกอบรมจากภายนอกให้เป็นผู้จัดการฝึกอบรมแทน หรืออาจเป็นการส่งพนักงานเข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งจัดขึ้นโดยองค์การภายนอก การซื้อการฝึกอบรมจากองค์การภายนอก เป็นที่นิยมขององค์การขนาดเล็ก มีพนักงานไม่มากและไม่มีหน่วยฝึกอบรมเป็นของตนเอง

2.1.3.2 การจัดประสบการณ์การฝึกอบรม แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

ก) การฝึกอบรมในงาน (On the job training) การฝึกอบรมประเภทนี้ จะกระทำโดยการให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมลงมือปฏิบัติงานจริงๆ ในสถานที่ทำงานจริง ภายใต้การดูแลและเอาใจใส่ของพนักงานซึ่งทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา โดยการแสดงวิธีการปฏิบัติงานพร้อมทั้งอธิบายประกอบ จากนั้นจึงให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติตาม ที่เลี้ยงจะคอยดูแลให้คำแนะนำและช่วยเหลือหากมีปัญหาเกิดขึ้น

ข) การฝึกอบรมนอกงาน (Off the job training) ผู้รับการฝึกอบรมประเภทนี้ จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในสถานที่ฝึกอบรมโดยเฉพาะ และต้องหยุดพักการปฏิบัติงานภายในองค์การไว้เป็นเวลาชั่วคราวจนกว่าการฝึกอบรมจะเสร็จสิ้น

2.1.3.3 ทักษะที่ต้องการฝึกอบรม คือสิ่งที่ต้องการในการจัดฝึกอบรมเพื่อเพิ่มพูนหรือเสริมสร้างให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ได้แก่

ก) การฝึกอบรมทักษะด้านเทคนิค (Technical skills training) มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน ด้านเทคนิค เช่นการซ่อมบำรุงเครื่องจักร เทคนิคการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ข) การฝึกอบรมด้านการจัดการ(Managerial skill training) คือการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้ และทักษะด้านการจัดการและบริหารงาน โดยส่วนใหญ่แล้วผู้รับการฝึกอบรม มักจะมีตำแหน่งเป็นผู้จัดการหรือหัวหน้างานขององค์กร

ค) การฝึกอบรมทักษะด้านการติดต่อสัมพันธ์ (Interpersonal skill training) การฝึกอบรมประเภทนี้มุ่งเน้นให้ผู้รับการฝึกอบรม มีการพัฒนาทักษะ ในด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งการมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนร่วมงาน

2.1.4 ประโยชน์ของการฝึกอบรม

การฝึกอบรมนอกจากเป็นสิ่งจำเป็นในการแก้ปัญหาภายในขององค์กรแล้ว ยังก่อให้เกิดประโยชน์แก่ส่วนต่างๆอย่างเห็นได้ชัดเจนดังนี้ (สมคิด ,2539:16)

2.1.4.1 เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

2.1.4.2 ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพสูงขึ้น

2.1.4.3 พนักงานมีขวัญและกำลังใจดีขึ้น

2.1.4.4 ทำให้พนักงานมีความรู้ความชำนาญในวิชาการใหม่ๆ

2.1.4.5 ทำให้ระบบข่าวสารภายในองค์กรดีขึ้น

2.1.4.6 ลดระยะเวลาในการเรียนรู้งาน

2.1.4.7 พนักงานแต่ละคนมีโอกาสก้าวหน้าได้เลื่อนตำแหน่ง

2.1.4.8 ลดอุบัติเหตุในการทำงาน

2.1.4.9 เป็นประโยชน์ต่อการบริหารงาน

เมื่อส่วนต่างๆดังกล่าวมีคุณภาพดี ย่อมส่งผลกระทบต่อองค์กรโดยรวม ทำให้องค์กรมีประสิทธิภาพและความมั่นคงสูงขึ้น ถ้านำหลักสูตรฝึกอบรมไปใช้กับสถานศึกษานักศึกษาที่เข้ารับการฝึกอบรมก็จะมีความรู้และความสามารถเฉพาะด้าน พัฒนาดตนเองให้รู้ทันเทคโนโลยีใหม่ๆ นอกเหนือจากหลักสูตรการเรียนการสอนในห้องเรียน พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ตามความต้องการของแต่ละบุคคลต่อไป

2.1.5 กระบวนการจัดการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบของชูชัย (2540:29-34)

2.1.5.1 วิเคราะห์ความต้องการในการฝึกอบรม(Need assessment) การวิเคราะห์ดังกล่าว จะช่วยให้ทราบข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบและพัฒนาโครงการฝึกอบรม เพื่อให้การ ฝึกอบรมสอดคล้องต่อความต้องการขององค์กรและเกิดประโยชน์สูงสุดประกอบด้วยการ วิเคราะห์ สามประการคือ การวิเคราะห์องค์การ การวิเคราะห์ภารกิจและคุณสมบัติ และการ วิเคราะห์บุคคล

2.1.5.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากขั้นตอนแรก จะ นำมาใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม โดยวัตถุประสงค์ที่ดีนั้น ควรเป็น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral objectives)

2.1.5.3 คัดเลือกและออกแบบโครงการฝึกอบรม

2.1.5.4 สร้างเกณฑ์ (Criteria) สำหรับการประเมินผล โดยเกณฑ์ที่สร้างขึ้นควรจะอ้างอิง หรือสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

2.1.5.5 จัดการฝึกอบรม คือดำเนินการฝึกอบรมตามแผนที่ได้กำหนดไว้ โดยจะต้อง ดำเนินการเกี่ยวกับสถานที่ของการฝึกอบรมให้เรียบร้อย นอกจากนั้นยังต้องดูแลและประสานงาน กับวิทยากรที่จะมาดำเนินการฝึกอบรมด้วย

2.1.5.6 ประเมินผลการฝึกอบรม ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ชนิดคือ การสร้างเกณฑ์ สำหรับการประเมินผล และการวัดผลโดยใช้วิธีการทดลอง (Experimental) หรือวิธีการที่ไม่ใช่การ ทดลอง (Non Experimental) เพื่อตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นหรือไม่ ภายหลังการ ฝึกอบรม

2.1.6 ขั้นตอนของการฝึกอบรม

2.1.6.1 นักวิชาการฝึกอบรมต่างพยายามคิดค้นขั้นตอนการฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพ และเสนอขั้นตอนการฝึกอบรมโดย เลียนาร์ด แนดเลอร์ (Leonard Nadler) ได้สร้างระบบการ ฝึกอบรมเรียกว่า The Critical Events Model กำหนดไว้ 9 ขั้นตอนดังนี้ (สมคิด,2539:18-19)

- ก) กำหนดความจำเป็นในการฝึกอบรม
- ข) กำหนดงานเฉพาะที่ต้องปฏิบัติ
- ค) กำหนดคุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม
- ง) ตั้งจุดประสงค์ของการฝึกอบรม
- จ) สร้างหลักสูตร
- ฉ) เลือกเทคนิคการฝึกอบรม
- ช) เลือกอุปกรณ์การฝึกอบรม

ซ) ดำเนินการฝึกอบรม

ฌ) ประเมินผลและติดตามผล

2.1.6.2 สมคิด บางโม (2539:19-20) ได้สรุปขั้นตอนการฝึกอบรมที่มีความกระชับและสามารถนำไปใช้ได้ดังต่อไปนี้

ก) การหาความจำเป็นในการฝึกอบรม (Training Needs) หมายถึง การที่องค์กรเกิดปัญหาและอุปสรรคอย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วสามารถแก้ไขได้ด้วยการฝึกอบรม เช่นขาดความสามารถในการปฏิบัติงาน มีเทคโนโลยีใหม่ที่น่าสนใจในปัจจุบัน เป็นต้น

ข) การสร้างหลักสูตรฝึกอบรม (Training Curriculum) หลักสูตรควรมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้คือ ชื่อหลักสูตร, วัตถุประสงค์ของหลักสูตร, ระยะเวลาในการฝึกอบรม, หัวข้อวิชาพร้อมทั้งกำหนดจำนวนชั่วโมง, คำอธิบายรายวิชาโดยสังเขป

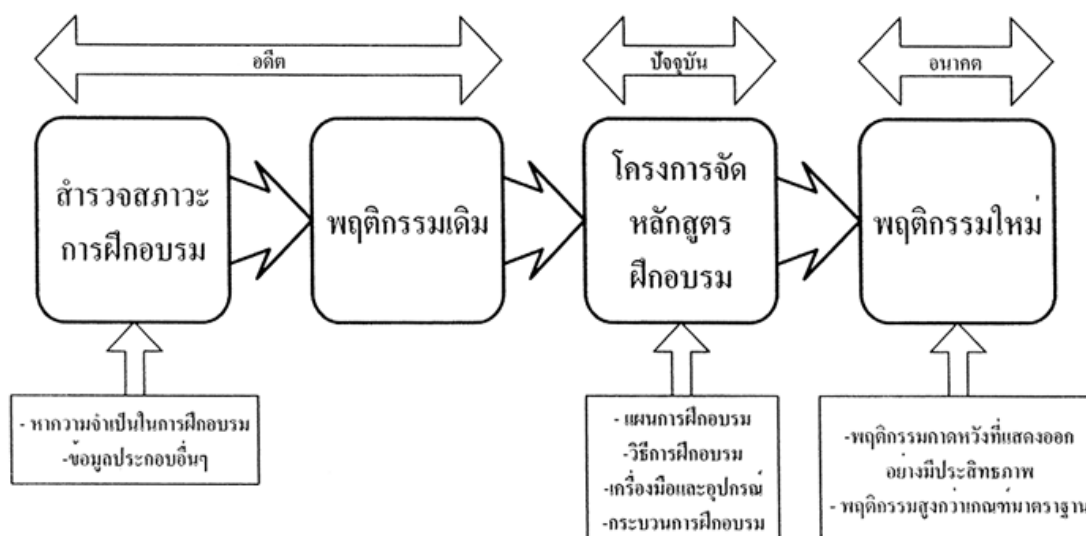
ค) ออกแบบโครงการฝึกอบรม (Training Project) การวางแผนจะอบรมอะไร เมื่อไร ที่ไหน อย่างไรนั้น ต้องเขียนเป็นโครงการอย่างละเอียดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ ปกติควรทำโครงการไว้ล่วงหน้า 1-3 ปี โดยใช้หลักสูตรที่เตรียมไว้แล้ว

ง) การดำเนินการฝึกอบรม (Training) เป็นการนำโครงการมาดำเนินงาน ฝึกอบรมต้องมีการบริหารโครงการแบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ ระยะการเตรียมการก่อนการฝึกอบรม, ระยะการฝึกอบรม นับตั้งแต่วันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการฝึกอบรม และระยะหลังการฝึกอบรม

จ) การประเมินผลการฝึกอบรม (Training Evaluation) จัดเป็นการวัดและประเมินผลที่ผ่านมา เป็นไปตามที่กำหนดไว้และบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่เพียงใด มีปัญหาหรืออุปสรรคใดบ้าง อาจมีการประเมินครั้งเดียวหลังสิ้นสุดการฝึกอบรมหรือแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกเมื่อการฝึกอบรมผ่านไปได้ครั้งหนึ่ง และครั้งที่สองเมื่อการฝึกอบรมสิ้นสุดลง หรือจะทำการประเมินหลังจากผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้กลับไปปฏิบัติงานแล้วเป็นเวลา 6 เดือนหรือ 1 ปี ตามความเหมาะสม

2.1.7 การจัดหลักสูตรฝึกอบรมให้เหมาะสม

การจัดหลักสูตรฝึกอบรมให้มีเนื้อหาสัมพันธ์กับพื้นฐานของรายวิชาอื่นๆ หรือจัดหลักสูตรให้มีเนื้อหาสาระเหมาะสมกับบุคลากรภายในองค์กร จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่างๆ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาตนเอง พัฒนางาน และพัฒนาองค์กรให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานขององค์กรต่อไป ดังนั้นการจัดหลักสูตรฝึกอบรมจึงควรจัดให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดยถาวรในการทำงาน ดังในภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 หลักสูตรฝึกอบรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

2.2 การสร้างชุดฝึกอบรม

2.2.1 หลักการเขียนโครงการฝึกอบรม จะแบ่งเป็น 18 หัวข้อ โดยมีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ (สมคิด, 2539:56-61)

2.2.1.1 ชื่อโครงการฝึกอบรม การกำหนดชื่อโครงการอาจกำหนดได้จากสิ่งต่อไปนี้

- ก) กำหนดได้จากชื่อวิชา
- ข) กำหนดจากกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรม
- ค) กำหนดตามชื่อวิชาและผู้เข้ารับการฝึกอบรม

2.2.1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบโครงการ เป็นการระบุว่าหน่วยงานใดรับผิดชอบโครงการฝึกอบรม ซึ่งอาจเป็นฝ่ายบุคคลหรือหน่วยงานอื่น

2.2.1.3 หลักการและเหตุผล แสดงถึงความเป็นมา ปัญหา ความจำเป็นที่ต้องฝึกอบรม ตลอดจนทฤษฎีและหลักการที่สนับสนุนการทำโครงการ

2.2.1.4 วัตถุประสงค์ เป็นการบรรยายภาพรวมของความต้องการที่จะให้เกิดขึ้นอย่างกว้างๆ แบ่งเป็นข้อๆ การเขียนวัตถุประสงค์ควรมีลักษณะดังนี้

- ก) ตรงตามความจำเป็นในการฝึกอบรม
- ข) มีความเป็นไปได้
- ค) ระบุพฤติกรรมที่ต้องการเปลี่ยนแปลง
- ง) โดยทั่วไปจะมุ่งพัฒนาความรู้ความสามารถ ทักษะ และทัศนคติ

2.2.1.5 เป้าหมาย แสดงให้เห็นว่าตลอดระยะเวลาของโครงการจะทำอะไรอย่างชัดเจน การเขียนเป้าหมายควรเขียนในลักษณะที่สามารถกำหนดเป็นตัวเลขหรือปริมาณ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการฝึกอบรมมาทำการวัดและประเมินผลได้

2.2.1.6 หลักสูตรฝึกอบรม ควรระบุเรื่องดังต่อไปนี้

- ก) วัตถุประสงค์ของหลักสูตรนั้น
- ข) วิชาที่ทำการฝึกอบรมโดยแบ่งออกเป็นหมวดๆ
- ค) วัตถุประสงค์ของแต่ละรายวิชา
- ง) แนะนำวิธีการฝึกอบรมรวมทั้งอุปกรณ์และสื่อ
- จ) ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละรายวิชา
- ฉ) รายชื่อวิทยากรในแต่ละรายวิชา(ถ้าสามารถทำได้)

2.2.1.7 วิธีการฝึกอบรม ขึ้นอยู่กับหัวข้อหรือวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมด้วย ควรกำหนดวิธีการฝึกอบรมไว้ว่าจะใช้วิธีใดบ้าง เช่น การบรรยาย , การประชุมกลุ่มอภิปราย, การฝึกปฏิบัติ , การใช้สถานการณ์จำลอง เป็นต้น

2.2.1.8 วิทยากร เป็นบุคคลที่มีความรู้ความชำนาญในแต่ละรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร วิทยากรอาจเป็นบุคคลในองค์กรหรือภายนอกองค์กรก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสม

2.2.1.9 คุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม เป็นการกำหนดกลุ่มของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างชัดเจน ต้องมีความรู้และประสบการณ์ หรือผ่านหลักสูตรใดมาก่อน หรือผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะต้องดำรงตำแหน่งอะไร การกำหนดคุณสมบัติจะกำหนดได้จากภารกิจ หน้าที่ และความจำเป็นในการฝึกอบรม เพื่อให้การฝึกอบรมเกิดประสิทธิผลอย่างแท้จริง

2.2.1.10 วุฒิบัตรหรือประกาศนียบัตร ควรกำหนดเงื่อนไขหรือเงื่อนไขเวลาในการฝึกอบรมว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะต้องปฏิบัติอย่างไรจึงจะมีสิทธิได้รับวุฒิบัตรหรือประกาศนียบัตร เช่น ต้องเข้ารับการฝึกอบรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาฝึกอบรมทั้งหมด หรือต้องผ่านการทดสอบให้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป เป็นต้น

2.2.1.11 ผู้รับผิดชอบโครงการ ให้ระบุชื่อบุคคลว่ามีใครบ้าง ใครเป็นหัวหน้าโครงการ หรือถ้ามีการจัดตั้งคณะกรรมการให้ระบุว่าใครบ้าง ใครเป็นประธานกรรมการ ทั้งนี้เพื่อให้การติดตาม ตรวจสอบและการประสานงาน ทำได้สะดวกรวดเร็ว และมีผู้รับผิดชอบโครงการฝึกอบรมอย่างแท้จริง

2.2.1.12 ระยะเวลา ควรระบุจำนวนวัน หรือสัปดาห์ หรือเดือน และระบุว่าจะจากวันใดถึงวันใด การกำหนดระยะเวลาขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

ก) ระดับความจำเป็นในการฝึกอบรมมีมากน้อยเพียงใด หากมีความจำเป็นมาก ต้องใช้เวลานาน

ข) ระดับผู้เข้ารับการฝึกอบรม การฝึกอบรมผู้บริหารระดับสูงจะใช้เวลาในการฝึกอบรมน้อยกว่าการฝึกอบรมในระดับปฏิบัติการ

ค) หลักสูตรการฝึกอบรม ถ้ามีรายวิชาหรือเนื้อหาวิชามาก ก็จะต้องใช้เวลามากในการฝึกอบรม

ง) วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม ถ้าต้องการเพิ่มความรู้ใช้เวลาไม่นานนัก แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนพฤติกรรมของการฝึกอบรมหรือเพิ่มทักษะหลายๆ ก็ต้องใช้เวลานาน

2.2.1.13 สถานที่ฝึกอบรม เป็นการระบุว่าจะใช้สถานที่ใด ในการจัดการฝึกอบรม ในกรณีที่ใช้สถานที่หลายแห่งต้องมีการระบุให้ชัดเจน

2.2.1.14 ขั้นตอนดำเนินการฝึกอบรม เป็นการกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานฝึกอบรมให้เป็นลำดับ ตั้งแต่รวบรวมข้อมูล วางแผนการฝึกอบรม ดำเนินการฝึกอบรม ติดตามผล และประเมินผลการฝึกอบรม

2.2.1.15 ปฏิทินดำเนินการ ให้กำหนดระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงาน อาจกำหนดเป็นรายสัปดาห์หรือรายเดือนแล้วแต่ความเหมาะสม

2.2.1.16 งบประมาณ เป็นการกำหนดจำนวนเงินที่จำเป็นต้องใช้จ่ายจริง แบ่งการใช้จ่ายเงินออกเป็น 3 หมวดคือ

ก) หมวดค่าตอบแทน ใช้สำหรับค่าตอบแทนวิทยากร ค่าตอบแทนการทำงานของพนักงาน

ข) หมวดค่าใช้สอย ใช้สำหรับค่าจ้างต่างๆ ได้แก่ ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าพาหนะ ค่าที่พัก ค่าอาหารและเครื่องดื่ม ค่าพิมพ์เอกสารต่างๆ ค่าเช่าห้องประชุม

ค) หมวดค่าวัสดุ ใช้สำหรับค่าวัสดุต่างๆ เช่น ค่ากระดาษ หมึก สี ปากกา ดินสอ ยางลบ เอกสาร วัสดุสำหรับฝึกอบรม และของใช้อื่นๆ เป็นต้น

2.2.1.17 ผลที่คาดว่าจะได้รับ ให้ระบุว่าเมื่อเสร็จสิ้นการฝึกอบรมแล้วจะเกิดผลอะไรบ้าง ให้ระบุผลทั้งทางตรงและทางอ้อม ตลอดจนผลกระทบต่องานด้านธุรกิจจะประมาณการรายรับรายจ่ายและผลกำไรที่คาดว่าจะได้รับ

2.2.1.18 กำหนดการฝึกอบรมและตารางการฝึกอบรม เป็นการกำหนดเวลาการบรรยาย และปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ควรมีการกำหนดอย่างละเอียด อีกทั้งควรมีทำตารางการฝึกอบรมอย่างสังเขปประกอบฝึกอบรมด้วยเพื่อให้เห็นภาพรวมของการฝึกอบรม

2.2.2 การสร้างชุดฝึกอบรมสามารถใช้หลักการบางส่วนของการผลิตชุดการสอน ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

2.2.2.1 กำหนดหมวดหมู่และขอบเขตของเนื้อหากับการจัดประสบการณ์ให้เหมาะสม

2.2.2.2 กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณ เนื้อหาวิชาที่จะให้ผู้สอน สามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนในหนึ่งสัปดาห์หรือสอนได้หน่วยละครั้ง

2.2.2.3 กำหนดหัวข้อเรื่อง ในการสอนแต่ละหน่วย ควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดหัวข้อเรื่องออกมาเป็นหน่วยการสอนย่อย

2.2.2.4 กำหนดหลักการมโนคติ ในการกำหนดหลักการและมโนคติต้องกำหนดให้มีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้และหัวข้อเรื่อง ซึ่งควรสรุปแนวความคิด สาระ และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาการเรียนการสอนให้สอดคล้องกัน

2.2.2.5 กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่อง โดยเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

2.2.2.6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในความหมายของ “กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึงกิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตร คำสั่ง การตอบคำถาม การเขียนภาพ การทดลอง การเล่นเกม เป็นต้น กิจกรรมต่างๆเหล่านี้ จะเป็นแนวทางในการเลือกสื่อและผลิตสื่อประกอบการฝึกอบรมที่เหมาะสม และต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2.2.7 กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Test) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังเรียนผ่านกิจกรรมนี้แล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

2.2.2.8 เลือกและผลิตสื่อประกอบการฝึกอบรม วัสดุและอุปกรณ์ที่ครูใช้ถือเป็นสื่อประกอบการฝึกอบรมทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อประกอบการฝึกอบรมแต่ละหัวข้อแล้ว ก็ควรจัดสื่อประกอบการฝึกอบรมให้เป็นหมวดหมู่ลงในกล่องที่เตรียมไว้ เพื่อนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งและไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาทักษะ เช่น ภาษา เพราะการเปลี่ยนพฤติกรรมคิดตามระยะเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จไปแล้ว

2.2.2.9 หาประสิทธิภาพชุดการสอนเพื่อเป็นการประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการฝึกอบรม ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นมาก่อนตามหลักเกณฑ์ที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่จะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนให้บรรลุผล ดังนั้น

การกำหนดเกณฑ์จึงต้องคำนึงถึงกระบวนการและผลลัพธ์ โดยการกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1 / E_2

E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ผู้เรียนได้รับ โดยเฉลี่ยจากการทำใบทดสอบ

E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปในตัวผู้เรียน โดยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำข้อสอบได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2.10 การใช้ชุดการสอน เป็นขั้นการนำชุดการสอนไปใช้ ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบและปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา โดยมีขั้นตอนคือ ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เข้าสู่บทเรียน ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ สรุป ทำแบบฝึกหัดหลังเรียน

บทสรุปของการสร้างชุดฝึกอบรม จะทำได้โดยการนำเอาข้อมูลที่ได้จากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและรายละเอียดของหลักสูตร มาออกแบบชุดฝึกอบรมได้ดังนี้ (สมหญิง, 2529: 71)

- ก) วิเคราะห์งาน (Job Analysis) และวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)
- ข) วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ค) กำหนดเนื้อหาวิชาที่จะใช้ในการฝึกอบรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ง) สร้างใบเนื้อหาและแบบฝึกหัด
- จ) จัดทำแผนการฝึกอบรม เพื่อกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงให้เนื้อหาและทำแบบฝึกหัดกับผู้เรียน
- ฉ) ออกแบบและสร้างสื่อประกอบการฝึกอบรม ให้สอดคล้องกับแผนการฝึกอบรม
- ช) สร้างแบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.3 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

2.3.1 ความสำคัญของวัตถุประสงค์การเรียนการสอน (สุรพันธ์, 2538: 90)

วัตถุประสงค์การเรียนการสอน เป็นความตั้งใจและมุ่งหวังที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยที่ผู้เรียนต้องผ่านกระบวนการเรียนการสอนและมีวัตถุประสงค์เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นด้วย การพิจารณาขอบเขตเนื้อหาสาระ การกำหนดวิธีการสอน และสื่อการเรียนการสอน แม้แต่วิธีการวัดและประเมินผลการสอน จะทำให้ผู้เรียนทราบว่าเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง เนื้อหาเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการศึกษาเรื่องต่อไปหรือไม่ สิ่งเหล่านี้ขึ้นอยู่กับ การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ถ้าเรากำหนดวัตถุประสงค์การสอนไว้ไม่ชัดเจน จะ

ทำให้ไม่มีบรรทัดฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การจัดเนื้อหาและสื่อที่นำไปใช้ก็จะไม่เหมาะสม

2.3.2 ประเภทของวัตถุประสงค์การฝึกอบรม

ขั้นตอนการแบ่งประเภทของวัตถุประสงค์นี้จะช่วยให้ผู้จัดฝึกอบรม หรือผู้สอนสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ได้เหมาะสม สอดคล้อง และครอบคลุมจุดหมายของหลักสูตรที่ได้มาจากการหาความจำเป็นในการฝึกอบรม วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม สามารถกำหนดได้ 3 ระดับ คือ

2.3.2.1 วัตถุประสงค์โครงการ (Training Objectives) เป็นจุดประสงค์สูงสุดของโครงการฝึกอบรม โดยเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของบุคลากรที่ต้องการปรับปรุงและพัฒนา โดยปกติวัตถุประสงค์ของโครงการจะถูกกำหนดขึ้นจากผลการวิเคราะห์ความต้องการ และความมุ่งหวังที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมและพัฒนาตนเองหลังจากสิ้นสุดการฝึกอบรม และวัตถุประสงค์ของโครงการมักใช้เป็นชื่อของโครงการฝึกอบรมนั้นๆ ซึ่งบ่งบอกว่าต้องการฝึกอบรม

2.3.2.2 วัตถุประสงค์ทั่วไป (General Objectives) เป็นวัตถุประสงค์ที่กำหนดความคาดหวังที่มีต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมในลักษณะกว้างๆ ไม่แสดงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นแก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม วัตถุประสงค์ทั่วไปจะเป็นตัวกำหนดขอบข่ายความรู้และทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม การกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปสามารถกระทำดังนี้

ก) พิจารณาเป้าหมายของโครงการ ควรกำหนดภาระหน้าที่หรือกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องเรียนรู้และต้องกระทำให้เกิดการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนจบการฝึกอบรม

ข) กำหนดความรู้และทักษะที่สำคัญ จัดเรียงให้เป็นหมวดหมู่ของภาระงาน

ค) จำแนกวัตถุประสงค์ที่ได้ออกเป็นกลุ่มตามลักษณะพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม คือ วัตถุประสงค์ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

2.3.2.3 วัตถุประสงค์แบบเฉพาะหรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) เป็นวัตถุประสงค์ที่การกำหนดความคาดหวังในลักษณะเจาะจงกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม จนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะต้องบ่งบอกพฤติกรรมกระทำที่สังเกตได้ มีการกำหนดเงื่อนไขกฎเกณฑ์ที่สามารถวัดได้และปฏิบัติได้จริงตามวัตถุประสงค์

2.3.3 องค์ประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ดี จะต้องเป็นข้อความที่สื่อความหมายได้ดี กล่าวคือเมื่อผู้สอนหรือผู้อ่านได้อ่านวัตถุประสงค์แล้ว สามารถเข้าใจตรงกันว่า พฤติกรรมที่ต้องการจากผู้เรียนคืออะไร ภายใต้เงื่อนไขหรือขอบเขตอย่างไร ด้วยเกณฑ์หรือมาตรฐานในการแสดงออกเท่าใดจึงจะเป็นที่ยอมรับได้ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สมบูรณ์ จึงประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ (สุรพันธ์, 2538 :92-94)

2.3.3.1 พฤติกรรมที่คาดหวัง (Terminal Behavior) หมายถึง การแสดงออกของผู้เรียนที่แสดงว่า เมื่อสิ้นสุดบทเรียนแล้วมีความสามารถทำงานได้ตามความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งคำที่จะนำมาใช้ในการตั้งวัตถุประสงค์เพื่อวัดพฤติกรรมนั้นต้องเป็นคำที่แสดงการกระทำ (Action word) หรือแสดงกริยา (Verb) ออกมาได้ เช่น คำว่าบอก อธิบาย จำแนก คำนวณ สร้าง อ่าน วัด เป็นต้น เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมเหล่านี้แล้วก็จะสามารถสังเกตเห็นได้ว่า สิ่งที่ได้แสดงพฤติกรรมออกมานั้น ถูกหรือผิด ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นระดับความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียน

2.3.3.2 สถานการณ์หรือเงื่อนไข (Situation or Condition) หมายถึง ส่วนที่ใช้สำหรับการขยายพฤติกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามความคาดหวัง โดยอาจจะขยายให้เห็นว่าผู้เรียนจะทำอะไร อย่างไร ในการกำหนดสถานการณ์หรือเงื่อนไขนั้น อาจจำแนกออกได้ 3 ลักษณะคือ

ก) ลักษณะที่เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหา ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ควบคู่ไปกับพฤติกรรมที่คาดหวัง เช่น บอกส่วนประกอบของเครื่องวัดไฟฟ้าแบบขดลวดเคลื่อนที่ได้ เป็นต้น

ข) ลักษณะที่เป็นสิ่งเร้า เพื่อใช้เป็นตัวเร้าให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมต่างๆ ตามความคาดหวัง เช่น เมื่อเลือกตัวต้านทานออกมา 10 ตัวแล้วสามารถอ่านค่าความต้านทานได้ถูกต้อง

ค) ลักษณะที่เป็นเงื่อนไข คือสถานการณ์ที่ใช้เป็นเงื่อนไขของการกระทำ ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่จะใช้ควบคุมพฤติกรรมให้ได้ตามความคาดหวัง เช่น เขียนทิศทางของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำโดยใช้กฎของเลนซ์ได้ เป็นต้น

2.3.3.3 เกณฑ์หรือมาตรฐาน (Criterion or Standard) หมายถึง ส่วนที่ใช้ระบุถึงระดับความสามารถของพฤติกรรมขั้นต่ำสุด ซึ่งยอมรับถึงความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน หากผู้เรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด ก็หมายถึงผู้เรียนมีความสามารถยังไม่ถึงระดับตามเกณฑ์ที่กำหนด จึงจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมให้ละเอียดและมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น การกำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาที่ระบุพฤติกรรมคาดหวัง โดยกำหนดไว้ 3 แนวทางคือ

ก) เกณฑ์ในลักษณะความเร็ว จะมุ่งเน้นเพื่อวัดระดับความชำนาญ มากกว่าความรู้ เช่น ทำงานเร็ว คำนวณเร็ว ตอบคำถามเร็ว

ข) เกณฑ์ในลักษณะปริมาณ หมายถึงการระบุความสามารถในการทำงานอย่างน้อยที่สุดที่อนุญาตให้ผ่านได้ เช่น สอบผ่านในหัวข้อนี้ 80 เปอร์เซนต์ขึ้นไป เป็นต้น

ค) เกณฑ์ในลักษณะคุณภาพ หมายถึงเกณฑ์ที่ไม่สามารถระบุในเชิงความเร็วหรือปริมาณได้ แต่เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจริง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจะเกิดจากการเรียนซ้ำหรือความเข้าใจอย่างแท้จริง ความต้องการของคุณภาพนี้ไม่อาจจะระบุได้เป็นปริมาณหรือจำนวนของที่ได้ แต่ความมุ่งหมายหลักคือมุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนถึงร้อยเปอร์เซนต์ ตัวอย่างเช่น บอกค่าที่มีผลต่อค่าความต้านทานสายได้ โดยคำว่า “ได้” นั้นหมายถึง “ได้อย่างถูกต้อง” แต่ละไว้เป็นที่เข้าใจกัน การกำหนดเกณฑ์จะสามารถกำหนดได้ตามการตัดสินใจของผู้สอนโดยยึดหลักสูตร และผู้เรียนเป็นหลัก ซึ่งสิ่งที่ผู้สอนควรคำนึงถึงในการกำหนดเกณฑ์ได้แก่ ระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน ระดับความยากง่ายของเนื้อหาและความสำคัญของเนื้อหาสาระ

2.3.4 การจำแนกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถจำแนกตามลักษณะการเรียนรู้ได้ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้(สุรพันธ์ ,2538 :94-97)

2.3.4.1 วัตถุประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย หมายถึงวัตถุประสงค์ที่ใช้เน้นความสามารถทางด้านสมรรถภาพทางสมอง การใช้ปัญญา เช่น บอก อธิบาย จำแนกหรือแยกแยะได้ เป็นต้น สามารถจำแนกระดับของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่บ่งบอกการใช้สมองจัดแบ่งเป็น 6 ระดับ โดยอ้างอิงจาก บลูม ดังต่อไปนี้

ก) ขั้นความรู้ หมายถึงพฤติกรรมที่แสดงถึงขั้นความสามารถในการจดจำสิ่งต่างๆ หรือระลึกนึกได้ในสิ่งที่เรียนมา เช่น บุคคล สัตว์ สิ่งของ และชื่อต่างๆ

ข) ขั้นความเข้าใจ หมายถึงความสามารถในการใช้ความคิดเพื่อศึกษาเนื้อหาสาระแล้วสามารถตีความ แปลความหรือขยายความในสิ่งที่ศึกษาได้ วัตถุประสงค์ที่จะแสดงพฤติกรรมในระดับนี้มักจะใช้คำว่า สามารถ ในการเขียนวัตถุประสงค์

ค) ขั้นการนำไปใช้ หมายถึงความสามารถในการนำความเข้าใจของเนื้อหา ทฤษฎี กฎ และมโนคติต่างๆ เพื่อนำไปใช้กับงานจริงหรือแก้ปัญหาต่างๆที่ประสบได้จริง

ง) ขั้นการวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการใช้สมองเพื่อจำแนกแยกแยะองค์ประกอบ หลักการและความสัมพันธ์ ต่างๆ

จ) ขั้นการสังเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการนำข้อมูลต่างๆ มาเพื่อสร้างหรือออกแบบสิ่งใหม่ๆ หรือหลักการและทฤษฎีใหม่ๆ ที่มีความแตกต่างไปจากเดิม

ด) ขั้นการประเมิน หมายถึงความสามารถในการวินิจฉัยพิจารณาตัดสิน ลงสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิด โดยอาศัยหลักการทฤษฎีและเกณฑ์ต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาขั้นพื้นฐานมาเพื่อเปรียบเทียบและตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต้องการ

2.3.4.2 วัตถุประสงค์ทางด้านทักษะพิสัย หมายถึงวัตถุประสงค์ที่ใช้เน้นความสามารถทางด้านกล้ามเนื้อ การกระทำการแสดงออกและการปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะคือความชำนาญสามารถจำแนกระดับพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย ซึ่งเป็นการแบ่งระดับพฤติกรรมที่เกี่ยวกับทักษะความชำนาญโดยเน้นหนักที่มุ่งพัฒนากล้ามเนื้อหรืออวัยวะต่างๆของร่างกาย จัดแบ่งได้เป็น 5 ระดับดังต่อไปนี้

ก) ขั้นเลียนแบบได้ หมายถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการลอกเลียนการปฏิบัติการตามแบบอย่างที่มีต้นแบบ สาธิตให้ดูขณะปฏิบัติการ

ข) ขั้นการปฏิบัติได้โดยลำพัง หมายถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการกระทำด้วยตนเองโดยลำพัง หลังจากการผ่านขั้นตอนการลอกเลียนแบบโดยตรงมาแล้ว

ค) ขั้นการปฏิบัติการได้ถูกต้องแม่นยำ หมายถึงระดับพฤติกรรมที่ผู้เรียนมีการฝึกฝนโดยลำพังและมีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วทำการแก้ไข โดยพยายามให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

ง) ขั้นการปฏิบัติด้วยความต่อเนื่องและผสมผสาน หมายถึงระดับพฤติกรรมที่ปฏิบัติงานได้หลายๆขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง ด้วยความถูกต้องโดยใช้เวลาน้อยที่สุด

จ) ขั้นปฏิบัติด้วยความเป็นธรรมชาติ หมายถึงพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างชัดเจนถึงความชำนาญความถูกต้องเที่ยงตรง กระทำจนเกิดความเคยชินไม่มีข้อบกพร่อง และเป็นธรรมชาติ ถือว่าเป็นระดับขั้นสูงสุดของทักษะพิสัย

2.3.4.3 วัตถุประสงค์ทางด้านเจตพิสัย หมายถึงวัตถุประสงค์ที่ใช้เน้นความสามารถทางด้านความรู้สึก อารมณ์ เจตคติ ต่อสิ่งต่างๆ เช่น บุคคล อุปกรณ์ สิ่งแวดล้อม เป็นต้น เนื่องจากวัตถุประสงค์ทางเจตคติเป็นเรื่องของอารมณ์และจิตใจ จึงเป็นเรื่องยากในการกำหนดเพื่อให้เห็นพฤติกรรม ในการจำแนกระดับพฤติกรรมด้านเจตพิสัย เป็นการจัดระดับพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้สึกทางจิตใจของคนที่มีผลต่อสิ่งต่างๆ หรือสิ่งที่ได้หยิบยกขึ้นมาให้ผู้เรียนสัมผัสได้ บลูมจึงจัดระดับพฤติกรรมทางด้านความรู้สึกได้เป็น 5 ระดับดังต่อไปนี้

ก) ขันยอมรับหรือรับรู้ หมายถึงระดับพฤติกรรมที่ผู้เรียนมีความรู้สึก รับรู้และรับฟังสิ่งต่างๆ โดยที่ยังไม่มีปฏิกิริยาไปในทางร่วมเข้าเป็นพวกหรือคัดค้านอย่างออกนอกหน้า ขั้นตอนนี้จึงเป็นพฤติกรรมขั้นแรกที่เป็นช่องทางให้เกิดพฤติกรรมในขั้นต่อไป หากมีสิ่งมากระตุ้น

ข) ขั้นตอบสนอง หมายถึงระดับพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึง การมีแนวคิดร่วมและลงมือปฏิบัติการเรียนรู้หรือเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามเป้าหมาย

ค) ขั้นสร้างค่านิยม หมายถึงระดับพฤติกรรมแสดงออกถึงความมีเจตคติในทางบวกต่อสิ่งนั้น จนถึงขั้นยึดไว้เป็นธรรมเนียมหรือหลักการที่จะยึดถือปฏิบัติ รวมทั้งอยากแสดงออกให้ผู้อื่นเห็นเอกลักษณ์ที่โดดเด่นของตนเอง

ง) ขั้นดำเนินการ หมายถึงพฤติกรรมที่อยู่ในระดับที่สูงกว่าการสร้างค่านิยมธรรมดา ซึ่งหมายความว่าผู้เรียนจะสร้างมโนคติเกี่ยวกับค่านิยมตลอดจนจัดระบบค่านิยม ให้มีความมั่นคงตามแนวความคิดและเจตคติ

จ) ขั้นแสดงลักษณะเฉพาะตนตามค่านิยม หมายถึงพฤติกรรมที่อยู่ในระดับแสดงออกถึงความยึดมั่น เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกแน่นอนสม่ำเสมอและแสดงออกอย่างเด่นชัดให้เห็นถึงคุณสมบัติเฉพาะตน จนอาจเรียกได้ว่าเป็นความยึดมั่นถือมั่นเป็นปรัชญาชีวิตของตน

2.3.5 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยแบ่งตามระดับความยากง่ายจากการแสดงออก

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสามารถแบ่งตามระดับความยากง่ายของการแสดงออกของผู้เรียน (Taxonomic Levels) การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือกำหนดพฤติกรรมปลายทางหลังจากการเรียนรู้การสอนจบแล้ว จำเป็นต้องระบุข้อความให้เด่นชัดว่าพฤติกรรมอันเป็นผลจากความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ นั้น ต้องสร้างให้เกิดขึ้นอยู่ในระดับใดจึงจะเหมาะสม สามารถเขียนวัตถุประสงค์โดยแบ่งตามระดับความยากง่ายได้ดังต่อไปนี้ (สุราษฎร์, 2531:72-82)

2.3.5.1 ความสามารถด้านสติปัญญา (Intellectual Skill) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความสามารถด้านสติปัญญาแบ่งความยากออกเป็น 3 ระดับจากง่ายไปยากดังนี้

ก) ระดับพื้นฐานความรู้ เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นการพื้นฐานความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาในลักษณะการลอกเลียนโดยการเขียนหรือการเล่า สามารถเขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม เช่น บอก เล่า พรรณา บรรยาย นิยาม บอกความหมาย เป็นต้น ตัวอย่างเช่น นักศึกษาสามารถบอกกฎของโอห์มได้อย่างถูกต้อง

ข) ระดับประยุกต์ความรู้ เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่มีอยู่ไปแก้ปัญหาใหม่ๆ ซึ่งมีลักษณะเดียวกันกับสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาแล้วโดยวิธีการพูด เขียน อธิบาย สรุป สามารถเขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม เช่น อธิบาย คำนวน ยกตัวอย่าง และจำแนกเป็นต้น ตัวอย่างเช่น นักศึกษาสามารถคำนวณหาค่าความเร็วรอบเมื่อกำหนดขนาดและชนิดของวัตถุที่จะกลิ้งได้

ก) ระดับส่งถ่ายความรู้ เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายทอดความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสิ่งใหม่ๆ ซึ่งปัญหาดังกล่าวไม่เคยถูกกล่าวถึงกันมาก่อนโดยการวิเคราะห์ การสังเคราะห์หรือการสรุปผล สามารถเขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม ตัวอย่างเช่น นักศึกษาสามารถวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดจากการประกอบระบบไฟจุดระเบิดไม่ถูกต้องได้

2.3.5.2 ความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อ (Physical Skill) วัตถุประสงค์ที่กล่าวถึงความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายแบ่งระดับความยากออกเป็น 3 ระดับ โดยเรียงลำดับจากระดับง่ายไปหายากดังนี้

ก) ระดับเลียนแบบ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อเหมือนรูปแบบที่เคยได้เห็นหรือได้ฟังมาได้อย่างถูกต้อง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงท่าทาง สามารถเขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม เช่น ประกอบ เปลี่ยน ถอด เป็นต้น

ข) ระดับทำด้วยความถูกต้อง เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อที่ได้ฝึกมา โดยอาจเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อก็ได้ แต่อาจจะมีเค้าโครงเดิมอยู่และได้ผลงานที่ถูกต้องสมบูรณ์ จะเขียนวัตถุประสงค์โดยเน้นคำว่า ได้อย่างถูกต้อง

ค) ระดับชำนาญ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อตามที่ได้มีประสบการณ์มา โดยถูกต้องชำนาญเป็นไปโดยอิสระ ซึ่งมีความแตกต่างไปจากรูปแบบเดิมในบางส่วนหรือแตกต่างทั้งหมด จะเขียนวัตถุประสงค์โดยเน้นคำว่า ได้อย่างถูกต้องชำนาญ

2.3.5.3 ความสามารถในการด้านพฤติกรรมการปรับตัว (Interactive Skill) เป็นวัตถุประสงค์ที่กล่าวถึงพฤติกรรมการแสดงออกซึ่งความรู้สึก (Feeling) ต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ แบ่งระดับการแสดงออกเป็น 3 ระดับ โดยเรียงลำดับจากระดับง่ายไปหายากดังนี้

ก) ระดับชั้นยอมรับ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสนใจ ความเอาใจใส่ต่อสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เห็น ได้ทำโดยมีความยินดี มีภาวะจิตใจที่พร้อมจะรับสิ่งเร้า หรือให้ความสนใจต่อสิ่งเร้าที่เกิดขึ้นนั้น

ข) ระดับชั้นตอบสนอง เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความเต็มใจ ความพอใจและสนองตอบ ซึ่งผู้เรียนจะพยายามทำปฏิกิริยาตอบสนองบางอย่างที่เขายอมรับ

ค) ระดับขั้นที่เป็นลักษณะนิสัย เป็นวัตถุประสงค์ที่มีความต้องการให้ผู้เรียนมีพฤติกรรม ในการแสดงออกซึ่งความรู้สึก ความสำนึกในคุณค่าของสิ่งต่างๆด้วยความพอใจ จนกลายเป็นความนิยมชมชอบ เชื่อถือสิ่งนั้นจนเป็นลักษณะนิสัย

ตัวอย่างคำกริยาที่แสดงถึงการกระทำ เพื่อนำไปใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสรุปได้ในตารางที่ 2-1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-1 ตารางแสดงคำกริยาที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

พฤติกรรม	พฤติกรรมการแสดงออก
ความรู้ (Knowledge)	บอก บ่งชี้ นิยาม บรรยาย เลือกรู้ จดจำได้ บอกความหมาย ฯลฯ
ความเข้าใจ (Comprehension)	อธิบาย แปล สรุปความ ตีความ เปรียบเทียบ ฯลฯ
การนำไปใช้ (application)	สาธิต คำนวณ แก้ปัญหา ต่อกว้างจร ประยุกต์ใช้ ฯลฯ
การวิเคราะห์ (Analysis)	จำแนก แยกแยะ ค้นหา ประเมินค่า เปรียบเทียบ แบ่งแยก ฯลฯ
การสังเคราะห์ (Synthesis)	ผสมผสาน สร้าง ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ออกแบบ เชื่อมต่อ ฯลฯ
การประเมินผล (Evaluation)	พิจารณา วิจัย เปรียบเทียบ ตัดสินใจ ลงสรุป ตีคุณค่า ฯลฯ

2.4 การผลิตสื่อประกอบการฝึกอบรม

2.4.1 ความหมายของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

คำว่า สื่อ คือตัวกลางที่จะช่วยนำสารไปยังผู้รับ อาจสรุปได้ว่าเป็นช่องทาง (Channel) ในการนำข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับ (สุรพันธ์, 2538:61)

สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางช่วยนำ และถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอน หรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ (กิดานันท์, 2531:76)

สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม หมายถึงสื่อที่นำมาใช้เป็นตัวกลางช่วยในการส่งข่าวสารจากผู้ส่งไปยังผู้รับหรือระหว่างผู้ให้การฝึกอบรมและผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้สามารถดำเนินการฝึกอบรมจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ (น้อย, 2524:131)

สื่อเทคโนโลยีทางการศึกษาทั้งหลายเป็นสื่อที่ช่วยประสานความรู้ ความสนใจ และกระตุ้นประสาทรับรู้ ตลอดจนถึงความจดจำข้อมูลต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน สื่อเทคโนโลยีทางการศึกษามีผลต่อการเรียนรู้คือ (ประหยัด, 2521:181)

1. สนับสนุนการเรียนรู้
2. เสริมสร้างความเข้าใจได้ง่าย

3. ช่วยในการถ่ายทอดและเชื่อมโยงการฝึกอบรม
4. ช่วยให้เกิดการเสริมแรงหรือผลการเรียนรู้
5. ช่วยเสริมสร้างความคงทนในการจดจำ

กระบวนการสื่อความหมายในการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรม เป็นกระบวนการที่สำคัญ เพราะมุ่งหวังให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม จากการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ประสบการณ์ ความรู้ ความคิด ทักษะ และค่านิยมต่างๆของวิทยากร ไปยังผู้เข้ารับการฝึกอบรม

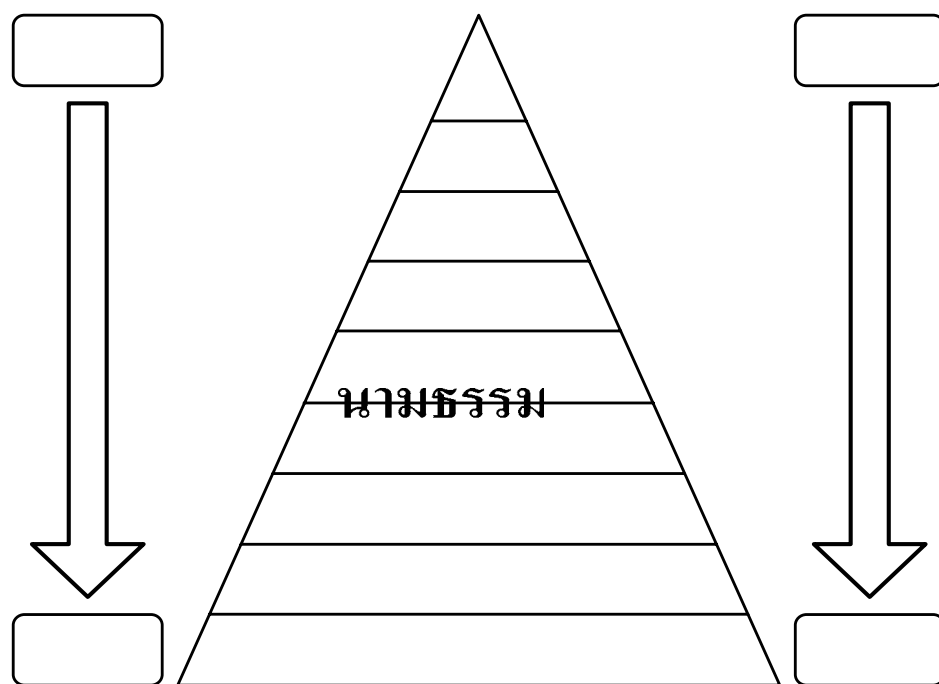
2.4.2 ความสามารถในการรับรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

นักการศึกษาได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ของการเรียนรู้ พบว่าการรับรู้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประสาทสัมผัสของผู้รับรู้เป็นหลัก สรุปได้ดังนี้ (สมคิด, 2539:94)

ตารางที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน	ร้อยละของการรับรู้
การอ่าน	10
การได้ยิน	20
การได้เห็น	30
การได้ยินและการได้เห็น	50
การมีโอกาสได้พูดและแสดงความคิดเห็น	70
การพูดและการปฏิบัติงานจริง	90

ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะเกิดการรับรู้ได้มากที่สุดจากประสบการณ์ตรงและรองลงมาคือ การใช้อุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตัวหนังสือ และคำพูด ตามลำดับ ในเรื่องประสบการณ์การรับรู้ สรุปได้จากภาพที่ 2-2 ดังนี้(เครือวัลย์,2531:209)



ภาพที่ 2-2 แสดงประสบการณ์ในการรับรู้จากน้อยไปมากของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

2.4.3 ประเภทของสื่อประกอบการฝึกอบรม

หมวดความรู้ทางเทคโนโลยีทางการศึกษา ได้จัดแบ่งสื่อประกอบการฝึกอบรมออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ (สมปอง, 2542:35)

2.4.3.1 สื่อประกอบการฝึกอบรมประเภทวัสดุ (Software) หมายถึงสื่อประกอบการฝึกอบรมที่มีลักษณะเป็นตัวอุ่มหรือตัวเก็บความรู้ แบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

ก) วัสดุที่สามารถให้หรือถ่ายทอดความรู้ได้ในตัวเอง เช่นแผนที่ ลูกโลก รูปภาพ แผนภูมิ แผนสถิติ แผ่นภาพ ของจริง ของจำลอง

ข) วัสดุประเภทที่ให้หรือถ่ายทอดความรู้ไม่ได้ในตัวเอง ต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ ประกอบ เช่นแผ่นเสียง ม้วนเทป फिल्मภาพยนตร์ แผ่นโปร่งใส ภาพสไลด์ แผ่นซีดี โปรแกรม สื่อประกอบการฝึกอบรมแบบการนำเสนอด้วยโปรแกรมนำเสนอ(Presentation) เป็นต้น

2.4.3.2 สื่อประกอบการฝึกอบรมประเภทอุปกรณ์(Hardware) หมายถึงสิ่งที่ เป็นสื่อกลางส่งผ่านหรือตัวช่วยให้ข้อมูลความรู้ จากส่วนที่อยู่ภายในสื่อวัสดุ แล้วสามารถถ่ายทอดความรู้จนเกิดการเรียนรู้ได้ เช่นเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ(Overhead projector) เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องฉายภาพแอลซีดี (LCD Projector) เป็นต้น

คำ
พูด
รูป
ตัวหนังสือ
วิทยุเทป
ภาพนิ่ง

ภาพยนตร์

โทรทัศน์รายการ

นิทรรศการ

การดูงาน

สาธิต

ประสบการณ์

2.4.3.3 สื่อประกอบการฝึกอบรมประเภทเทคนิคและวิธีการ (Techniques and Method) หมายถึง สื่อประกอบการฝึกอบรมที่มีลักษณะเป็นแนวคิด หรือเป็นรูปแบบขั้นตอนในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นสื่อที่ไม่มีลักษณะเป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ แต่ถ้การเรียนการสอนมีขั้นตอนหรือเทคนิค วิธีการสอนที่ยู่ขากนั้น อาจใช้สื่อวัสดุหรืออุปกรณ์เหล่านั้นเข้าช่วยในการดำเนินการฝึกอบรม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความเข้าใจรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการเรียนมากขึ้น เช่น การสอนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ การสอนแบบสาธิต เป็นต้น

สื่อที่ใช้ประกอบการฝึกอบรมจะเป็นการสร้างหรือนำอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์มาช่วยในการดำเนินการฝึกอบรมนั้นเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาการฝึกอบรมได้มากที่สุด ดังนั้นอุปกรณ์การฝึกอบรมหรือสื่อทัศนูปกรณ์ที่ต้องใช้ควรเลือกให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับอุปกรณ์การฝึกอบรมสามารถแบ่งได้ดังนี้

- ก) วัสดุกราฟิก เช่น แผนภูมิ รูปภาพ ตัวอักษร กระดานดำ ฯลฯ
- ข) หุ่นจำลอง เช่น หุ่นคน สัตว์ เครื่องจักรจำลอง อาคารจำลอง ฯลฯ
- ค) เครื่องเสียง เช่น วิทยุ เครื่องเล่นเทป เครื่องขยายเสียง ฯลฯ
- ง) เครื่องฉาย เช่น เครื่องฉายข้ามศีรษะ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายแอลซีดี โพรเจกเตอร์ ฯลฯ
- จ) ของจริง เป็นของจริงที่ใช้อยู่เป็นปกติ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ เครื่องจักร ฯลฯ
- ฉ) เอกสารประกอบการฝึกอบรม เช่น คู่มือ เอกสารการฝึกอบรม ตำรา ฯลฯ

2.4.4 หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม

โดยทั่วไปนักการศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ไม่มีสื่อประกอบการฝึกอบรมประเภทใดประเภทหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดสำหรับการฝึกอบรมทุกประเภท แต่นักการศึกษาได้ให้ข้อคิดในการเลือกสื่อประกอบการฝึกอบรมที่เหมาะสมไว้โดยพิจารณาจากองค์ประกอบต่างๆ 5 ประเด็นคือ

2.4.4.1 จุดมุ่งหมายของการฝึกอบรม การเลือกสื่อประกอบการฝึกอบรมจะต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการฝึกอบรม ในด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านเจตพิสัย ซึ่งเป็นลักษณะของความคาดหวังกับผลที่จะเกิดขึ้นจากการรับรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

2.4.4.2 ลักษณะของเนื้อหาวิชาที่ฝึกอบรม เนื้อหาวิชาที่จัดฝึกอบรมมีหลายลักษณะ แต่ละลักษณะของเนื้อหาวิชาอาจใช้สื่อประกอบการฝึกอบรมที่เหมาะสมได้หลายอย่าง ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาความเหมาะสมและวิเคราะห์องค์ประกอบอื่นๆด้วยเช่น ทักษะการเคลื่อนไหว แนวคิด

ในทางทฤษฎี สภาพแวดล้อม ลำดับขั้นตอนที่นำมาใช้ ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม สถานที่ ความยืดหยุ่น เป็นต้น

2.4.4.3 วิธีการของครูหรือวิทยากรที่ใช้สอนหรือการฝึกอบรม วิธีการฝึกอบรมมีอยู่หลายรูปแบบ วิทยากรอาจสอนแบบบรรยายคนเดียวหรือให้ผู้มีประสบการณ์ร่วมทำการบรรยายด้วย หรือให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมศึกษาข้อมูลจากเอกสารแล้ววิทยากรสาธิตให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติตาม การเลือกใช้สื่อจึงต้องให้เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีการสอนหรือการฝึกอบรม

2.4.4.4 ประสบการณ์เดิมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม วิทยากรต้องทราบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องทำอะไร ควรใช้กรรมวิธีใดเพื่อจัดประสบการณ์ที่นำไปสู่การเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น การคิดต้องใช้ตำราประกอบการเรียนรู้ การเดินทางต้องใช้แผนที่ประกอบการเรียนรู้ การสังเกตและการเฝ้าดูต้องใช้การกระทำจากของจริง เป็นต้น

2.4.4.5 วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือและสิ่งอำนวยความสะดวก ควรพิจารณาจากสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ เช่น มีห้องปฏิบัติการ ห้องสมุด โรงฝึกงาน ศูนย์การเรียนรู้แบบอิเล็กทรอนิกส์

อย่างไรก็ตาม สื่อประกอบการฝึกอบรมที่เลือกมาใช้นั้น ควรคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆ ด้วย คือ วิทยากรต้องมีความเข้าใจในการนำสื่อวัสดุและอุปกรณ์ มาใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พร้อมทั้งใช้เทคนิคในการผลิตสื่อที่ดีก็จะสามารถกระตุ้นให้เกิดความสนใจได้ดียิ่งขึ้น วิทยากรควรเลือกสื่อที่หาง่าย ราคาถูก แต่มีประโยชน์และประสิทธิภาพสูงในการนำไปใช้งาน สำหรับผู้รับการฝึกอบรมต้องพิจารณาถึงวัย ระดับชั้น อายุ ประสบการณ์ ระดับความสนใจกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการฝึกอบรม ควรส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จากการใช้สื่อวัสดุและอุปกรณ์นั้นด้วย

2.4.5 การวางแผนการใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม

การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรมอย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้การฝึกอบรมเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ประกอบด้วยขั้นตอนการวางแผนได้ดังนี้

2.4.5.1 ขั้นตอนการวางแผน หมายถึงภารกิจที่ต้องทำก่อนคือการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ และกำหนดขอบเขตของการเรียนรู้ หลังจากนั้นพิจารณาว่าจะนำสื่อชนิดใดไปใช้ในส่วนใดของเนื้อหา เช่น การอบรมในส่วนของเราความสนใจ การนำเข้าสู่บทเรียน การดำเนินการฝึกอบรม การกระทำและฝึกปฏิบัติ การทบทวนและสรุปการฝึกอบรม เป็นต้น วิทยากรควรพิจารณาระดับความสามารถในการรับรู้ สติปัญญา ประสบการณ์เดิมและทัศนคติ แล้วนำมาวิเคราะห์ความเหมาะสมของสื่อที่นำมาใช้ ควรมีการศึกษาทดลองการใช้สื่อประกอบการฝึกอบรมนั้นก่อนการนำไปใช้งานจริง เพื่อความถูกต้องและรวดเร็วในการนำเสนอสื่อประกอบการฝึกอบรม

2.4.5.2 ขั้นตอนการดำเนินการใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม วิทยากรควรใช้สื่อในขณะดำเนินการฝึกอบรม จึงมีสิ่งที่ควรพิจารณาปฏิบัติดังนี้

ก) ก่อนการนำสื่อไปใช้ประกอบการฝึกอบรม วิทยากรควรมีการบรรยายให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทราบถึง จุดมุ่งหมายและประเด็นสำคัญที่จะได้รับจากสื่อประกอบการฝึกอบรมนั้นเสียก่อน

ข) วิทยากรต้องระมัดระวังเกี่ยวกับขบวนการนำเสนอเนื้อหาจากสื่อประกอบการฝึกอบรม ไม่ให้มีการนำเสนอเร็วเกินไปหรือช้าเกินไป หรือมีรายละเอียดน้อยเกินไป

ค) วิทยากรควรใช้สื่อประกอบการฝึกอบรมในช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการนำสื่อมาใช้ แต่ถ้ายังไม่ถึงช่วงเวลาที่เหมาะสมควรปิดหรือเก็บสื่อนั้นเอาไว้ก่อน เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดสิ่งเร้าความสนใจในการฝึกอบรมมากขึ้น

2.4.5.3 ขั้นตอนการประเมินผลสื่อ ในการประเมินผลการใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม ควรมีขั้นตอนในการประเมินผล 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก) การประเมินผลการวางแผนใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม เพื่อเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ใช้สำหรับการวางแผนการฝึกอบรมในครั้งต่อไป โดยพิจารณาว่าขั้นตอนใดไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ขั้นตอนใดใช้สื่อไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือสถานการณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม

ข) การประเมินผลขบวนการใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม เพื่อตรวจสอบดูว่าการใช้สื่อประกอบการฝึกอบรมมีอุปสรรคหรือข้อขัดข้องอย่างไร มีสาเหตุมาจากส่วนใด มีการวางแผนป้องกันไว้ล่วงหน้าหรือไม่ จากนั้นจะนำปัญหาและแนวทางแก้ไข ไปปรับปรุงแผนการฝึกอบรมให้พร้อมใช้ในครั้งต่อไป

ค) การประเมินผลที่ได้จากการใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้ารับการฝึกอบรมโดยตรงว่า เมื่อใช้สื่อประกอบการฝึกอบรมนั้นแล้วสามารถบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้มาน้อยเพียงใด โดยการประเมินอาจใช้วิธีการทดลองให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบหรือสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การแสดงออกของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

2.5 การวัดและประเมินผลการฝึกอบรม

2.5.1 ความหมายของการวัดและประเมินผลการฝึกอบรม

คำว่า “การวัด” กับ “การประเมิน” มีความสัมพันธ์กัน แต่มีความหมายแตกต่างกัน

การวัด หมายถึง การกำหนดค่าตัวเลขให้กับสิ่งต่างๆ เพื่อให้เกิดภาพที่เป็นเชิงปริมาณตามมาตรารวดอย่างเป็นระบบ

การประเมิน หมายถึง การตัดสินใจหรือพิจารณาให้คุณค่าของสิ่งที่วัดได้ โดยอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่วัดได้กับเกณฑ์หรือเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

การวัดและการประเมินผลการฝึกอบรม จึงเป็นกระบวนการในการตัดสินใจคุณค่าหรือผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินงานฝึกอบรม เพื่อให้ทราบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมแต่ละคนมีระดับการเรียนรู้ บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขในการฝึกอบรมครั้งต่อไป เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อองค์การมากที่สุด วิธีการที่ใช้วัดและประเมินผลการฝึกอบรมจะนิยมใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อความที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งอาจวัดพฤติกรรมทางด้านสมอง ทางด้านอารมณ์ และด้านความเคลื่อนไหวทางร่างกาย

2.5.2 ประเภทของแบบทดสอบ

แบบทดสอบแบ่งออกได้หลายลักษณะแล้วแต่เกณฑ์ที่ยึดถือ แต่ถ้าแบ่งแบบทดสอบออกตามลักษณะการตรวจสอบสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ (กานดา, 2528:24)

2.5.2.1 แบบอัตนัย หรือแบบเรียงความ (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่ผู้ตอบต้องรวบรวมข้อมูลแล้ว เรียบเรียงจัดระเบียบความคิดในการตอบ แบบทดสอบประเภทนี้เหมาะสำหรับการวัดในด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนนขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจและต้องใช้เวลาในการตรวจมาก

2.5.2.2 แบบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่มีการให้คะแนนแน่นอนเชื่อถือได้และไม่ขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ แบบตอบสั้น (Short Answer) แบบจับคู่ (Matching) แบบถูกผิด (True-False) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

2.5.3 คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดี ควรมีคุณลักษณะสำคัญดังนี้ (ประดับ, 2542:587)

2.5.3.1 ความเที่ยงตรง (Validity) คือ ตัวเลขให้ทราบว่าแบบทดสอบนั้นสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่เพียงใด เป็นคุณลักษณะของแบบทดสอบ ที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้อง ตรงตามความมุ่งหมาย แบ่งได้ดังนี้

- ก) ความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity)
- ข) ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity)
- ค) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)
- ง) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity)

2.5.3.2 ความเชื่อมั่น(Reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของการวัดผล การนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ไม่ว่าจะทดสอบกี่ครั้งก็ตาม คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบจะต้องมีความคงที่แน่นอน คือมีคะแนนเท่าเดิม ค่าความเชื่อมั่นจะอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ให้พิจารณาค่าที่เป็นบวกและควรมีค่ามากกว่า 0.7 (ล้วน, 2538:185)

2.5.3.3 ความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty) คือตัวเลขที่บ่งชี้ระดับความยากง่ายของข้อสอบซึ่งมีค่าเท่ากับสัดส่วนหรือร้อยละของคนที่ตอบคำถามถูกต้อง เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมดในข้อสอบนั้นๆ ข้อสอบที่ดีต้องไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป ข้อสอบโดยทั่วไปควรมีระดับความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80

2.5.3.4 อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) คือตัวเลขที่บ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของข้อสอบในการแยกคนเก่งที่ได้คะแนนสูง ออกจากคนไม่เก่งที่ได้คะแนนต่ำ คือกลุ่มคนเก่งกับกลุ่มคนอ่อน ต้องมีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงจะถือว่าสามารถจำแนกกลุ่มคนเก่งออกจากกลุ่มคนอ่อนได้

2.5.3.5 ความเป็นปรนัย (Objectivity) ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยจะมีคุณสมบัติ 3 ประการ ดังนี้

- ก) มีความแจ่มชัดในคำถาม ผู้สอบอ่านคำถามแล้วเข้าใจตรงกัน ไม่สามารถตีความไปคนละประเด็น เข้าใจคำถามว่าผู้ถามต้องการอะไร
- ข) การตรวจให้คะแนนตรงกัน ไม่ว่าใครเป็นผู้ตรวจย่อมให้คะแนนตรงกัน
- ค) การแปลความหมายคะแนนต้องตรงกัน

2.5.3.6 ความลึกซึ้งของคำถาม (Searching) ลักษณะของข้อสอบที่ดีต้องไม่ถามเฉพาะความรู้สึกหรือความจำเท่านั้น ควรมีคำถามให้นักเรียนรู้จักคิดหาเหตุผลในการค้นหาคำตอบ และควรวัดสมรรถภาพที่สูงขึ้นไป เช่น การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า

2.5.3.7 คำถามที่มีลักษณะยั่วๆ (Exemplary) ข้อสอบที่มีความท้าทายให้นักเรียนอยากทำ ไม่ง่ายและยาวเกินไป ไม่ถามซ้ำซากจนน่าเบื่อหน่าย ตลอดจนการเรียงข้อสอบจากง่ายไปหายาก เพราะจะช่วยยั่วให้นักเรียนอยากทำข้อสอบมากขึ้น

2.5.3.8 ความยุติธรรม (Fairness) แบบทดสอบที่ดีจะต้องให้ความเสมอภาคกัน ไม่เปิดโอกาสให้ผู้สอบได้เปรียบเสียเปรียบกัน ไม่ลำเอียงเข้ากับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่นการออกข้อสอบให้ตรงกับกรค้นคว้าทำรายงานของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ทำให้คนอื่นเกิดความเสียเปรียบ

2.5.3.9 มีลักษณะเฉพาะ (Specificity) ผู้สอบที่สามารถตอบข้อสอบได้ถูกต้อง ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ มิใช่สามัญสำนึกก็สามารถตอบข้อสอบได้

2.5.3.10 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพ จะให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด โดยใช้เวลา แรงงานและเงินน้อยที่สุด (กานดา, 2528:47)

2.5.4 การเลือกชนิดแบบทดสอบ จะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

2.5.4.1 จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม ถ้าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีจำนวนไม่มาก จำนวนประมาณ 25-30 คน อาจจะใช้ข้อสอบอัตนัยก็ได้

2.5.4.2 ความมุ่งหมายของการทดสอบ เราจะต้องพิจารณาว่าเราจะวัดอะไร นี่คือการมุ่งหมายของการทดสอบ ถ้าต้องการวัดความสามารถในการแสดงความคิดเห็นก็ให้ใช้ข้อสอบแบบเรียงความ ถ้าต้องการจะวัดความเข้าใจ การตีความ การแปลความหมาย หรือต้องการคัดเลือคนักวิชาการเข้าทำงาน คัดเลือกนักศึกษาควรใช้ข้อสอบแบบปรนัย เป็นต้น

2.5.4.3 เวลาสำหรับผู้ออกและตรวจข้อสอบ ผู้ออกและตรวจข้อสอบมักจะเป็นคนๆ เดียวกัน จึงต้องพิจารณาว่ามีช่วงเวลาก่อนสอบหรือหลังสอบช่วงใดมากกว่ากัน เช่น การสร้างข้อสอบแบบปรนัยต้องใช้เวลามากในช่วงก่อนสอบแต่ใช้เวลาน้อยในการตรวจข้อสอบ เป็นต้น

2.5.4.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำแบบทดสอบ ได้แก่ เครื่องพิมพ์ เครื่องอัดสำเนา กระดาษ เครื่องใช้อื่นๆ ตลอดจนพนักงานพิมพ์เอกสาร ถ้าสิ่งเหล่านี้พร้อมแล้วการดำเนินงานสร้างแบบทดสอบปรนัยก็จะไม่ต้องใช้เวลามาก แต่ถ้าไม่พร้อมก็ควรจะออกแบบทดสอบแบบเรียงความ

2.5.4.5 ความชำนาญของผู้ออกแบบทดสอบ เนื่องจากวิทยากรแต่ละท่าน มีความชำนาญในการออกแบบทดสอบที่ต่างกัน

2.5.4.6 การวิเคราะห์แบบทดสอบ ถ้าต้องการวิเคราะห์แบบทดสอบ ก็ควรเลือกแบบปรนัย เพราะสามารถวิเคราะห์โดยใช้หลักวิธีทางวิทยาศาสตร์ได้

2.5.5 การสร้างแบบทดสอบความก้าวหน้าของการฝึกอบรม

การวัดความก้าวหน้าในการเรียน เป็นการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมว่าได้ผลการเรียนตามเกณฑ์วัตถุประสงค์การสอนที่ระบุไว้มากน้อยเพียงใด การวัดจะกระทำระหว่างหรือหลังการฝึกอบรมในแต่ละหัวข้อ (Topic) ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลความก้าวหน้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอาจพิจารณาดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ (ฟิลิฐ และ ชีรพล, 2529:187)

2.5.5.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน โดยคำนึงถึงระดับของวัตถุประสงค์และการแสดงออกถึงพฤติกรรมว่าเหมาะสมกับด้านใด

2.5.5.2 เลือกประเภทและชนิดของแบบทดสอบที่เหมาะสม กล่าวคือแบบทดสอบนั้นต้องวัดความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้จริง ในการเลือกประเภทของแบบทดสอบก็ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถที่ต้องการวัด เนื้อหาวิชา จำนวนวัตถุประสงค์ เวลาในการฝึกอบรม และทดสอบ

2.5.5.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลทางการเรียนตามวัตถุประสงค์การสอน กระทำโดยการสร้างข้อคำถามจากการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย เหมาะกับระดับความรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม และควรคำนึงถึงความเป็นปรนัยและระดับความยากง่ายของข้อสอบ

2.5.5.4 ตรวจสอบแบบทดสอบข้อคำถามของข้อสอบอีกครั้งหนึ่งว่า สมบูรณ์เรียบร้อยหรือไม่ แบบทดสอบที่ดีจะต้องมีคำถามที่ชัดเจนแน่นอน อ่านแล้วตีความหมายได้ง่ายกว่าคำถามที่มุ่งให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมบอกลักษณะการปฏิบัติงาน คำตอบต้องมีความเด่นชัด

2.5.6 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรม

เมื่อจบการฝึกอบรมในแต่ละรายวิชาแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบหรือวัดผล การเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากน้อยเพียงใด แบบทดสอบที่ดีและมีประสิทธิภาพเท่านั้นที่จะวัดผลสัมฤทธิ์ได้เที่ยงตรง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้ (สุราษฎร์, 2530:95-101)

2.5.6.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนทั้งหมดของการฝึกอบรม การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การฝึกอบรมเพื่อตรวจสอบดูว่า วัตถุประสงค์การสอนแต่ละข้อเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีพฤติกรรมอยู่ในระดับใด มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนเพียงใด ในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนควรพิจารณาในรูปแบบดังนี้

ก) ระดับความสามารถทางสติปัญญา ตามวัตถุประสงค์การฝึกอบรม

R = วัตถุประสงค์ระดับ Recalled Knowledge

A = วัตถุประสงค์ระดับ Applied Knowledge

T = วัตถุประสงค์ระดับ Transferred Knowledge

ข) ระดับความสำคัญของวัตถุประสงค์การฝึกอบรม

X = วัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญมากในการเรียนวิชานี้หรือวิชาอื่นๆที่จะเรียนต่อไปจนจบการทำงานในวันข้างหน้า

I = วัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญในการเรียนรู้ โดยช่วยให้การเรียนรู้เรื่องนั้นๆ มีความลึกซึ้งของเนื้อหาและสะดวกรวดเร็วในการทำความเข้าใจมากขึ้น

O = วัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญน้อย เป็นแต่เพียงการช่วยแนะนำถึงเรื่องราวของสิ่งที่เรียนบางส่วนให้รวดเร็วเท่านั้น

ค) ระดับคะแนนหรือน้ำหนักแทนความสำคัญของวัตถุประสงค์การฝึกอบรม

3 คือ วัตถุประสงค์การฝึกอบรมที่มีความสำคัญในระดับ X

2 คือ วัตถุประสงค์การฝึกอบรมที่มีความสำคัญในระดับ I

1 คือ วัตถุประสงค์การฝึกอบรมที่มีความสำคัญในระดับ O

2.5.6.2 สร้างตารางวิเคราะห์ออกข้อสอบ (Test blueprint) ตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบ เป็นแผนผังสำหรับวิทยากรใช้พิจารณาถึงความเหมาะสมในการออกข้อสอบ วัตถุประสงค์ต่างๆ ของแต่ละหัวข้อเรื่อง ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก) เนื้อหา ได้แก่ หัวข้อเรื่องและวัตถุประสงค์การฝึกอบรมต่างๆ ที่ระบุไว้ในแต่ละหัวข้อเรื่อง

ข) รายการความสามารถทางสติปัญญา (intellectual skill) ระดับต่างๆ ของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมในแต่ละหัวข้อที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ค) จำนวนข้อสอบ ซึ่งเป็นการวัดพฤติกรรมตามระดับและจำนวนวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

2.5.6.3 การสร้างปัญหาหรือคำถาม

ก) การเขียนคำถามให้สมบูรณ์ โดยใช้คำที่แสดงลักษณะคำถามมาประกอบ เช่น คำว่าอะไร เพราะเหตุใด เมื่อไร ฯลฯ

ข) หากการเขียนแบบทดสอบเป็นแบบเอาตัวเลือกมาตอบ จะต้องอ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย ได้ความหมายที่สมบูรณ์

ค) ต้องถามคำถามให้ตรงจุดและชัดเจน ถ้าได้อ่านคำถามแล้วสามารถเข้าใจได้ทันทีว่า วิทยากรมุ่งถามคำถามในเรื่องใด ไม่ต้องการทวนคำถามอีก

ง) อย่าใช้คำถามปฏิเสธ เพราะคำถามนั้นจะตีความได้ยาก

จ) หลีกเลี่ยงการใช้คำที่อาจแนะนำคำตอบ เป็นคั่นว่าคำหรือข้อความที่เป็นคำตอบมีอยู่ร่วมกับประโยคคำถามด้วย ซึ่งทำให้ผู้สอบหาคำตอบได้ง่าย หรืออาจตอบถูกโดยไม่ได้ใช้ความรู้ความคิดในวิชาเรียนนั้นๆเลย

ฉ) ควรใช้คำถามที่สั้น กระชับและได้ใจความที่สำคัญ

2.5.6.4 การสร้างตัวเลือก

ก) เขียนตัวเลือกให้เป็นกลุ่มเดียวกัน หมายความว่า ตัวเลือกทั้งหมดที่จะสร้างขึ้นต้องมีขอบข่ายอยู่ในประเภทหรือกลุ่มเดียวกัน หรือมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

- ข) ตัวเลือกควรสั้น ชัดเจน ประหยัดคำ อ่านได้ใจความสมบูรณ์
- ค) ตัวเลือกทุกตัวจะต้องเป็นอิสระต่อกัน ถูกหรือผิดแยกกันเด็ดขาดโดยไม่คลุมเครือ และจะต้องไม่แตกต่างกันจนเกินไป
- ง) ตัวเลือกทุกตัวต้องใช้ประโยชน์ได้ มีคุณค่าในการจูงใจให้ผู้สอบได้เลือกคำตอบใกล้เคียงกัน
- จ) ควรให้ตัวเลือกทุกตัวยาวเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน เพราะตัวเลือกที่ยาวหรือสั้นที่สุด อาจกลายเป็นการแนะนำคำตอบให้กับเข้าผู้สอบได้
- ฉ) ควรใช้ตัวเลือกที่ถูกหรือผิดตามหลักวิชาการ แต่ไม่ควรใช้ตัวเลือกที่ถูกหรือผิดตามสามัญนิยม หรือเป็นความถูกต้องตามความคิดของกลุ่มบุคคล
- ช) ไม่ควรให้คำถามหรือตัวเลือกสั้นๆ ไปมีอิทธิพลต่อคำตอบข้อต่อไป เพราะจะทำให้ข้อสอบเหล่านี้นั้นขาดคุณค่าและไม่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้
- ซ) ตัวเลือกตอบในข้อที่ถูกต้องควรจัดวางตำแหน่งให้กระจายในลักษณะกลุ่ม คือให้คำตอบที่ถูกต้องมีการวางตำแหน่งกระจายในข้อ ก. ถึงข้อ ง. หรือข้อ จ. แล้วจัดแบ่งเป็นกลุ่มๆ ไม่ซ้ำกัน อย่าให้ตัวเลือกตอบที่ถูกต้องอยู่ในข้อที่ซ้ำๆ กัน เพราะจะทำให้ผู้สอบเดาคำตอบได้

2.5.7 การประเมินสื่อประกอบการฝึกอบรม

การประเมินสื่อประกอบการฝึกอบรม เป็นการพิจารณาประสิทธิภาพและคุณสมบัติของสื่อการฝึกอบรม อาจทำได้ด้วยการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม การอภิปรายระหว่างจัดฝึกอบรมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกี่ยวกับสื่อที่ใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการประเมิน ทั้งนี้ผู้ประเมินควรมีแบบประเมิน เพื่อเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล แล้วนำไปวิเคราะห์ผลการประเมินต่อไป ซึ่งอาจมีวิธีการประเมินผลสื่อในรูปแบบอื่นๆ อีกดังนี้

2.5.7.1 การประเมินโดยผู้สอนหรือวิทยากร ผู้สอนที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้ประเมินสื่อ ควรเป็นผู้มีประสบการณ์สอน มีความรู้ความชำนาญในด้านการผลิตหรือการใช้สื่อมาเป็นอย่างดี ผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับสื่อและวิธีการฝึกอบรม ก็อาจจัดเป็นผู้เชี่ยวชาญได้

2.5.7.2 การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จะเป็นผู้ที่มีความชำนาญงานทางด้านสื่อการเรียนการสอนและมีประสบการณ์ทางด้านการประเมินผลสื่อเป็นอย่างดี เช่นอาจารย์สาขาวิชาสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษาในมหาวิทยาลัย หรืออาจารย์สาขาการวัดและการประเมินผล ซึ่งถือได้ว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านสื่อการเรียนการสอนและมีประสบการณ์ในการประเมินสื่อด้วย

2.5.7.3 การประเมินโดยคณะกรรมการเฉพาะกิจ เป็นลักษณะของกลุ่มบุคคลที่มีการแต่งตั้งขึ้นเพื่อประเมินคุณลักษณะ ประสิทธิภาพการใช้ และด้านอื่นๆ ของสื่อประกอบการฝึกอบรม

2.5.7.4 การประเมินโดยผู้เข้ารับการฝึกอบรม ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นผู้รับรู้สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม ดังนั้นการให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มีโอกาสประเมินสื่อ จะช่วยให้ได้ข้อคิดในการปรับปรุงสื่ออย่างเหมาะสมกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งการประเมินควรจัดทำขึ้นทันทีเมื่อใช้สื่อแล้ว และให้ประเมินเฉพาะตัวสื่อ ไม่รวมเอาวิธีการสอนของวิทยากรเข้าไปเกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม การประเมินสื่อโดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมอาจมีปัญหาอยู่บ้างในแง่ของผู้เรียนซึ่งอาจมีประสบการณ์น้อย วิทยากรควรชี้แจงหลักเกณฑ์หรือหัวข้อการประเมินให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เข้าใจก่อนที่จะทำการประเมิน

2.5.7.5 การประเมินประสิทธิภาพของสื่อ สื่อที่จะต้องได้รับการประเมินประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นสื่อที่ผลิตขึ้นตามหลักการของการสอนแบบโปรแกรม เช่นบทเรียน โปรแกรมชุดการสอน โมดูลและ โสตทัศนูปกรณ์โปรแกรม เป็นต้น การประเมินสื่อโดยวิธีนี้จะคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของสื่อการฝึกอบรม และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ภายหลังจากการใช้สื่อนั้นแล้ว สำหรับวิธีการประเมินประสิทธิภาพของสื่อจะทำได้ 2 วิธีดังนี้ (ไชยยศ, 2526:127)

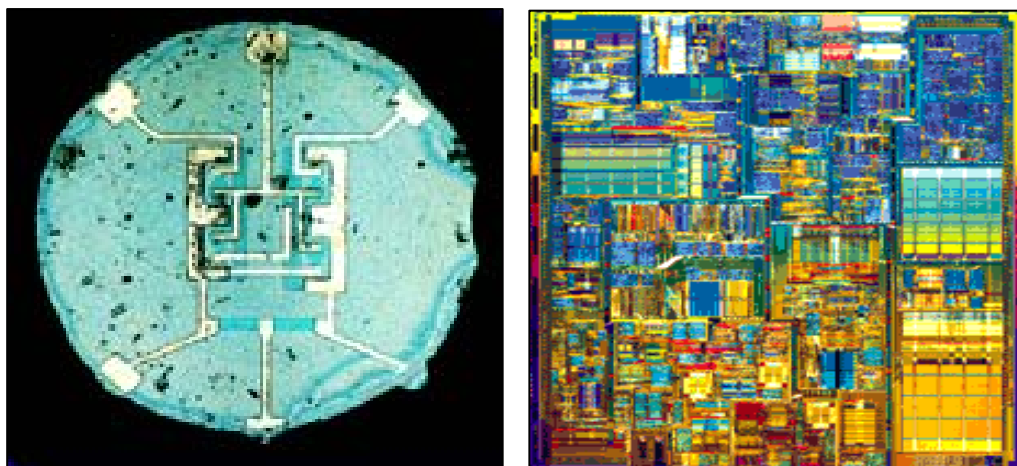
ก) การประเมินประสิทธิภาพของสื่อโดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐาน เช่นการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมโดยอาศัยเกณฑ์ 80/80 (80/80 Standard) โดย 80 ตัวแรก หมายถึงคะแนนรวมของผลการสอบจากเข้ารับการฝึกอบรมที่ตอบถูกโดยนำไปรวมกันแล้วคิดเป็นร้อยละและต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 สำหรับ 80 ตัวหลัง หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อมีผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำถูกไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ถ้าข้อใดผู้เรียนทำได้ต่ำกว่าร้อยละ 80 ต้องปรับปรุงบทเรียนโปรแกรมนั้น แล้วทำการทดสอบซ้ำอีกจนกว่าจะได้คะแนนถึงเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ข) การประเมินประสิทธิภาพของสื่อที่ไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินโดยการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ภายหลังจากที่ได้เรียนจากสื่อนั้นแล้ว (Post-test) สูงกว่าผลการสอบก่อนการเรียน (Pre test) อย่างมีนัยสำคัญ หากผลเปรียบเทียบพบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่อมีประสิทธิภาพ

2.6 กลุ่มวงจรรวมดิจิทัลชนิดโปรแกรมได้

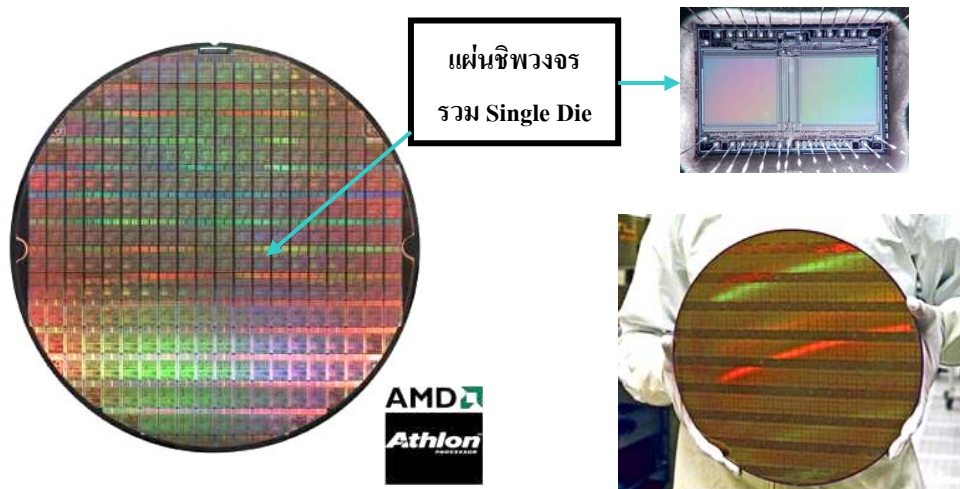
2.6.1 ความหมายของวงจรรวม

นับจากการประดิษฐ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกกันว่า ทรานซิสเตอร์ เมื่อห้าสิบปีที่ผ่านมา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์มากมาย และเมื่อเทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ถูกพัฒนาให้ก้าวหน้าขึ้น จนสามารถสร้างเป็นอุปกรณ์ที่สามารถรวบรวมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด และทรานซิสเตอร์ มาต่อรวมกันเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกจัดวางอยู่บนแผ่นซิลิกอนหรือชิพขนาดจิ๋ว จากนั้นจึงสร้างวัสดุที่เหมาะสมมาคลุมแผ่นซิลิกอนทุกด้านพร้อมทั้งต่อขาสำหรับเป็นสื่อเชื่อมโยงสัญญาณไฟฟ้าออกมาไว้ใช้งาน เราเรียกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวนี้ว่า วงจรรวม (Integrated Circuit) หรือเรียกว่า ไอซี (IC)



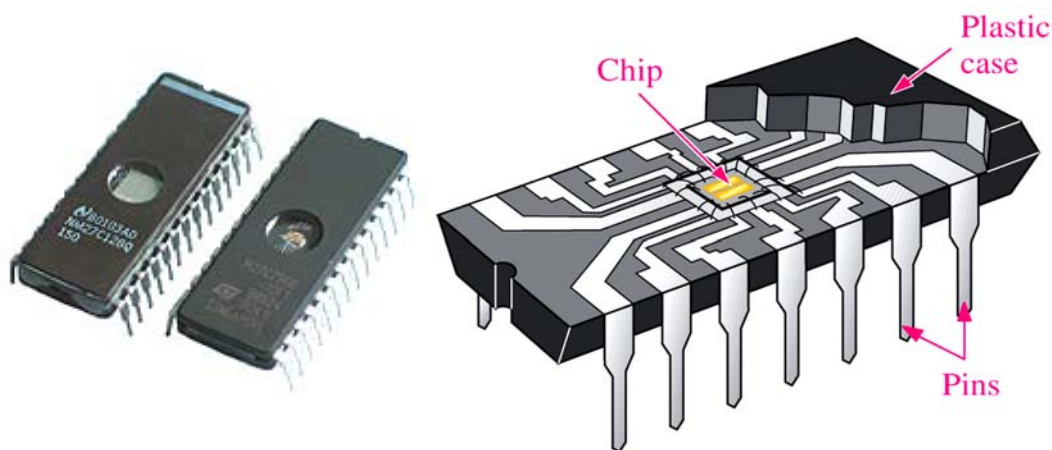
ภาพที่ 2-3 ด้านซ้ายเป็นวงจรรวมตัวแรกของโลกและด้านขวาเป็นวงจรรวม Pentium 4 1.8 GHz

วงจรรวมเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสำเร็จรูป สร้างขึ้นเพื่อให้ทำงานตามหน้าที่เฉพาะด้านและตามคุณสมบัติที่ออกแบบไว้ ภายในประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกสร้างขึ้นวางอยู่บนแผ่นสารกึ่งตัวนำแผ่นเดียว ซึ่งมีขนาดของแผ่นสารกึ่งตัวนำ (ขนาดของวงจรรวม) ใหญ่ไม่เกินกว่า 1-2 ตารางเซนติเมตร หากเป็นวงจรรวมที่ไม่ซับซ้อนอาจมีขนาดเพียงประมาณ 2 ตารางมิลลิเมตรเท่านั้น การที่นำวงจรรวมมาสร้างอยู่บนแผ่นสารกึ่งตัวนำ เปรียบได้กับการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาวางแล้วเดินสายตัวนำเชื่อมต่อวงจรอยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์ (Print Circuit Board : PCB) แต่ในวงจรรวมจะมีขนาดของตัวอุปกรณ์ต่างๆ ที่เล็กมาก ประมาณ 1 ไมครอน (หนึ่งในล้านเมตร) ทำให้สามารถบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้าลงบนแผ่นสารกึ่งตัวนำหรือแผ่นชิพได้จำนวนมาก



ภาพที่ 2-4 แผ่นเวเฟอร์ (Wafer) พร้อมนำไปตัดเป็นแผ่นวงจรรวม (Single Die) ชิ้นเล็ก

กล่าวสรุปได้ว่า วงจรรวม คือ แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ที่สร้างอยู่บนแผ่นรองรับที่เป็นสารกึ่งตัวนำ ภายในประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า ต่อวงจรกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้มีหน้าที่การทำงานตามที่ถูกออกแบบขึ้น และถูกผนึกอยู่ในตัวถังหรือบรรจุภัณฑ์ (Packaging) ที่เหมาะสม โดยมีขั้วต่อสายสัญญาณออกมาภายนอกสำหรับเชื่อมต่อสายสัญญาณที่เป็นนำตัวนำไฟฟ้ากับวงจรประกอบอื่นๆภายนอกตัวถังของวงจรรวมนั้น



ภาพที่ 2-5 โครงสร้างภายในของวงจรรวม ประกอบด้วยชิพ ตัวถัง และขาต่อใช้งาน

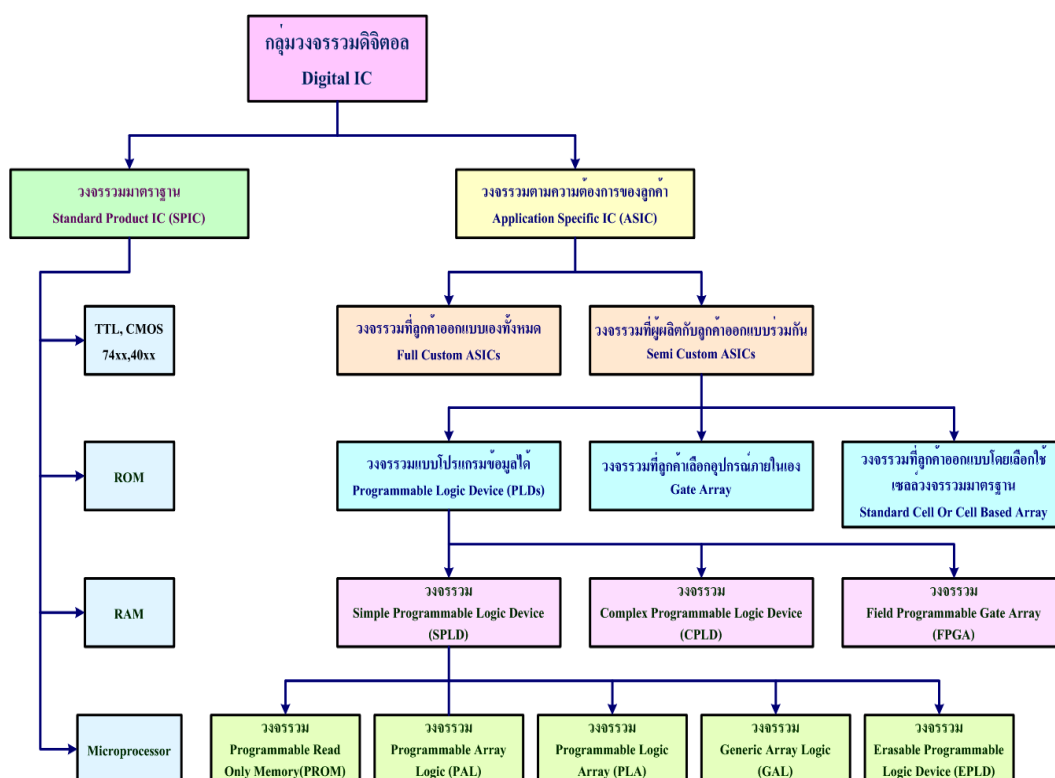
2.6.2 ประเภทของวงจรรวม

2.6.2.1 แบ่งกลุ่มตามรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้าที่นำมาใช้งานในระบบ สามารถแบ่งวงจรรวมออกเป็น 2 กลุ่มหลักๆ โดยพิจารณาจากหน้าที่การทำงานของวงจรรวมในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้า ได้แก่

ก) วงจรรวมเชิงเส้น (Linear Integrated Circuit) หมายถึง วงจรรวมที่มีหน้าที่การทำงานต่างๆเป็นวงจรเชิงเส้น (Linear Circuit) นำไปใช้งานกับสัญญาณที่มีความต่อเนื่องคือสัญญาณอนาล็อกหรือ สัญญาณเชิงเส้น เช่น วงจรขยายสัญญาณเสียง วงจรสร้างสัญญาณไซน์ เป็นต้น

ข) วงจรรวมดิจิทัล (Digital Integrated Circuit) หมายถึง วงจรรวมที่มีหน้าที่การทำงานต่างๆเป็นวงจรดิจิทัล (Digital Circuit) นำไปใช้งานกับสัญญาณที่มีความไม่ต่อเนื่องและเป็นสัญญาณที่มีระดับหรือสถานะห่างจากกัน 2 ระดับ คือ สัญญาณดิจิทัล เช่น วงจรวงจรถลอจิกเกต วงจรฟลิปฟล็อป วงจรบวกเลข วงจรรวมหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นต้น

2.6.2.2 แบ่งกลุ่มตามลักษณะการผลิตของวงจรรวมออกจำหน่าย การผลิตวงจรรวมมีทั้งวงจรรวมที่ผลิตออกมาเป็นวงจรรวมแบบมาตรฐาน (Standard Product IC:SPIC) และวงจรรวมแบบตามความต้องการของลูกค้า (Application Specific IC:ASIC)



ภาพที่ 2-6 แผนผังประเภทของวงจรรวมดิจิทัล

2.6.3 กลุ่มวงจรรวมดิจิทัลชนิดโปรแกรมได้ Programmable Logic Device (PLD) เป็นกลุ่มวงจรรวมที่ทางบริษัทผู้ผลิตวงจรรวม ออกแบบโครงสร้างของวงจรลอจิกเกตและวงจรฟลิปฟล็อป ในแบบต่างๆ ไว้ภายในตัววงจรรวม แล้วผลิตวงจรรวมดิจิทัลที่มีคุณสมบัติเฉพาะนี้ออกจำหน่าย ส่วนผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรดิจิทัลได้อย่างอิสระโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทางบริษัทผู้ผลิตจัดทำขึ้น เมื่อออกแบบวงจรดิจิทัลเป็นระบบดิจิทัลตามที่ต้องการของผู้ใช้งานเรียบร้อยแล้ว สามารถนำข้อมูลการออกแบบไปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมข้อมูลผ่านเครื่องโปรแกรมไปยังตัววงจรรวมดิจิทัล ผลิตวงจรรวมดิจิทัลขึ้นใช้งานได้ทันที ซึ่งจะใช้เวลาไม่นานมาก ถ้านับเวลาจากการออกแบบไปจนถึงการผลิตวงจรรวมดิจิทัลออกมาใช้งานได้จริง จึงเหมาะกับการนำไปใช้พัฒนาสร้างเป็นชิ้นงานต้นแบบหรือผลิตสินค้าที่มียอดขายจำนวนน้อยออกสู่ตลาด สำหรับกลุ่มวงจรรวมดิจิทัลที่นิยมนำมาใช้งานในปัจจุบันมี 2 ชนิดคือวงจรรวมดิจิทัลชนิด CPLD (Complex Programmable Logic Device) และกลุ่มวงจรรวมดิจิทัลชนิด FPGA (Field Programmable Gate Array)

ในปัจจุบันมี FPGA อยู่ 4 ชนิดที่วางขายอยู่ในท้องตลาดได้แก่ Symmetrical Array, Row-Based, Hierarchical PLD และ Sea-of-Gates ซึ่งแต่ละชนิดก็มีลักษณะการเชื่อมต่อภายในและการโปรแกรม ที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้ในการแบ่งประเภทของ FPGA อาจแบ่งได้ตามเทคโนโลยีที่ใช้ในการโปรแกรม ซึ่งมีอยู่ 2 แบบคือ การโปรแกรมโดยการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในตัววงจรรวม และการโปรแกรมโดยใช้หน่วยความจำ

2.6.3.1 การโปรแกรมโดยการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ มี 2 ลักษณะคือ

ก) โครงสร้างภายในเป็นแบบ Fuse เป็นวิธีการโปรแกรมที่สามารถทำได้เพียงครั้งเดียว ซึ่งหลังจากที่โปรแกรมแล้วจุดเชื่อมต่อจะขาดจากกัน

ข) โครงสร้างภายในเป็นแบบ Anti Fuse เป็นวิธีการโปรแกรมที่คล้ายกับแบบ Fuse แตกต่างกันที่หลังจากทำการ โปรแกรม แล้วจุดเชื่อมต่อจะสามารถเชื่อมถึงกันอีกได้ เมื่อทำการลบโปรแกรม หรือล้างโปรแกรมตามวิธีที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้

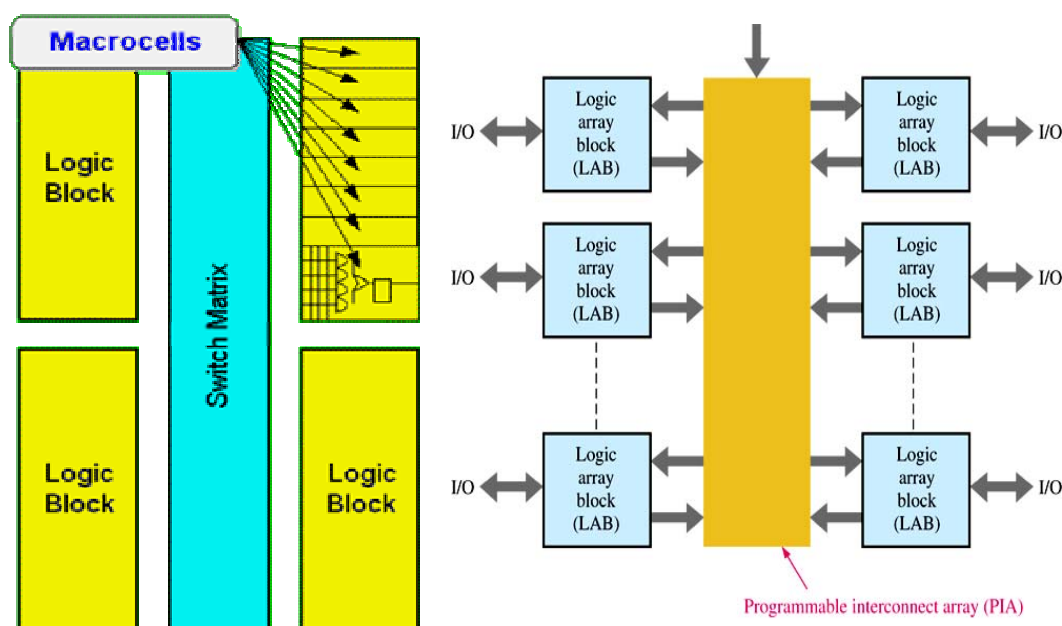
2.6.3.2 การโปรแกรมโดยใช้หน่วยความจำ

ก) หน่วยความจำแบบ EEPROM Based CPLD จะนำไปใช้กับโครงสร้างของวงจรรวมดิจิทัล CPLD ซึ่งใช้เทคโนโลยีในการโปรแกรมที่ใช้เหมือนกับวงจรรวม EEPROM มีความจุของวงจรลอจิกเกตภายในต่ำ โดยทั่วไปจะน้อยกว่า 20,000 เกต แต่ข้อดีของการใช้เทคโนโลยีหน่วยความจำแบบ EEPROM Based คือสามารถเก็บข้อมูลที่โปรแกรมลงไปได้โดยไม่ต้องมีไฟเลี้ยง และในการโปรแกรมจะใช้ทรานซิสเตอร์ 1 ตัวต่อขนาด ความจุข้อมูล 1 บิต แต่มีข้อจำกัดในการโปรแกรมที่สามารถทำได้ประมาณ 10,000 ครั้ง

ข) หน่วยความจำแบบ SRAM Based FPGA จะนำไปใช้กับโครงสร้างของ วงจรรวมดิจิทัล FPGA ซึ่งใช้เทคโนโลยีในการโปรแกรมเหมือนกับวงจรรวม SRAM (Static RAM) ทำให้สามารถโปรแกรมซ้ำได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง นอกจากนี้ยังมีความจุของเกตในระดับปานกลางถึงสูงมาก (ประมาณ 10,000 - 1,000,000 เกต) ซึ่งข้อดีของ SRAM Based FPGA คือ ใช้เวลาในการ โปรแกรมน้อยในระดับนาโนวินาที การโปรแกรมทำได้ง่ายเทียบได้กับการเขียน SRAM ทั่วไป และ เหมาะสำหรับการออกแบบวงจรที่มีความสลับซับซ้อน ส่วนข้อเสียคือไม่สามารถเก็บโปรแกรมในสถานะที่ไม่มีไฟเลี้ยงได้ ดังนั้น FPGA ชนิดนี้จึงมักใช้ควบคู่กับ หน่วยความจำ ROM เพื่อเก็บโปรแกรมข้อมูล และทำการโปรแกรมข้อมูลลงบนตัววงจรรวมดิจิทัล FPGA ใหม่ทุกครั้งในขณะที่ยังเริ่มต้นใช้งาน

2.6.3.3 โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล CPLD และ FPGA

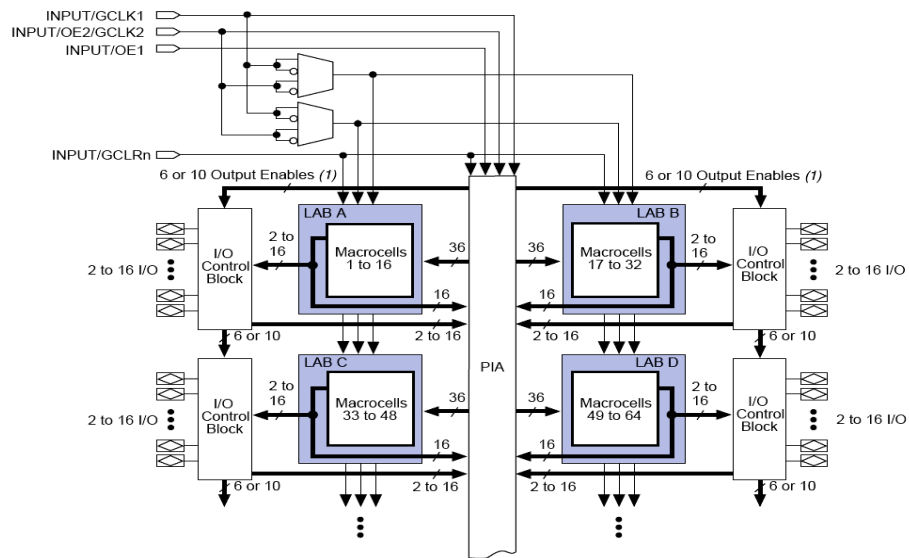
ก) โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล CPLD มีลักษณะการวางวงจรลอจิกภายในเป็นแบบอะเรย์ของบล็อกวงจรลอจิก ดังรูป



ภาพที่ 2-7 โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล CPLD

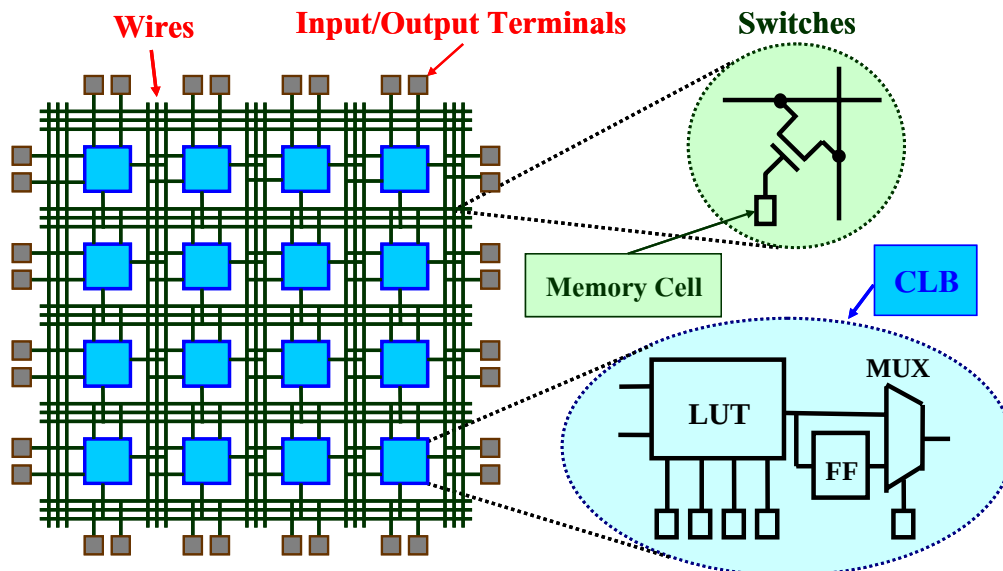
ข) ตัวอย่างวงจรรวมดิจิทัล CPLD รุ่น MAX3000A ของบริษัท ALTERA

Figure 1. MAX 3000A Device Block Diagram



ภาพที่ 2-8 โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล CPLD รุ่น MAX3000A

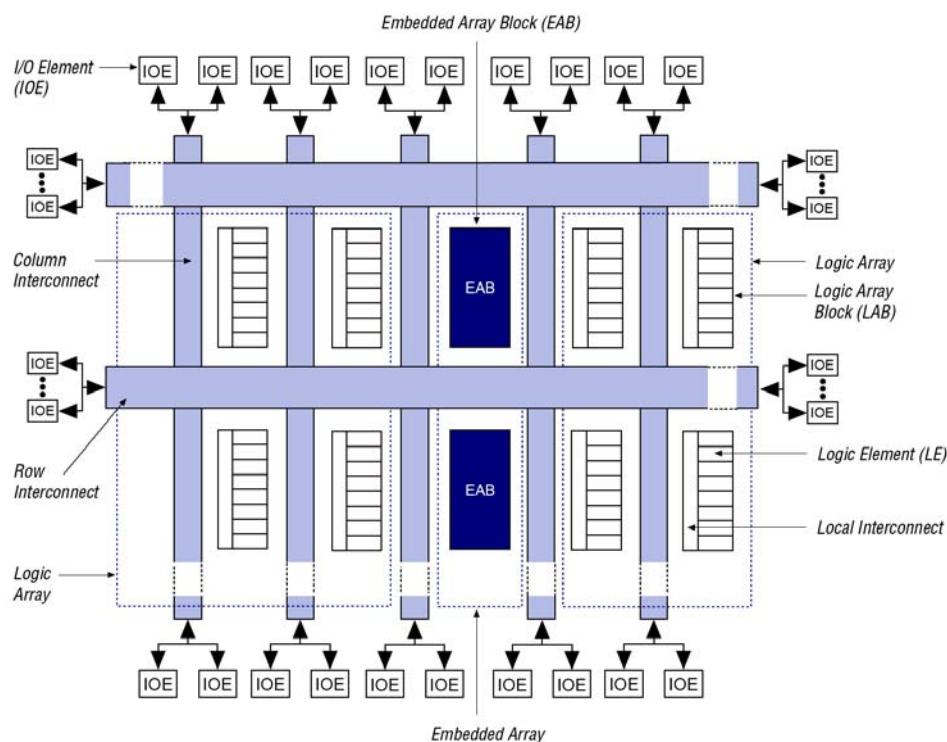
ค) โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล FPGA



ภาพที่ 2-9 โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล FPGA

ง) ตัวอย่างวงจรรวมดิจิทัล FPGA รุ่น FLEX10K ของบริษัท ALTERA

Figure 1. FLEX 10K Device Block Diagram

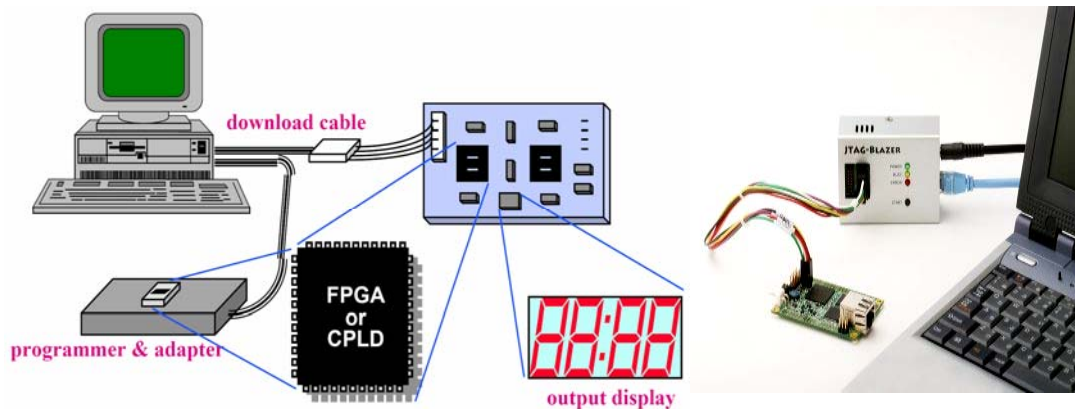


ภาพที่ 2-10 โครงสร้างภายในของวงจรรวมดิจิทัล FPGA รุ่น FLEX10K ของบริษัท ALTERA

2.6.4 การโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัล

วงจรรวมดิจิทัลที่นำมาใช้สำหรับงานออกแบบ เป็นวงจรรวมดิจิทัลชนิด ฟิแอลดี (วงจรรวมโปรแกรมเมเบิลลอจิกดีไวส์: PLD) สามารถส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในตัวของวงจรรวมได้ หรืออาจเรียกว่า การโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวม ในขณะที่โปรแกรมข้อมูลลงไป ข้อมูลที่ส่งเข้าไปจะเป็นการกำหนดเส้นทางของสายสัญญาณทั้งหมดภายในตัววงจรรวมให้เชื่อมต่อกับตัวอุปกรณ์ต่างๆภายในตัววงจรรวมดิจิทัลนั้น สร้างคุณสมบัติภายในตัววงจรรวมให้ได้ตรงตามความต้องการของผู้ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

ดังนั้น เครื่องโปรแกรม จึงมีหน้าที่เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลไปยังตัววงจรรวมดิจิทัล โดยโปรแกรมการออกแบบวงจรรวม จะส่งข้อมูลผ่านจุดเชื่อมต่อสายสัญญาณของเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่งข้อมูลผ่านเครื่องโปรแกรม และเครื่องโปรแกรมจะแปลงข้อมูลให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่เหมาะสมตามมาตรฐานของวงจรรวมดิจิทัลบอร์ดที่ใช้งานนั้น ส่งข้อมูลสัญญาณไฟฟ้า โปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัล สร้างเป็นวงจรรวมตามการออกแบบระบบดิจิทัลต่อไป



ภาพที่ 2-11 การต่อเครื่องโปรแกรมเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์และบอร์ดทดลอง CPLD-FPGA

2.6.5 กลุ่มบริษัทผู้ผลิตวงจรรวมดิจิทัลที่สำคัญได้แก่บริษัท Lattice, Cypress, AMD, Altera, Xilinx เป็นต้น



ภาพที่ 2-12 กลุ่มบริษัทผู้ผลิตวงจรรวมดิจิทัลชนิดโปรแกรมได้

2.6.6 โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลของแต่ละบริษัท

โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบส่วนใหญ่สร้างขึ้นจากบริษัทผู้ผลิตวงจรรวมดิจิทัล เพื่อให้ลูกค้าที่ใช้งานวงจรรวมดิจิทัลของบริษัท สามารถออกแบบวงจรรวมดิจิทัลได้ตามที่ต้องการ

ตารางที่ 2-3 รายชื่อโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

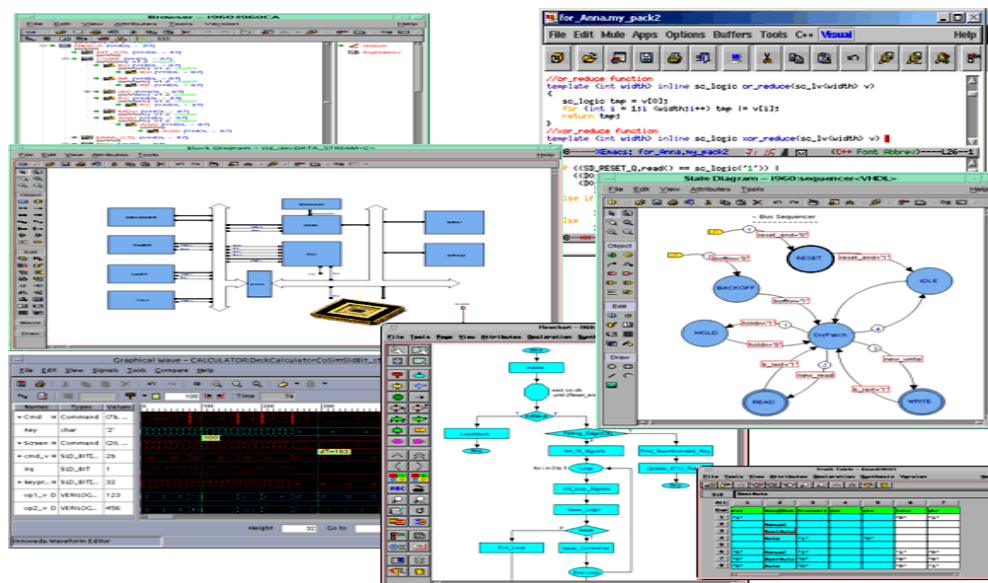
ซอฟต์แวร์	คุณลักษณะ
ModelSim SE	โปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรบน PC จากบริษัท Mentor Graphics
FPGA Advantage	โปรแกรมช่วยออกแบบ FPGA คุณภาพสูงบน PC จากบริษัท Mentor Graphics
Leonardo Spectrum	โปรแกรมช่วยสังเคราะห์วงจร FPGA คุณภาพสูงบน PC จากบริษัท Mentor Graphics
Xilinx ISE Foundation 5.2i	โปรแกรมช่วยออกแบบ CPLD/FPGA คุณภาพสูงบน PC และ Sun จากบริษัท Xilinx
Quartus 2/Max Plus II	โปรแกรมช่วยออกแบบ CPLD/FPGA คุณภาพสูงบน PC จากบริษัท Altera
NC-Sim mixed language simulator REL LDV 3.3	โปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรที่ใช้กับภาษาพรรณนาฮาร์ดแวร์ได้ทั้ง VHDL และ Verilog และใช้กับวงจรได้ทั้ง analog และ digital โปรแกรมนี้ใช้ขั้นตอนวิธี Native-Compiled ซึ่งทำ simulation ได้รวดเร็วมาก มี debugger ที่ดีช่วยให้ค้นพบจุดบกพร่องในโปรแกรมได้ง่าย เหมาะสำหรับการออกแบบ SoC
Virtuoso schematic composer IC 4.46	โปรแกรมสร้างและแก้ไขแผนภาพเค้าร่าง (schematic) ของวงจรแบบกราฟิก รองรับการออกแบบวงจร mixed-signal ได้อย่างดี รองรับการออกแบบเป็นทีม
Ambit BuildGates synthesis SPR	โปรแกรมสังเคราะห์วงจรจากภาษาพรรณนาฮาร์ดแวร์ระดับ RTL ที่สังเคราะห์วงจรดิจิทัลขนาดใหญ่กว่าหลายล้านเกต ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง รองรับการออกแบบให้ทดสอบได้ (DFT) มี Datapath Synthesis Option ที่ช่วยทำให้ datapath logic เหมาะที่สุด มี Low Power Synthesis Option ช่วยให้อายุการใช้งานน้อย
Silicon Ensemble PKS optimization place-and-route DSM SE 5.4	โปรแกรมจัดวางและเชื่อมโยง สำหรับการออกแบบวงจรแบบ semi-custom ที่ใช้ standard cell เป็นพื้นฐาน สามารถทำงานร่วมกับ Ambit BuildGates ได้เป็นอย่างดี ทำให้ได้กระบวนการสังเคราะห์ จัดวางและเชื่อมโยง (P&R) ที่เป็นเอกภาพ
Cadence Analog Design Environment IC 4.46	โปรแกรมจัดสภาพแวดล้อมสำหรับออกแบบวงจร analog และ RF แบบ full-custom จากส่วนหน้าไปส่วนหลัง Analog Design Environment รวมเอาโปรแกรมเครื่องมือช่วยออกแบบที่จำเป็นทุกตัวมาไว้ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน รวมทั้ง post-processing tool สำหรับการวิเคราะห์ผล และ scripting language สำหรับ non-graphical environment
Spectre circuit simulator IC 4.46	โปรแกรมจำลองการทำงานของวงจร analog ซึ่งให้ความถูกต้อง (accuracy) ความถี่เข้า (convergence) และ สมรรถนะที่ดีกว่าด้วยการประมวลผล และแสดงผลล่วงหน้า รองรับการใช้ภาษา Verilog-A สำหรับการจำลองเชิงพฤติกรรม

ตารางที่ 2-3 รายชื่อโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล (ต่อ)

SPECTRE RF SIMULATION OPTION IC 4.46	ตัวเลือกเสริมโปรแกรม SPECTRE สำหรับจำลองการทำงานของวงจร RF สามารถทำ FULL-CHIP SIMULATION ได้อย่างรวดเร็วเหมาะสำหรับวงจรเพื่อการสื่อสารแบบไร้สายที่นำสมัย สามารถทำนายผลทั้งใน FREQUENCY DOMAIN และ TIME DOMAIN ได้อย่างรวดเร็ว รองรับการออกแบบแบบ TOP-DOWN รองรับภาษา VERILOG-A และรองรับการวิเคราะห์แบบ MONTE CARLO
Cadence analog HSPICE interface option IC	ส่วนต่อประสานกับ Analog Design Environment ที่รองรับการใช้ภาษา HSPICE เพื่อการจำลองการทำงานของวงจร
Diva physical verification and extractor suite IC	โปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องระดับกายภาพ (DRC, ERC, LVS) สำหรับผังวงจร analog และผังวงจรแบบ full-custom ที่ติดต่อได้ตอบกับผู้ใช้แบบ interactive โปรแกรมนี้ทำงานร่วมกับ Virtuoso และ Analog Design Environment ได้เป็นอย่างดี
Dracula physical verification and extractor suite IC 4.46	โปรแกรมตรวจสอบความถูกต้องระดับกายภาพ (DRC, ERC, LVS) สำหรับผังวงจรขนาดใหญ่หรือใหญ่มาก (VLSI) เช่น วงจรดิจิทัล รองรับระบบ distributed processing ที่ทำให้การตรวจสอบใช้เวลาน้อยลง มี GUI ที่ใช้งานง่าย และให้ output ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการจำลองการทำงานหลัง layout และการวิเคราะห์บูรณาภาพของสัญญาณ

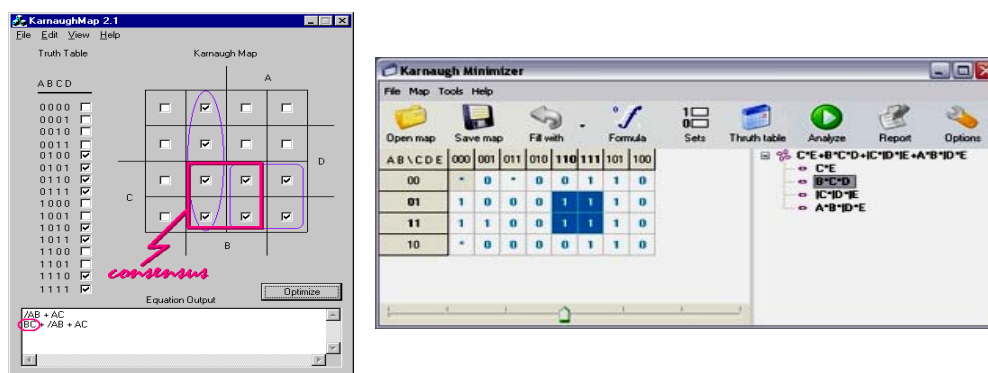
2.6.7 วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบันการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลมีการพัฒนารูปแบบของการออกแบบเป็นระบบอัตโนมัติ (Design Automation) หรือการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design : CAD) โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างขึ้นเพื่อทำงานในด้านการออกแบบ เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้น เนื่องจากการออกแบบมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง รวดเร็ว และตรวจสอบผลการทำงานได้ทันที ในการออกแบบวงจรดิจิทัลอาศัยวงจรรวมดิจิทัลชนิดโปรแกรมได้ เรียกว่า พีแอลดี (โปรแกรมเมเบิลลอจิกดีไวส์ : PLD) มีบทบาทมากในการออกแบบระบบดิจิทัลในปัจจุบัน เนื่องจากวงจรรวมดิจิทัลชนิดพีแอลดี สามารถบันทึกข้อมูลหรือโปรแกรมข้อมูลลงในตัววงจรรวมได้ ลบข้อมูลและโปรแกรมข้อมูลซ้ำได้ ภายในตัววงจรรวมดิจิทัลจะมีองค์ประกอบของจำนวนวงจรลอจิกภายในนับพันตัวถึงหลายแสนตัว ผู้ออกแบบสามารถออกแบบวงจรดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นนำผลการออกแบบมาโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวม แล้วสามารถนำวงจรรวมดิจิทัลที่ได้ไปใช้งานได้จริงตามลักษณะการออกแบบต่อไป สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบ จะมีลักษณะการออกแบบดังนี้



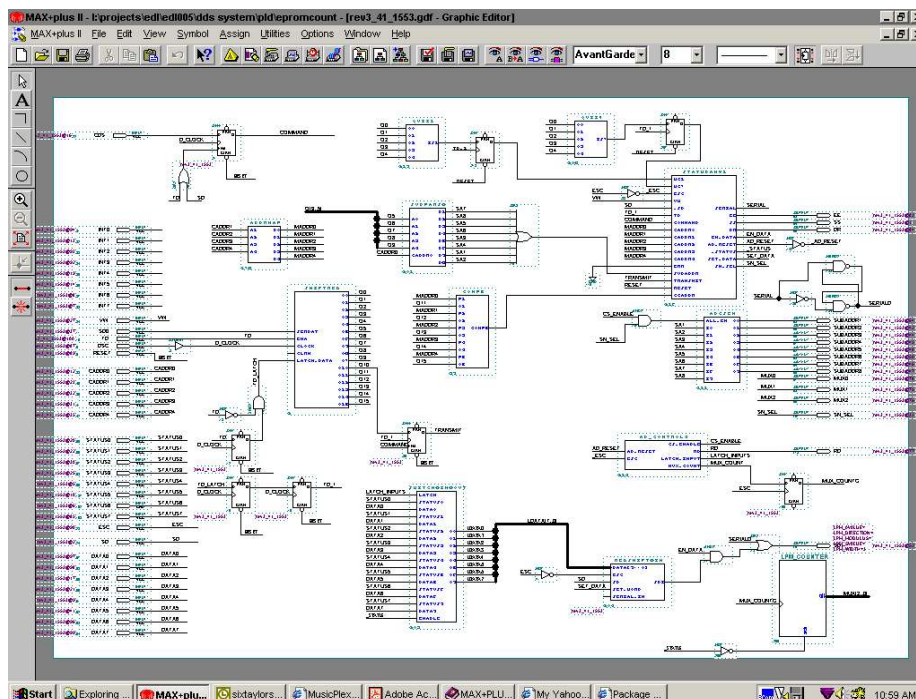
ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับช่วยออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

2.6.7.1 การออกแบบโดยใช้สมการบูลีน (Designing with Boolean Equations) ในการออกแบบสมการบูลีนทำได้โดยการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดการทำงานของวงจรลอจิกชนิดต่างๆ สำหรับการกำหนดสมการบูลีนมีอยู่หลายวิธีการ รวมทั้งยังมีเทคนิคที่ถูกออกแบบมาเพื่อลดรูปสมการ ทำให้สามารถใช้ทรัพยากรในการออกแบบวงจรลอจิกน้อยที่สุด เช่น การลดรูปสมการบูลีนโดยใช้แผนผังคาร์โน (Karnaugh Map :K-Map) เป็นต้น สำหรับการออกแบบระบบดิจิทัลที่มีขนาดใหญ่จะใช้จำนวนลอจิกเกตนับแสนตัว ซึ่งถ้าใช้วิธีการออกแบบโดยใช้สมการบูลีนก็จะมีจำนวนสมการทางคณิตศาสตร์นับพันสมการ ดังนั้นจึงไม่สามารถนำวิธีการนี้ไปใช้งานได้จริงกับระบบดิจิทัลขนาดใหญ่ในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นระบบดิจิทัลที่มีความซับซ้อนสูง แต่ถ้านำมาออกแบบและใช้งานกับระบบควบคุมขนาดเล็กจะมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง



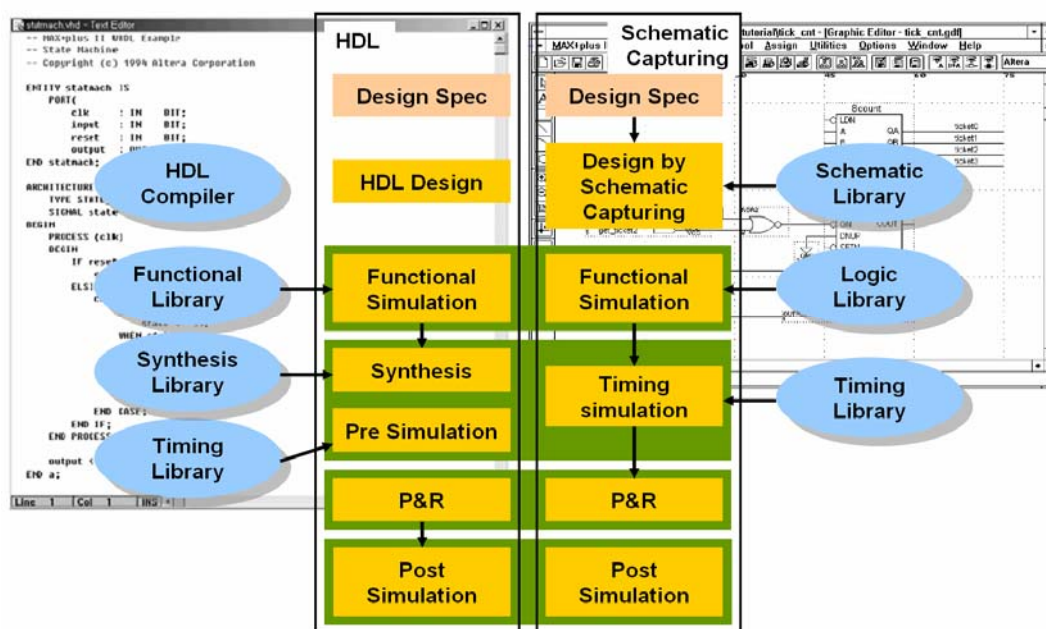
ภาพที่ 2-14 การออกแบบโดยใช้สมการบูลีน (Designing with Boolean Equations)

2.6.7.2 การออกแบบโดยใช้การวาดแผนผังวงจรลอจิก(Schematic-base Design) การออกแบบโดยวิธีนี้จะช่วยเพิ่มความสามารถมากกว่าการออกแบบโดยใช้สมการบูลีน เนื่องจากการออกแบบไม่ใช่แค่เพียงอุปกรณ์พื้นฐานของวงจรลอจิกเท่านั้น แต่ยังสามารถนำกลุ่มวงจรที่สร้างขึ้นเป็นวงจรรวมในลักษณะเฉพาะงานมาใช้ในการออกแบบได้ เช่น กลุ่มวงจรรวมลอจิกพื้นฐานตระกูลทีทีแอล 74xx หรือตระกูลซีมอส 40xx เป็นต้น ซึ่งข้อมูลของกลุ่มวงจรลอจิกจะอยู่ในรูปของสัญลักษณ์วงจรลอจิก จัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล (Library) ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบนั้น วิธีการออกแบบจะทำได้โดย การนำสัญลักษณ์ของวงจรลอจิกที่มองเห็นในลักษณะของรูปภาพตัวอุปกรณ์(Graphical Representation) มาวางในตำแหน่งที่ต้องการ แล้วลากสายสัญญาณเชื่อมต่อเข้ากับตัวอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการ สร้างจุดต่อของสัญญาณเข้าและสัญญาณออก สังเกตได้ว่าการออกแบบทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อย ลักษณะของการออกแบบระบบสามารถออกแบบในลักษณะที่เป็นลำดับชั้น (Hierarchy) ซึ่งมองการออกแบบของระบบจากคุณสมบัติของระบบแยกย่อยลงมาเป็นส่วนย่อยๆตามลำดับชั้น จึงนำวิธีการนี้ไปใช้ในการออกแบบระบบที่ซับซ้อนได้ แต่ถ้าเพิ่มความซับซ้อนของระบบให้มีจำนวนอุปกรณ์มากขึ้นนับพันตัว ก็จะใช้เวลาในการออกแบบมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากต้องเสียเวลาในการวางอุปกรณ์และเชื่อมต่อสัญญาณของระบบ รวมทั้งยากต่อการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดในระบบ การออกแบบในระดับนี้เหมาะกับผู้เริ่มต้นใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล



ภาพที่ 2-15 การออกแบบโดยใช้การวาดแผนผังวงจรลอจิก (Schematic-base Design)

2.6.7.3 การออกแบบโดยใช้ภาษาบรรยายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์ (Hardware Description Language) ภาษาบรรยายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์ คือภาษาระดับสูงที่ใช้ในการอธิบายการทำงานของฮาร์ดแวร์ (High-level Hardware Description Language : HDL) วิธีการออกแบบนี้นิยมใช้งานมากที่สุดในปัจจุบัน ภาษาที่นิยมใช้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือภาษา VHDL ย่อมาจาก VHSIC Hardware Description Language และภาษา Verilog ซึ่งภาษาประเภทนี้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล รูปแบบของภาษาที่นำมาใช้ในงานออกแบบจะมีขอบเขตการออกแบบกว้างกว่าในลักษณะเดิมที่ใช้สมการบูลีนหรือการออกแบบโดยการวาดแผนผังวงจรลอจิก (Schematic) ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานในรูปแบบของภาษาระดับสูง ออกมาเป็นตารางความเป็นจริง (Truth Table) สำหรับวงจรลอจิกแบบจัดหมู่ หรืออธิบายการทำงานโดยอาศัยแผนภาพการเปลี่ยนสถานะ (Finite State Machine) สำหรับวงจรลอจิกแบบลำดับ และยังสามารถออกแบบให้ทำงานในลักษณะของหน่วยความจำขนาดตามต้องการได้ สำหรับการใช้ภาษา HDL จะเป็นภาษาสำหรับใช้ในการออกแบบระบบดิจิทัลกับวงจรรวมดิจิทัลชนิดโปรแกรมเมเบิลลอจิกดีไวส์ (Programmable Logic Device :PLD) ซึ่งแบ่งย่อยวงจรรวม PLD ออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆคือ วงจรรวม PLD กลุ่ม Complex PLD (CPLD) และ Field Programmable Gate Array (FPGA)

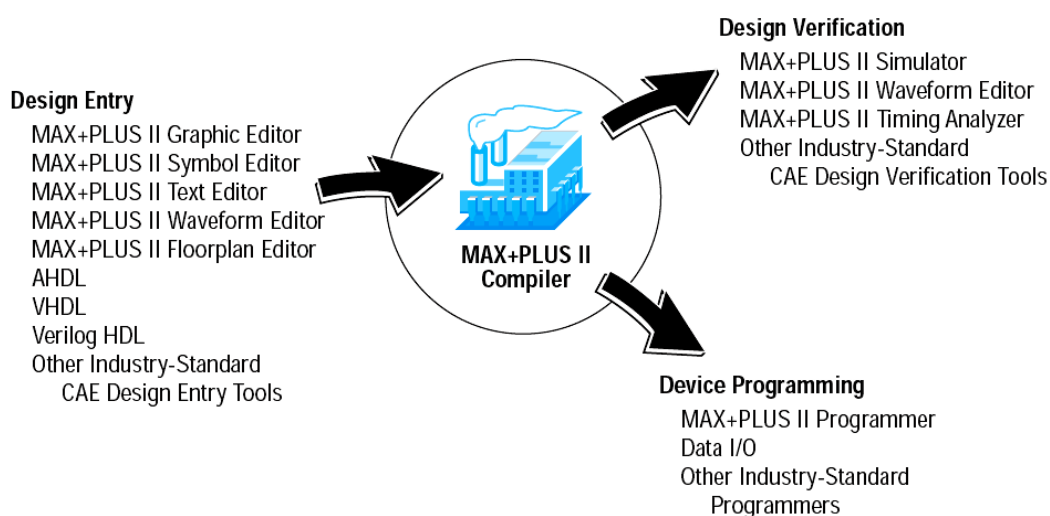


ภาพที่ 2-16 เปรียบเทียบขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลระหว่างการใช้อธิบายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์กับการวาดแผนผังวงจรลอจิก โดยใช้โปรแกรม Maxplus II

2.6.8 การออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม Maxplus II

โปรแกรม Maxplus II เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลของบริษัท ALTERA มีแนวทางการออกแบบสองลักษณะคือ การออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิก (Schematics) จะเป็นการวาดแผนผังวงจรดิจิทัลในรูปแบบของการนำสัญลักษณ์วงจรดิจิทัลแบบต่างๆ ที่อยู่ในโปรแกรมหรือจากการวาดสัญลักษณ์ขึ้นใหม่ มาวางลงบนแผ่นงานของโปรแกรม Maxplus II แล้วลากสายเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างสัญลักษณ์วงจรดิจิทัลแต่ละตัวตามการออกแบบ สร้างเป็นระบบดิจิทัลขึ้น การออกแบบลักษณะนี้จะถูกเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลชนิด Graphic Editor File (.GDF)

สำหรับการออกแบบโดยใช้การเขียนภาษาบรรยายพฤติกรรม เป็นการออกแบบในลักษณะการเขียนเป็นภาษาบรรยายพฤติกรรมการทำงานในส่วนต่างๆ ของระบบดิจิทัล ซึ่งสามารถเขียนได้หลายภาษา เช่น ภาษา AHDL (Altera Hardware Description Language) ภาษา VHDL (VHSIC Hardware Description Language), ภาษา Verilog HDL และ เป็นต้น การเขียนภาษาบรรยายพฤติกรรมจะต้องเลือกใช้ภาษาใดภาษาหนึ่งในการออกแบบ การออกแบบลักษณะนี้จะถูกเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลชนิด Text Editor File ซึ่งถ้าเขียนโดยใช้ภาษา AHDL จะต้องบันทึกไฟล์นามสกุล .tdf (Text Design File) ถ้าเขียนโดยใช้ภาษา VHDL จะต้องบันทึกไฟล์นามสกุล .vhd และถ้าเขียนโดยใช้ภาษา Verilog HDL จะต้องบันทึกไฟล์นามสกุล .v เป็นต้น การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลจะขอกว่าในลักษณะการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรดิจิทัล (Schematics) ซึ่งผู้เข้ารับฝึกอบรมมีพื้นฐานของวงจรดิจิทัลมาบ้างแล้ว จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้โปรแกรมนี้



ภาพที่ 2-17 การออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม Maxplus II

2.6.9 ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม Maxplus II

การออกแบบวงจรรวมดิจิทัลสามารถทำได้หลายลักษณะ แล้วแต่ผู้ออกแบบจะใช้วิธีการใดในการออกแบบ แต่เมื่อต้องการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Maxplus II ต้องดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.6.9.1 เลือกวิธีการออกแบบแล้วดำเนินการออกแบบวงจรดิจิทัล เลือกวิธีการที่ผู้ออกแบบมีความเชี่ยวชาญมากที่สุด แล้วดำเนินการออกแบบตามต้องการโดยถ้าเป็นการออกแบบโดยวิธีการวาดแผนผังวงจรดิจิทัลจะใช้หน้าต่างงานของ Graphic Editor แต่ถ้าเป็นการออกแบบโดยวิธีการเขียนภาษาบรรยายพฤติกรรม VHDL ,AHDL ,Verilog จะใช้หน้าต่างงานของ Text Editor ในการออกแบบ

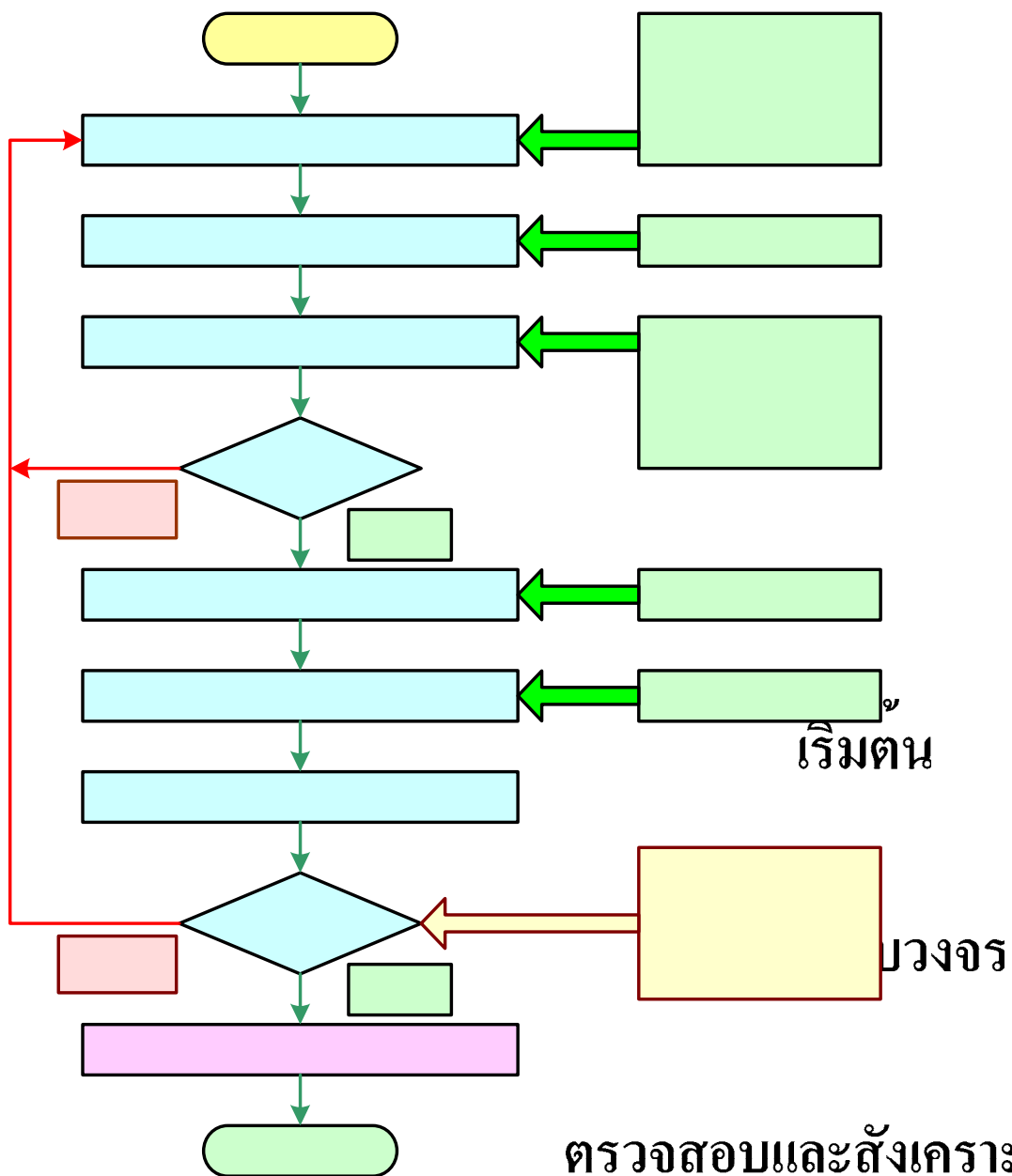
2.6.9.2 ตรวจสอบผลการออกแบบและสังเคราะห์วงจรดิจิทัล เมื่อออกแบบวงจรดิจิทัลเสร็จแล้ว ก็จะต้องตรวจสอบความถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบ ถ้ามีข้อผิดพลาดก็จะต้องกลับไปแก้ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการออกแบบวงจรดิจิทัลได้ตรงตามเงื่อนไขของมาตรฐานการออกแบบ สามารถดำเนินการได้ในหน้าต่างของ Compile

2.6.9.3 จำลองผลการทำงานจากรูปคลื่นสัญญาณของระบบ เมื่อตรวจสอบความถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการจำลองผลการทำงานโดยอาศัยการวิเคราะห์การทำงานในลักษณะของรูปคลื่นสัญญาณที่ป้อนเข้าสู่ระบบและตรวจสอบผลการทำงานจากรูปคลื่นสัญญาณที่ออกจากระบบ ซึ่งจะเหมือนกับการต่อวงจรดิจิทัลแล้วใช้เครื่องมือวัดรูปคลื่นสัญญาณออกจากระบบได้จริง ถ้าผลการจำลองของสัญญาณดิจิทัลตรงกับความต้องการของผู้ออกแบบ ก็จะถือว่าการออกแบบที่ดำเนินการมาถูกต้อง แต่ถ้าไม่ตรงกับความต้องการก็จะต้องกลับไปแก้ไขการออกแบบวงจรดิจิทัลใหม่จนกว่าจะได้ผลการทำงานเป็นไปตามความต้องการของระบบ

2.6.9.4 กำหนดเบอร์และขาสัญญาณของวงจรรวมดิจิทัล เมื่อออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องเลือกที่จะนำไปใช้กับวงจรรวมตระกูลใด เบอร์ของวงจรรวมเบอร์อะไร กำหนดเบอร์ของวงจรรวมลงในโปรแกรม จากนั้นกำหนดขาสัญญาณของวงจรรวมที่ต้องใช้งานให้ตรงกับสายสัญญาณของวงจรดิจิทัลที่ออกแบบไว้ในส่วนของการออกแบบ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ในหน้าต่างของ Floorplan Editor

2.6.9.5 โปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัล เมื่อทราบแล้วว่าต้องการนำไปใช้กับวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ใดแล้ว จากนั้นก็จะสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ที่ต้องการได้ทันที การโปรแกรมข้อมูลต้องอาศัยอุปกรณ์เพิ่มเติม และดำเนินการโปรแกรมในหน้าต่าง Programmer

2.6.9.6 ตรวจสอบผลการทำงานจริง หลังจากโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถนำวงจรรวมที่ได้ไปใช้งานจริง โดยผู้ออกแบบสามารถทดลองการทำงานของวงจรรวมในแต่ละส่วนของระบบจากการนำไปประกอบเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามที่ออกแบบไว้สำหรับวงจรรวมดิจิทัลตัวนี้ ถ้าตรวจสอบการทำงานของวงจรรวมแล้วสามารถทำงานได้จริงตามการออกแบบของผู้ออกแบบ ก็สามารถนำวงจรรวมตัวนี้ไปใช้งานสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป แต่ถ้าผลของการทำงานจริงไม่ตรงกับความต้องการของผู้ออกแบบ ก็จะต้องกลับไปเริ่มต้นแก้ไขข้อมูลใหม่ต่อไป



ภาพที่ 2-18 ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม Maxplus II

2.7 งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

จิระวัฒน์ (2539) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและทดลองหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรดิจิทัล การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยสร้างชุดทดลองวงจรดิจิทัล และเนื้อหา 15 ใบงาน ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่ใช้ชุดทดลองวงจรดิจิทัลที่สร้างขึ้นและกลุ่มควบคุมที่ดำเนินการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเรียนรู้โดยชุดทดลองวงจรดิจิทัลที่สร้างขึ้น คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 81.16 สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 78.13 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และสูงกว่าเกณฑ์ผ่านที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

กรี (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาสาขาช่างไฟฟ้า ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2542 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.91/80.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

ไชยยันต์ (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครโพรเซสเซอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2535 ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักศึกษา ที่ใช้ชุดทดลองไมโครโพรเซสเซอร์ที่สร้างขึ้นมีค่า 81.32/79.07 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยทั้งวิชาต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า นักศึกษาที่เรียน โดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้ชุดทดลองแบบเดิมที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

นพปฎล (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดฝึกอบรมโปรแกรมออตโตแคต รีลีส 13 เรื่อง “การใช้คำสั่งในการสร้างภาพ 3 มิติ” จัดฝึกอบรมให้กับกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษา วิศวกรช่างเทคนิค รวมทั้งหมด 30 คน ในระหว่างการดำเนินงานฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ แล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพ ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางภาคทฤษฎี 83.48/81.42 และประสิทธิภาพทางภาคปฏิบัติ 84.26/80.57 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

สุภาพ (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม โปรแกรมออเธอร์แวร์เวอร์ชัน 4 เพื่อการนำเสนอ ดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาจารย์วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพทางภาคทฤษฎี 84.34/81.68 และประสิทธิภาพทางภาคปฏิบัติ 82.31/81.4 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

วิชัย (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีเรื่องการใช้โปรแกรมพีแอลซีเว่นโปรในการออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานในระบบอัตโนมัติ ดำเนินการวิจัยโดยสร้างชุดฝึกอบรมในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ จัดฝึกอบรมให้กับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า เมื่อฝึกอบรมแล้วให้ทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในภาคทฤษฎีเท่ากับ 87.13/83.10 และประสิทธิภาพในภาคปฏิบัติเท่ากับ 87.40/85.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อรอนงค์ (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชา การวิเคราะห์และออกแบบวงจรดิจิทัล หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2543 ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.60/80.71 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดฝึกอบรมในลักษณะต่างๆ สรุปว่า ชุดฝึกอบรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่มีประโยชน์และมีคุณค่าสูง สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ในการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมสำหรับที่จะนำไปใช้ในการฝึกอบรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำหลักการต่างๆ มาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล เพื่อใช้ในการฝึกอบรมสำหรับพัฒนาบุคลากรด้านต่างๆ ให้มีความรู้ความสามารถที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล เป็นชุดฝึกอบรมที่เหมาะสมสำหรับการฝึกอบรมให้กับผู้ที่มีความสนใจในงานด้านการออกแบบวงจรดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 วิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 3.3 การสร้างชุดฝึกอบรมและการสร้างแบบประเมินผล
- 3.4 การดำเนินงานทดลองชุดฝึกอบรมและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้ที่เคยผ่านการเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรดิจิทัลมาแล้ว หรือผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล มีความสนใจในงานทางด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล

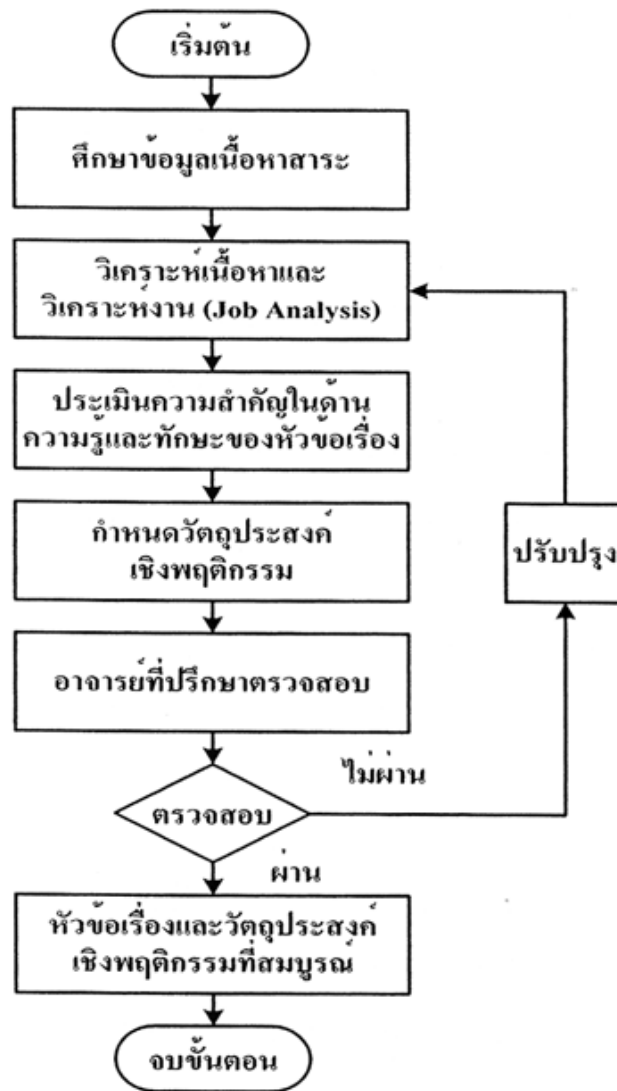
กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ที่สมัครเข้ารับการฝึกอบรม มีความสนใจในงานด้านการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม Maxplus II เคยผ่านการเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรดิจิทัลมาแล้ว หรือผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล มีความสนใจในงานทางด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล

ผู้วิจัยได้จัดฝึกอบรมกับกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มย่อย เป็นผู้ที่เคยผ่านการเรียนในวิชาดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 คน เพื่อทดสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม และจัดฝึกอบรมให้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีความสนใจสมัครเข้ารับการฝึกอบรม โดยเคยผ่านการเรียนในวิชาดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ หรือผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล สมัครเข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 18 คน เพื่อหา

ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมกับกลุ่มตัวอย่าง รวมจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมในหลักสูตรนี้ ทั้งหมด 23 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบไม่เจาะจง (Non-purposive Sampling)

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การวิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถนำเสนอเป็นแผนผัง แสดงขั้นตอนได้ดังนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.2.1 ศึกษาข้อมูลเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร เนื้อหาสาระจากแหล่งข้อมูลต่างๆ คือหนังสือ เอกสาร วารสาร ข้อมูลจากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและข้อมูลจากประสบการณ์ของผู้วิจัยมาพอสมควร ซึ่งมีขอบเขตของเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างชุดฝึกอบรม ข้อมูลที่เกี่ยวกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงาน

ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวงจรรวมดิจิทัลชนิดต่างๆ จากนั้นนำข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้งานจริงสำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล มาวิเคราะห์งานที่จำเป็นต่อไป (รายการหัวข้อและแหล่งข้อมูลของเนื้อหาในภาคผนวก ก หน้า 114-115)

3.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและวิเคราะห์งาน (Job Analysis) เมื่อได้รวบรวมข้อมูลเนื้อหาสาระต่างๆ ที่จำเป็นแล้ว ก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์งาน (Job Analysis) เพื่อกำหนดขอบเขตเป็นรายการหัวข้อที่จำเป็นต้องใช้ในการฝึกอบรม ซึ่งได้กำหนดหัวข้อเรื่องที่ใช้ในการฝึกอบรม โดยเรียงลำดับหัวข้อความรู้ให้เหมาะสม พิจารณาจากสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้ก่อนเป็นอันดับแรกไปจนถึงสิ่งที่ต้องนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานเป็นอันดับสุดท้าย จากนั้นวิเคราะห์หัวข้องานย่อยที่จำเป็น กำหนดรายการหัวข้องานย่อยให้ชัดเจน นำมาเขียนเป็นโครงสร้างของหลักสูตรฝึกอบรมได้ดังนี้

บทที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II

- 1.1 คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม Maxplus II
- 1.2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Maxplus II

บทที่ 2 การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II

- 2.1 แนะนำเว็บไซต์ของบริษัท ALTERA
- 2.2 ขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม Maxplus II
- 2.3 ขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II

บทที่ 3 การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV

- 3.1 เครื่องโปรแกรมวงจรรวมดิจิทัล
- 3.2 ชนิดของเครื่องโปรแกรมที่สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Maxplus II
- 3.3 ขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV

บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

- 4.1 วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
- 4.2 วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม Maxplus II
- 4.3 ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม Maxplus II
- 4.4 ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม Maxplus II
- 4.5 ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม Maxplus II

บทที่ 5 การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD

- 5.1 อุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานของบอร์ดทดลอง CPLD
- 5.2 ขั้นตอนปฏิบัติงานการใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD

บทที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอขลุ่ยเต้าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง

6.1 หลักการออกแบบระบบดิจิทัลที่เป็นลำดับชั้นจากบนลงล่าง

6.2 ขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอขลุ่ยเต้าแสดงผลด้วยหลอดไดโอด เปล่งแสง

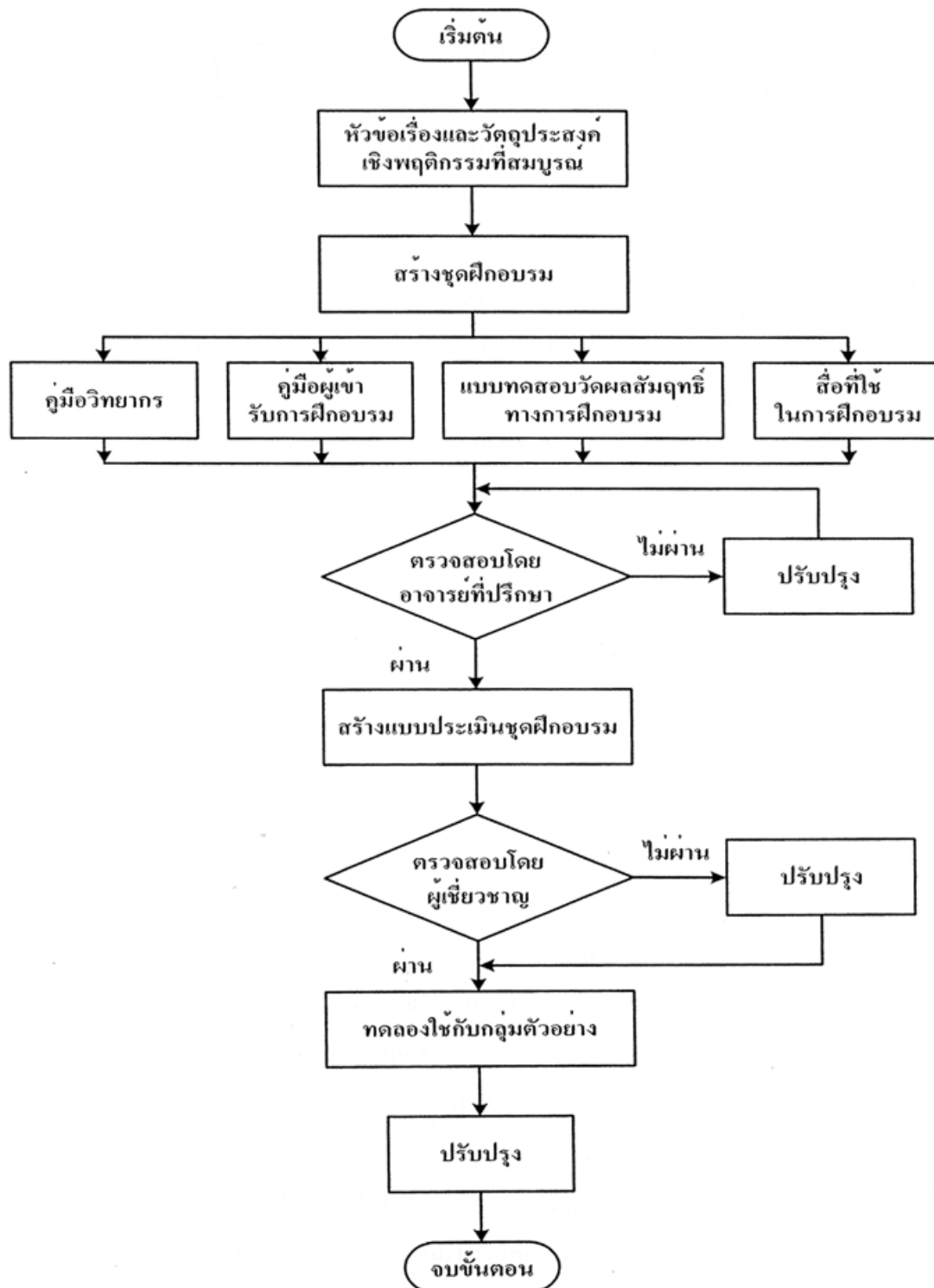
3.2.3 ประเมินความสำคัญในด้านความรู้และทักษะของหัวข้อเรื่อง จากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรฝึกอบรม เมื่อเรียนจบหลักสูตรแล้ว มุ่งหวังให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้และทักษะที่เกิดจากปฏิบัติงานตามที่กำหนดไว้ในแต่ละหัวข้อเรื่อง ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินความสำคัญในด้านความรู้และทักษะ โดยพิจารณาระดับความสำคัญของหัวข้อเรื่องได้จากความสำคัญของเนื้อหาสาระในด้านความรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหา และความสำคัญของเนื้อหาสาระในด้านทักษะที่ส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้องสมบูรณ์ การประเมินความสำคัญด้านความรู้ ได้แก่ การฟื้นคืนความรู้ (R) การประยุกต์ความรู้ (A) และการส่งถ่ายความรู้ (T) ส่วนการประเมินความสำคัญด้านทักษะ ได้แก่ การลอกเลียน (I) การทำได้ถูกต้อง (C) และการทำได้อย่างชำนาญ (A) ซึ่งมีการจัดระดับความสำคัญออกเป็น 3 ระดับคือ X = มีความสำคัญมาก, I = มีความสำคัญ และ O = มีความสำคัญน้อย จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในตารางแสดงหัวข้อและระดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งระดับความสำคัญจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความลึกซึ้งของเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อเรื่อง ซึ่งจากการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง มีหัวข้อเรื่องทั้งหมด 18 หัวข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 118-120)

3.2.4 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นข้อบ่งบอกถึงความต้องการที่จะให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ในรูปแบบของการแสดงออกหรือการกระทำเมื่อเรียนจบในหัวข้อนั้น ดำเนินการโดยนำระดับความสำคัญของรายการความรู้และทักษะในแต่ละหัวข้อย่อย มาเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบในการพิจารณา 3 ส่วนคือ พฤติกรรมที่คาดหวัง , เงื่อนไขหรือสถานการณ์ และเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนด เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับระดับความรู้และทักษะที่ต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด 25 วัตถุประสงค์ (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 116-118)

3.2.5 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ โดยพิจารณาความเหมาะสมของหัวข้อเรื่องและความสอดคล้องของหัวข้อเรื่องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นจะช่วยแนะนำแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น ปรับปรุงจนกว่าจะได้หัวข้อเรื่องและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สมบูรณ์

3.3 การสร้างชุดฝึกอบรมและการสร้างแบบประเมินผล

การสร้างชุดฝึกอบรมและการสร้างแบบประเมินผล นำเสนอเป็นแผนผังได้ดังนี้



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรม

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1.1 คู่มือวิทยากร

ก) แผนการฝึกอบรม คือการกำหนดแนวทางในการจัดการฝึกอบรม โดยชี้แจงเกี่ยวกับคุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมและวิทยากร เครื่องมือที่ใช้ในการฝึกอบรม กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม โครงสร้างของหลักสูตรฝึกอบรม รายการหัวข้อและระดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตารางวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม ตารางปฏิบัติการ

ข) ใบปฏิบัติงาน คือเอกสารที่ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติงานตามขั้นตอน โดยอ้างอิงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รายการเครื่องมืออุปกรณ์ ทฤษฎีประกอบการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การสรุปผลการปฏิบัติงาน

ค) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม คือชุดของข้อสอบที่ใช้ทดสอบวัดความก้าวหน้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังจากฝึกอบรมจบในแต่ละบทเรียน

ง) เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม

จ) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม คือชุดของข้อสอบที่ใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังจากฝึกอบรมครบทุกบทเรียน

ฉ) เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม

ช) แบบร่างสื่อการสอน Power Point คือเอกสารประกอบคำบรรยายที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมนำเสนอ (Presentation) ชื่อ โปรแกรมเพาเวอร์พอยต์ (Power Point)

3.3.1.2 คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ก) แผนการฝึกอบรม

ข) ใบปฏิบัติงาน

ค) แบบร่างสื่อการสอน Power Point

3.3.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม

ก) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม

ข) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม

3.3.1.4 สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

ก) แผ่นซีดีบันทึกไฟล์ข้อมูลสื่อการสอน Power Point จัดทำสำหรับวิทยากร

ข) แผ่นซีดีบันทึกไฟล์ข้อมูลโปรแกรม MAXPLUS II Baseline Version 10.2 จัดทำสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ค) บอร์ดทดลอง CPLD

ง) อุปกรณ์ประกอบที่ระบุไว้ในใบปฏิบัติงาน

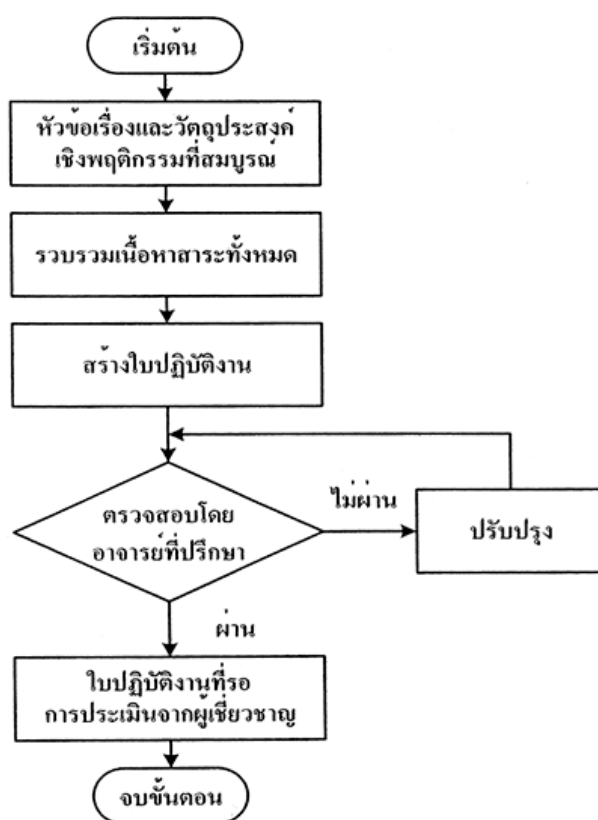
จ) เครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV

3.3.1.5 แบบประเมินผลชุดฝึกอบรม คือ แบบประเมินผลสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม

3.3.2 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรม

ในขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรม จะนำรายการหัวข้อเรื่องและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สมบูรณ์ มากำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระที่ต้องการ นำมาใช้ในการสร้างส่วนประกอบทั้งหมดของชุดฝึกอบรมโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.3.2.1 สร้างใบปฏิบัติงาน นำเสนอเป็นแผนผังแสดงขั้นตอนได้ดังนี้



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการสร้างใบปฏิบัติงาน

ดำเนินการ โดยนำหัวข้อเรื่องและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สมบูรณ์มาใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาสาระที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นรวบรวม

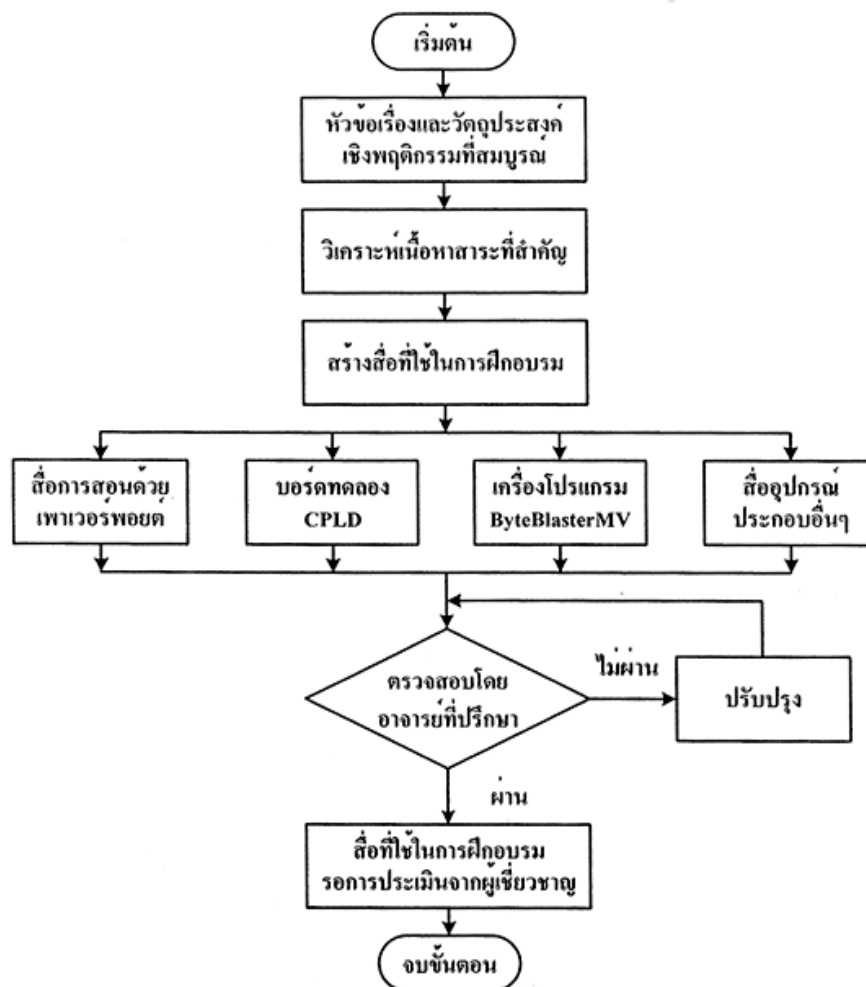
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด สร้างเป็นส่วนประกอบต่างๆของใบปฏิบัติงาน โดยมีหัวข้อทั้งหมด 6 เรื่อง ดังนี้ (ตัวอย่างใบปฏิบัติงานในภาคผนวก ง หน้า 166-207)

- ก) ใบปฏิบัติงานที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II
- ข) ใบปฏิบัติงานที่ 2 การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II
- ค) ใบปฏิบัติงานที่ 3 การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV
- ง) ใบปฏิบัติงานที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวม

ดิจิทัล

- จ) ใบปฏิบัติงานที่ 5 การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD
- ฉ) ใบปฏิบัติงานที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไฟแอลอีดี

3.3.2.2 สร้างสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม นำเสนอเป็นแผนผังแสดงขั้นตอนได้ดังนี้



ภาพที่ 3- 4 ขั้นตอนการสร้างสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

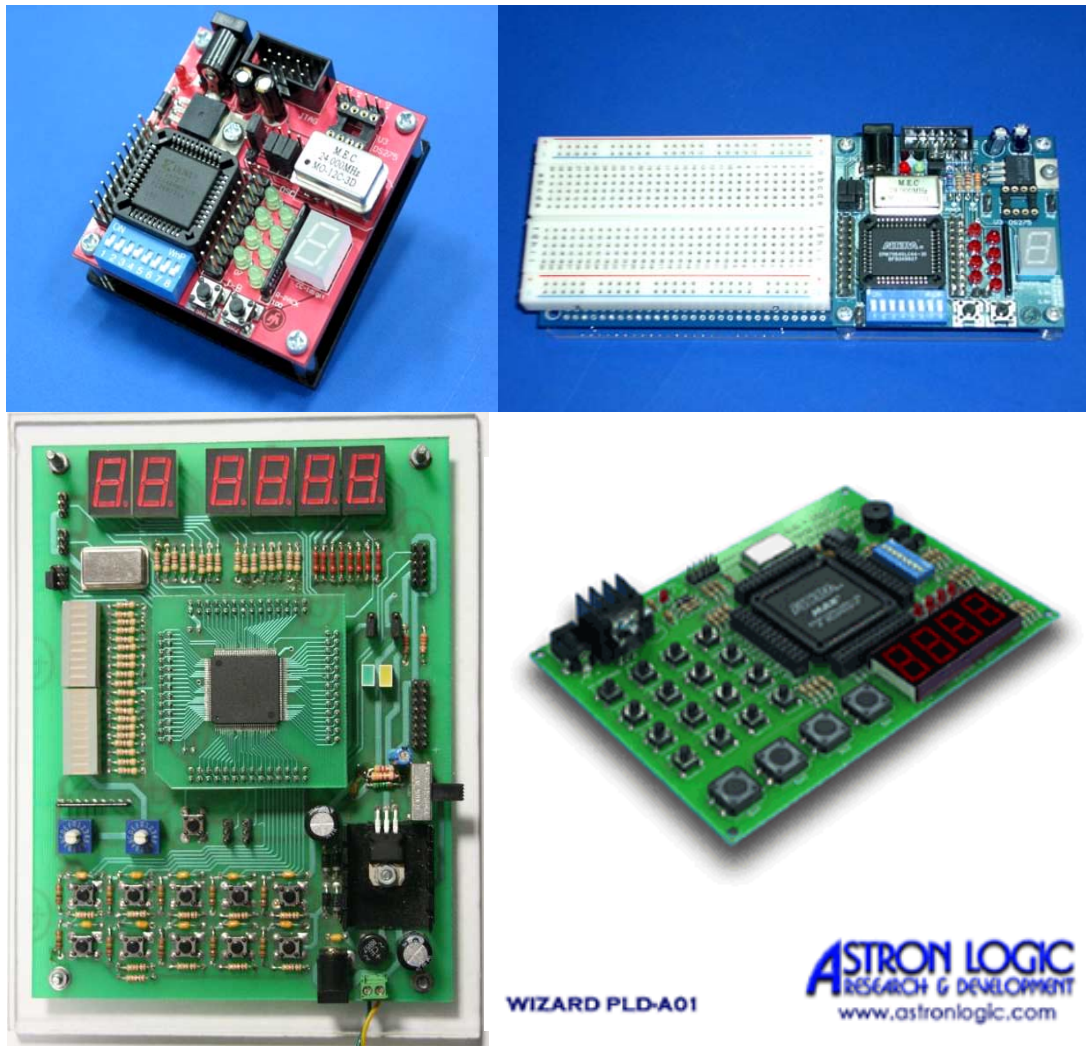
การสร้างฝึกรอบรมนี้นี้ มุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติงานการใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลแบบเบื้องต้นได้อย่างแท้จริง ดังนั้นสื่อที่สร้างขึ้น ต้องมีรูปแบบที่หลากหลายสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มุ่งหวังให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับความรู้และทักษะจากสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมให้มากที่สุด จึงวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม แล้วดำเนินการสร้างสื่อในลักษณะต่างๆดังนี้ (รายละเอียดการวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรมในภาคผนวก ก หน้า 119-122)

สื่อการสอน Power Point จะเป็นการนำข้อมูลจากใบปฏิบัติงานในส่วนของเนื้อหาสาระที่สำคัญและอ้างอิงตามหัวข้อวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มาจัดทำสื่อการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ โดยนำไปใช้กับโปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ (Power point) เนื่องจากสื่อการนำเสนอประเภทนี้สามารถนำเสนอรูปภาพและตัวอักษรที่มีสีสันสวยงาม ดึงดูดความสนใจได้ง่าย (ตัวอย่างสื่อการนำเสนอด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์ ในภาคผนวก ง หน้า 208)



ภาพที่ 3-5 ตัวอย่างสื่อการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์

ก) สร้างบอร์ดทดลอง CPLD ดำเนินงานโดยผู้วิจัย ได้นำข้อมูลเนื้อหาสาระที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า, ตัวอย่างบอร์ดทดลอง CPLD ของบริษัทผู้ผลิตรายต่างๆ ,ประสบการณ์ของผู้วิจัย และสอบถามข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญเป็นการส่วนตัว นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบบอร์ดทดลอง CPLD ที่ใช้ในการฝึกอบรม โดยเน้นการออกแบบวงจรที่เหมาะสมกับใช้งานในส่วนประกอบที่เป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

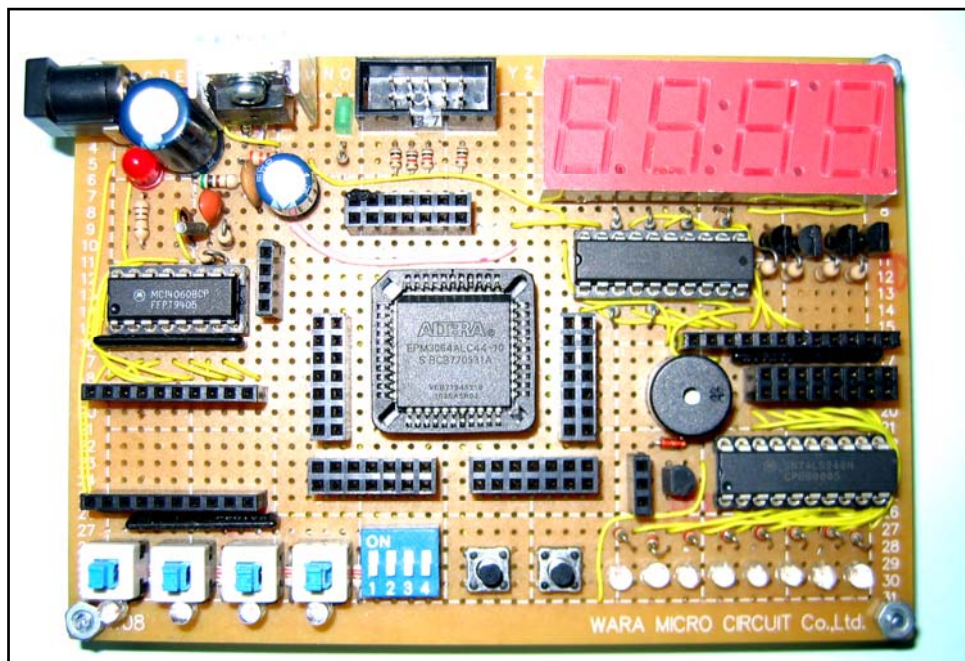


ภาพที่ 3-6 ตัวอย่างบอร์ดทดลอง CPLD จากบริษัทผู้ผลิตรายต่างๆ

เมื่อนำตัวอย่างบอร์ดทดลอง CPLD จากบริษัทผู้ผลิตรายต่างๆ มาพิจารณากลุ่มวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จำเป็นต้องนำมาใช้งานจริงกับบอร์ดทดลอง CPLD เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้เลือกใช้วงจรรวมดิจิทัลเบอร์ EPM3064ALC44-10 โดยพิจารณาจากความจุของวงจรลอจิกเกตภายในมี 1250 เกต จำนวนลอจิกเซลล์ 64 ลอจิกเซลล์ดังนั้นจึงมีฟลิปฟล็อปภายในทั้งหมด 64 ตัว มีตัวถังชนิด PLCC-44 สามารถถอดเปลี่ยนได้โดยอาศัยช็อกเกตไอซีได้ และมีราคาไม่แพง ดังนั้นวงจรรวมดิจิทัลเบอร์นี้ จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานออกแบบวงจรดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม Maxplus II แบบเบื้องต้นได้ดี จากนั้นได้ออกแบบกลุ่มวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ให้สามารถใช้งานร่วมกับวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ EPM3064ALC44-10 ได้ โดยมีรายละเอียดของกลุ่มวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาประกอบลงบนบอร์ดทดลอง CPLD ดังนี้

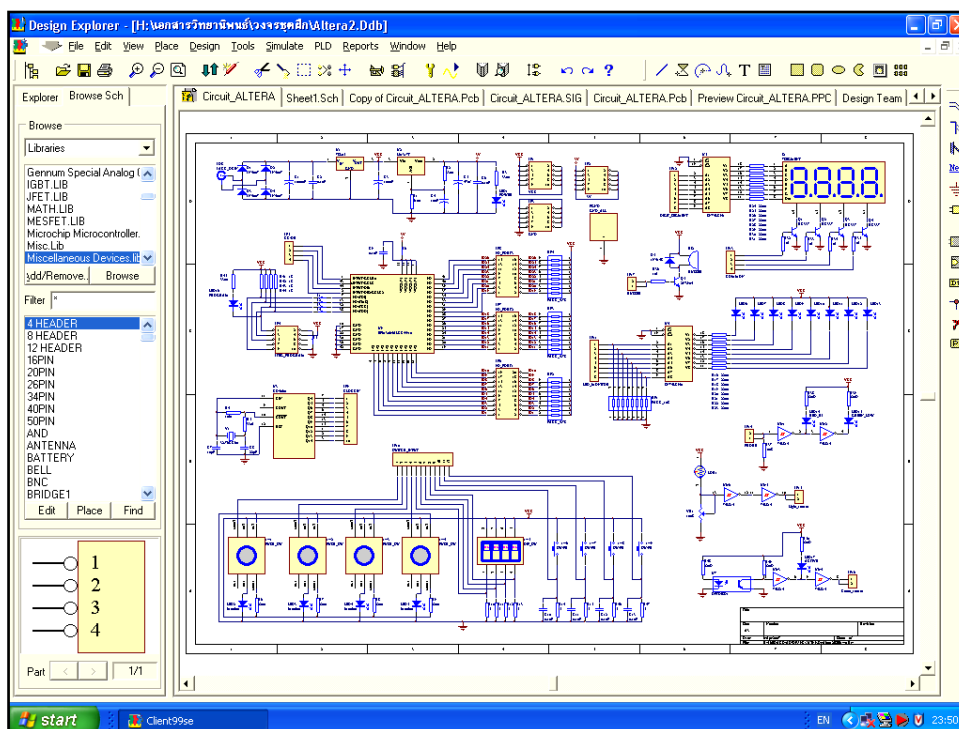
- กลุ่มวงจรแหล่งจ่ายไฟ เป็นวงจรที่ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ในระดับแรงดัน 5 โวลต์และ 3 โวลต์
- กลุ่มวงจรรวมดิจิทัล EPM3064 เป็นกลุ่มวงจรรวมดิจิทัลตระกูล CPLD เบอร์ EPM3064ALCC44-10 ผลิตโดยบริษัท ALTERA
- กลุ่มวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นกลุ่มวงจรที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณนาฬิกาให้เกิดขึ้นในความถี่ต่างๆ
- กลุ่มวงจรสวิตช์ เป็นกลุ่มวงจรทำหน้าที่กำหนดสัญญาณระดับลอจิกที่ต้องการจากสวิตช์
- กลุ่มวงจรรับแสง เป็นกลุ่มวงจรทำหน้าที่แปลงความเข้มของแสงสว่างรอบๆตัวรับแสง LDR เป็นระดับลอจิก
- กลุ่มวงจรเซนเซอร์นับจำนวน เป็นกลุ่มทำหน้าที่ส่งสัญญาณจากเซนเซอร์แสงอินฟาเรด U7 (OPTO ISOLATOR)
- กลุ่มวงจรแสดงสถานะลอจิก เป็นกลุ่มวงจรทำหน้าที่แสดงผลสถานะลอจิก
- กลุ่มวงจรแสดงสถานะลอจิกแบบ 8 สัญญาณเข้า (LED MONITOR) เป็นกลุ่มวงจรทำหน้าที่แสดงผลสถานะลอจิก
- กลุ่มวงจรแสดงผลด้วยตัวเลข 7 ส่วนแบบ 4 หลัก เป็นกลุ่มวงจรทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลด้วยตัวเลข 7 ส่วน แบ่งเป็นจำนวนหลักทั้งหมด 4 หลัก
- กลุ่มวงจรแสดงผลด้วยเสียง จะทำหน้าที่รับสัญญาณนาฬิกาช่วงความถี่ 500-4000 Hz

เมื่อออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในกลุ่มวงจรต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ก็จะนำวงจรทั้งหมดมาทดลองสร้างบอร์ดทดลอง CPLD ขึ้น เพื่อทดสอบการใช้งานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนต่างๆ ว่าสามารถนำมาใช้งานได้จริงตามวงจรที่ออกแบบไว้ได้หรือไม่ ถ้ามีข้อบกพร่องในส่วนใดก็จะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้นของวงจร จนกว่าจะสามารถนำมาใช้งานได้จริงและไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อดำเนินการเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกัน

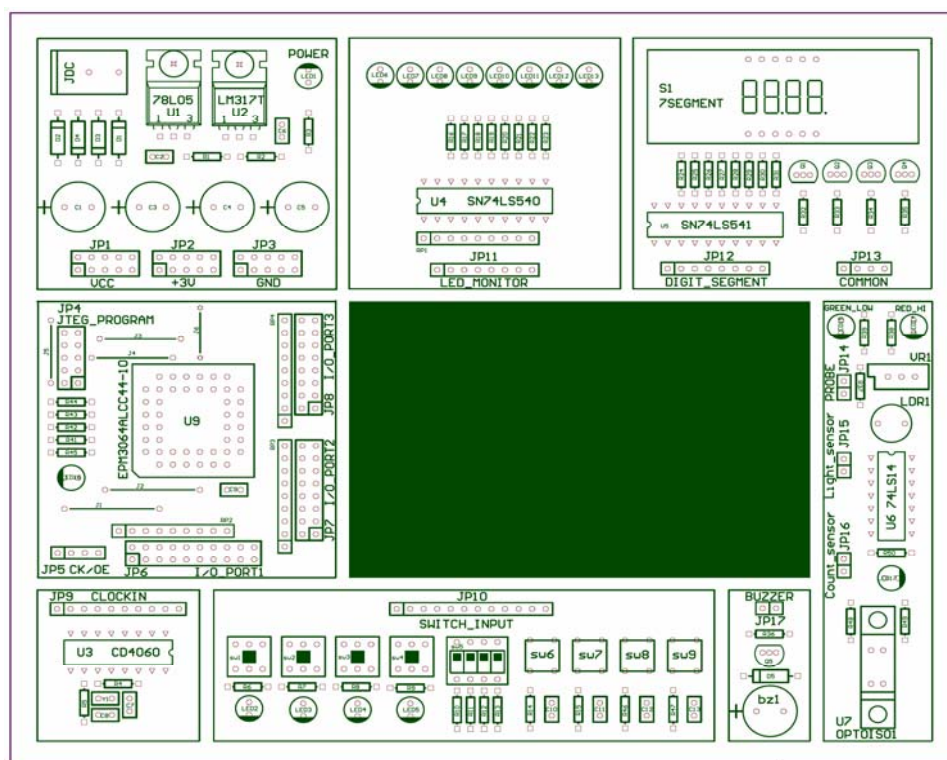


ภาพที่ 3-7 บอร์ดทดลอง CPLD ที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

หลังจากทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบจากการต่อวงจรใช้งานจริงแล้ว สามารถทำงานได้ตรงตามคุณสมบัติที่ต้องการทั้งหมดแล้ว จะนำกลุ่มวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ มาออกแบบลงบนโปรแกรมสำหรับออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชื่อ Prote199 SE โดยการวาดสัญลักษณ์เชื่อมต่อเป็นแผนผังวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดลงบนโปรแกรม กำหนดชื่อ, ชนิดของอุปกรณ์, ชนิดของตัวถังอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดลงบนโปรแกรม จากนั้นสร้างและกำหนดขอบเขตของแผ่นวงจรพิมพ์ แล้วนำตัวถังของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดที่กำหนดไว้ในโปรแกรม มาจัดวางให้เหมาะสมลงบนภาพขอบเขตของแผ่นวงจรพิมพ์ ซึ่งจากแนวคิดของผู้วิจัยจะนำเอากลุ่มวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ EPM3064ALC44-10 มาวางไว้ในทางด้านซ้ายของบอร์ดทดลอง CPLD นำกลุ่มวงจรภาคจ่ายไฟมาวางในมุมบนด้านซ้ายของบอร์ดทดลอง CPLD นำกลุ่มวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณเข้าสู่ระบบ มาวางไว้ทางด้านล่างของบอร์ดทดลอง CPLD และนำกลุ่มวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณออกเพื่อแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ไว้ทางด้านบนและด้านขวาของบอร์ดทดลอง CPLD จากการจัดวางตำแหน่งของกลุ่มวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จะมุ่งเน้นให้ผู้ใช้ดำเนินงานต่างๆ บนบอร์ดทดลอง CPLD ได้สะดวก ไม่เกิดความสับสนในการใช้งาน ประหยัดเนื้อที่ใช้งาน และมีส่วนที่สามารถพัฒนางจรอิเล็กทรอนิกส์จากแผงโปรโตบอร์ดเพิ่มเติมได้ นำข้อมูลทั้งหมดจัดทำแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และส่วนประกอบอื่นๆ จนเสร็จสมบูรณ์

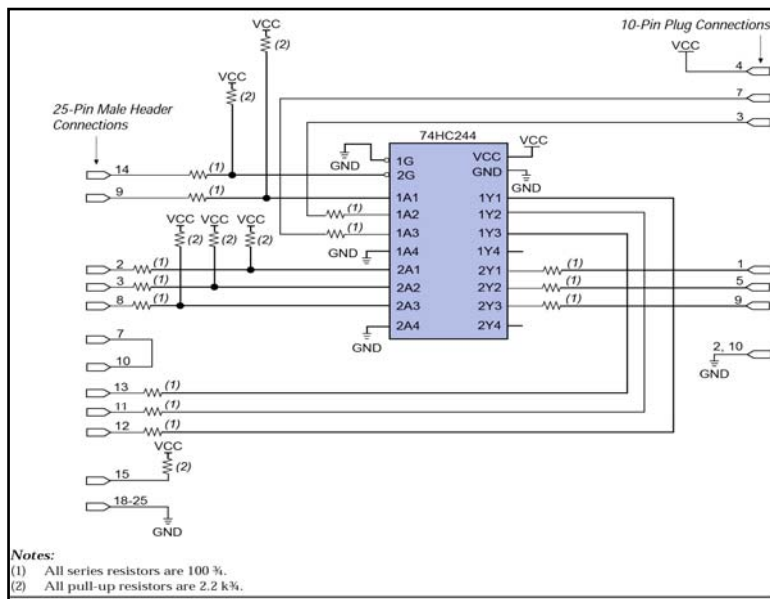


ภาพที่ 3-8 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของบอร์ดทดลอง CPLD โดยใช้โปรแกรม Protel99SE

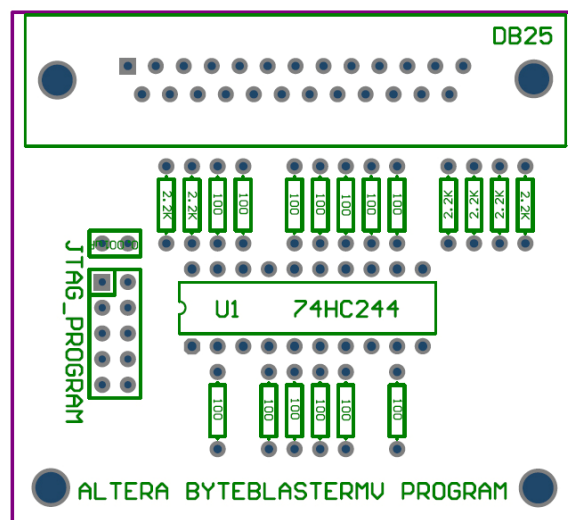


ภาพที่ 3-9 การวางตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของบอร์ดทดลอง CPLD

ข) สร้างเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการส่งโปรแกรมข้อมูลจากโปรแกรม Maxplus II ผ่านจุดเชื่อมต่อพอร์ตนานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่านเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ไปยังบอร์ดทดลอง CPLD สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาใช้ในการสร้างนี้ อ้างอิงข้อมูลมาจากบริษัท ALTERA ซึ่งได้ออกแบบวงจรของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ให้เหมาะสมวงจรรวมดิจิทัลของบริษัท จึงสามารถนำมาออกแบบและการดำเนินงานสร้างเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ซึ่งมีแนวทางในการออกแบบเหมือนกับการสร้างบอร์ดทดลอง CPLD



ภาพที่ 3-10 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV



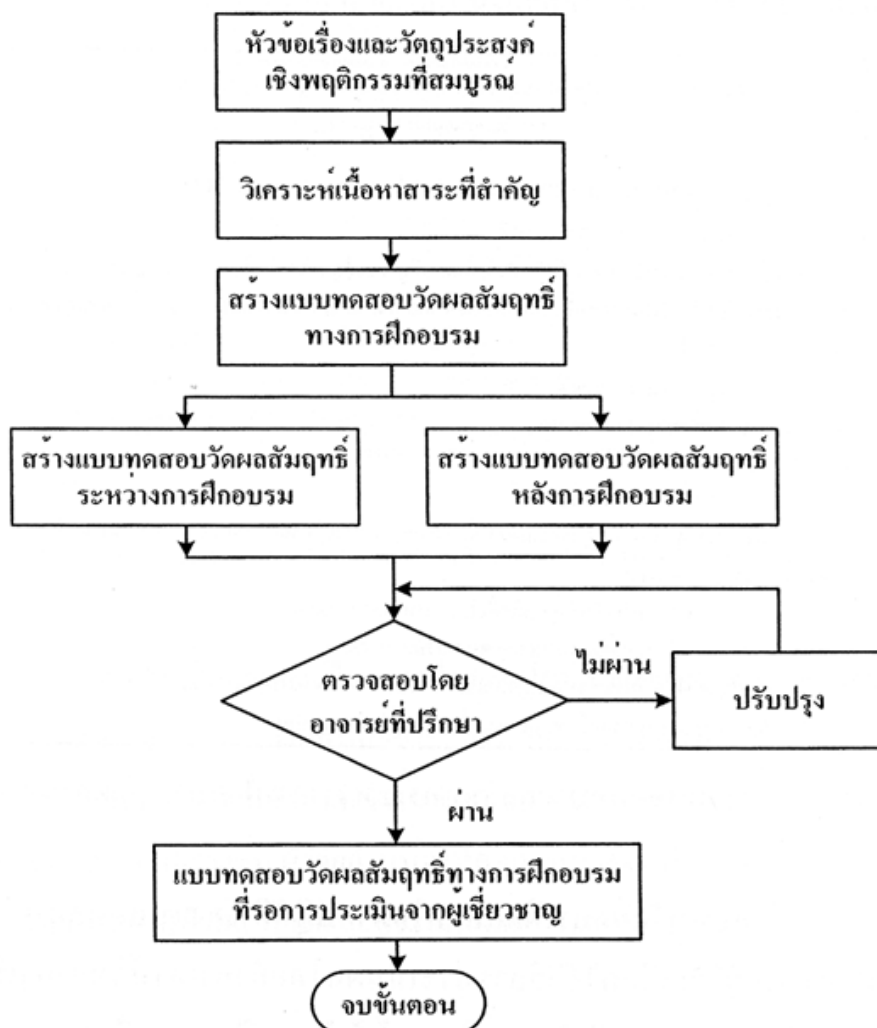
ภาพที่ 3-11 การวางตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV

ค) สื่ออุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เป็นอุปกรณ์เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการที่ใช้ในการฝึกอบรม ตัวอย่างเช่น สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า ตัวต้านทาน หลอดไดโอดเปล่งแสง เป็นต้น จัดเตรียมเป็นชุดทดลอง CPLD ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำชุดทดลองทั้งหมดจำนวน 6 ชุด สามารถนำไปใช้งานได้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 18 คน

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม หลังจากสร้างใบปฏิบัติงานเรียบร้อยแล้ว จะนำเนื้อหาสาระจากใบปฏิบัติงานมาสร้างเป็นข้อสอบ โดยสร้างข้อสอบตามรายการหัวข้อเรื่องและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นิยมใช้การสร้างชุดข้อสอบแบบปรนัย แบ่งชุดข้อสอบออกเป็น 2 ชุดคือ

ก) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม

ข) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม



ภาพที่ 3-12 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม

ในชุดข้อสอบทั้ง 2 ชุดนี้ ภายในชุดข้อสอบจะแบ่งส่วนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ส่วนคือ ข้อสอบที่วัดผลการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี และข้อสอบที่วัดผลการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ โดยมีแนวทางในการดำเนินงานดังนี้

- ข้อสอบที่วัดผลการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี จะพิจารณาจากเนื้อหาสาระที่สำคัญและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในภาคทฤษฎี โดยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 1 หัวข้อ จะต้องมีการสร้างข้อสอบอย่างน้อย 2 ข้อ เนื่องจากเมื่อนำข้อสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง อาจมีข้อสอบบางข้อไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดและต้องตัดข้อสอบข้อนั้นออกไป อาจทำให้เสียเวลาในการดำเนินการทดลองใหม่อีกครั้ง สำหรับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีรายละเอียดของเนื้อหาสาระค่อนข้างมาก การสร้างข้อสอบสามารถกระทำได้มากกว่า 2 ข้อ ซึ่งพิจารณาได้จากเงื่อนไขและขอบเขตที่ต้องการให้ผู้เข้ารับฝึกอบรมแสดงพฤติกรรมมาน้อยเพียงใด (ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม ในภาคผนวก ง หน้า 209-211)

 ชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม
แบบทดสอบบทที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II
คำชี้แจง แบบทดสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ ใช้เวลา 3 นาที
คำสั่ง จงทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบ ☐ ในหัวข้อคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
1. โปรแกรม MAXPLUS II สามารถติดตั้งกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รุ่นต่ำสุดคือรุ่นใด ก. หน่วยประมวลผลกลาง Pentium 66 ข. หน่วยประมวลผลกลาง Pentium 100 ค. หน่วยประมวลผลกลาง Pentium II 100 ง. หน่วยประมวลผลกลาง Pentium II 433
2. จากการติดตั้งโปรแกรม เมื่อปรากฏข้อความเตือนการขออนุญาตใช้งาน โปรแกรม MAXPLUS II ในกล่องข้อความเตือนนี้มีความหมายว่าอย่างไร ก. เป็นข้อความต้อนรับการติดตั้งเข้าสู่การติดตั้ง โปรแกรม MAXPLUS II ข. บอกว่าโปรแกรมมีลิขสิทธิ์ต้องขอใบอนุญาตจากบริษัท ALTERA ค. ต้องขออนุญาตใช้งาน โปรแกรม MAXPLUS II ในเว็บไซต์ www.altera.com ง. ให้ผู้รับกา ฝึกอบรมกรอกชื่อของท่านและชื่อสถานที่ทำงานของท่าน

ภาพที่ 3-13 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม วัดผลในภาคทฤษฎี

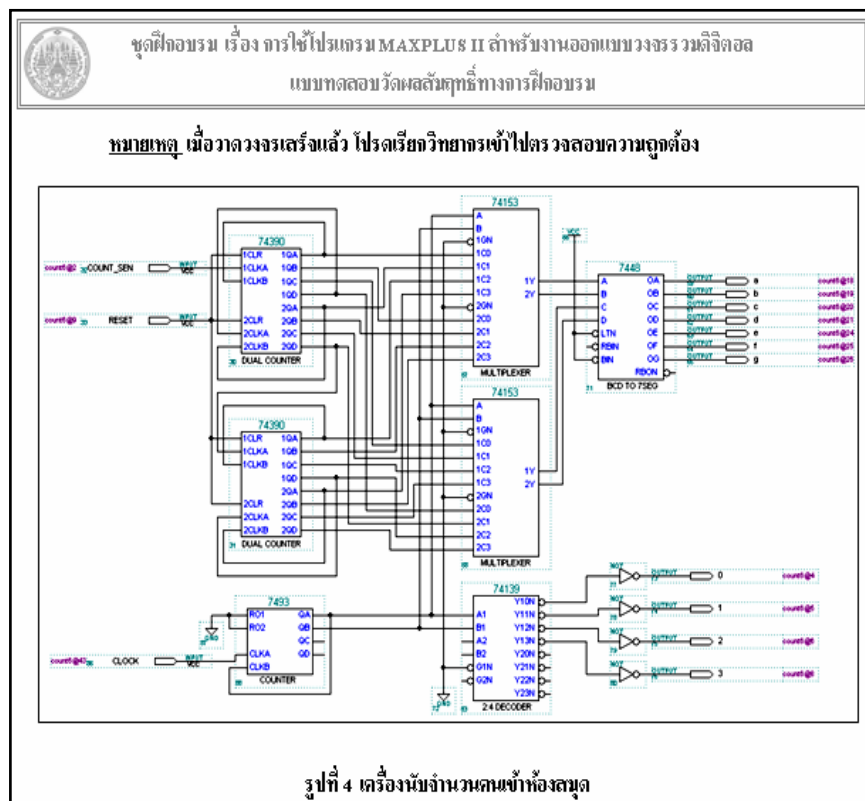
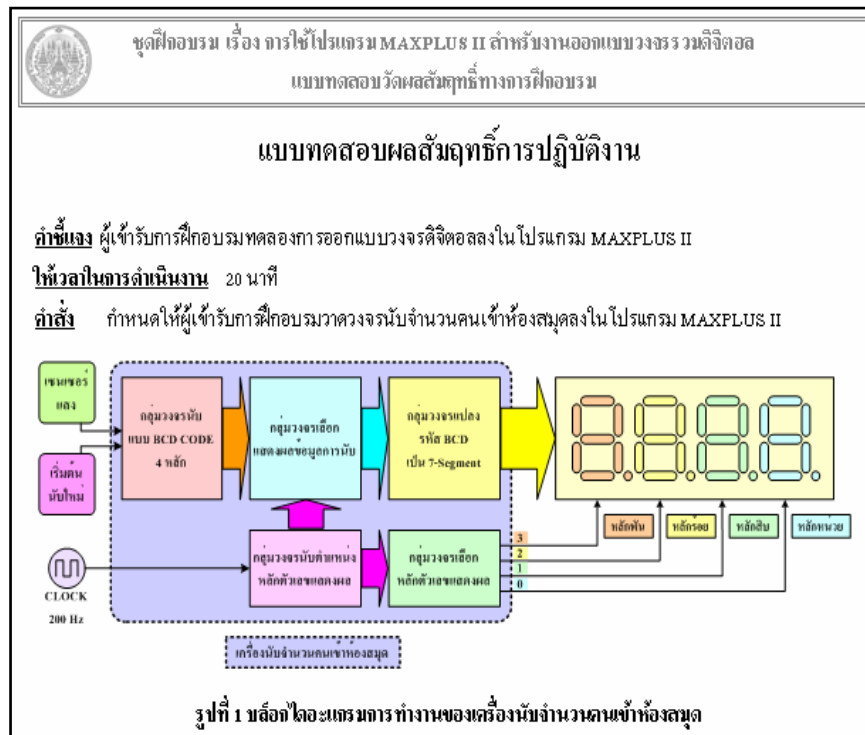
- ข้อสอบที่วัดผลการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการประเมินผลโดยกำหนดให้วิทยากรเป็นผู้วัดและประเมินผลการปฏิบัติงาน จากการปฏิบัติงานจริงของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นรายบุคคล โดยมีการกำหนดลำดับหัวข้อที่สำคัญในการปฏิบัติงาน วิทยากรจะประเมินผลโดยให้คะแนนในแต่ละหัวข้อที่ทำการประเมิน มีระดับคะแนนสำหรับการพิจารณางานปฏิบัติ คือ ระดับคะแนน 5 หมายถึง ทำได้

ถูกต้องทั้งหมด, ระดับคะแนน 4 หมายถึง ทำได้ถูกต้องแต่มีข้อแก้ไขบางส่วน, ระดับคะแนน 3 หมายถึง ทำได้ถูกต้องปานกลางมีข้อซักถามบ่อยครั้ง ระดับคะแนน 2 หมายถึง ทำได้บ้างต้องแนะนำเกือบทุกขั้นตอน, ระดับคะแนน 1 หมายถึง ทำไม่ได้เลย สังเกตว่าการประเมินผลแบบนี้ วิทยากรต้องใช้เวลามากในการประเมินผล ดังนั้นจึงต้องมีผู้ช่วยในการประเมินผลอย่างน้อย 2 ท่าน และจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะต้องไม่เกิน 18 คน ดังนั้นผู้ประเมิน 1 ท่านต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม 6 ท่าน ทำการประเมินในหัวข้อการปฏิบัติงานที่สำคัญ ต้องผ่านการปฏิบัติงานได้จริง (ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมภาคปฏิบัติ ในภาคผนวก ง หน้า 212-213)

ชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล						
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม						
แบบทดสอบงานปฏิบัติที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II						
คำชี้แจง กำหนดให้วิทยากรประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในแต่ละท่านตามหัวข้อที่แนะนำดังนี้						
ระดับคะแนน ได้คะแนน 5 คือ ทำได้ถูกต้องทั้งหมด						
4 คือ ทำได้ถูกต้องแต่มีข้อแก้ไขบางส่วน						
3 คือ ทำได้ถูกต้องปานกลางมีข้อซักถามบ่อยครั้ง						
2 คือ ทำได้บ้างต้องแนะนำเกือบทุกขั้นตอน						
1 คือ ทำไม่ได้เลย						
ลำดับหัวข้อที่วิทยากรต้องประเมินผล		ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1. การกรอกชื่อของท่านและชื่อสถานที่ทำงาน ได้ถูกต้อง		☐	☐	☐	☐	☐
2. เลือกส่วนประกอบของการติดตั้งโปรแกรมได้ถูกต้อง		☐	☐	☐	☐	☐
3. เลือกไดรฟ์เก็บข้อมูลคือ C:\maxplus2 และ C:\max2work ได้ถูกต้อง		☐	☐	☐	☐	☐
4. ตำแหน่งเมนูที่เรียกใช้โปรแกรมอยู่ที่เมนู START ⇨ Program ⇨ <u>Maxplus</u> II 10.2 BASELINE ⇨ <u>Maxplus</u> II 10.2 BASELINE ถูกต้อง		☐	☐	☐	☐	☐
ผลคะแนนรวม =		คะแนน				

ภาพที่ 3-14 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม วัดผลในภาคปฏิบัติ

- ข้อสอบที่วัดผลการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมการฝึกอบรม จะวัดผลโดยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมออกแบบวงจรดิจิทัลที่กำหนดให้ลงในโปรแกรม MAXPLUS II แล้วดำเนินงานต่างๆ จนสามารถนำการออกแบบไปใช้งานได้จริงบนบอร์ดทดลอง CPLD ที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยกำหนดให้ออกแบบวงจรดิจิทัลเป็นเครื่องนับจำนวนคนเข้าห้องสมุด วิทยากรทำหน้าที่แนะนำและประเมินผลการปฏิบัติงาน (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 214-218)



ภาพที่ 3-15 ตัวอย่างงานในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม วัดผลในภาคปฏิบัติ

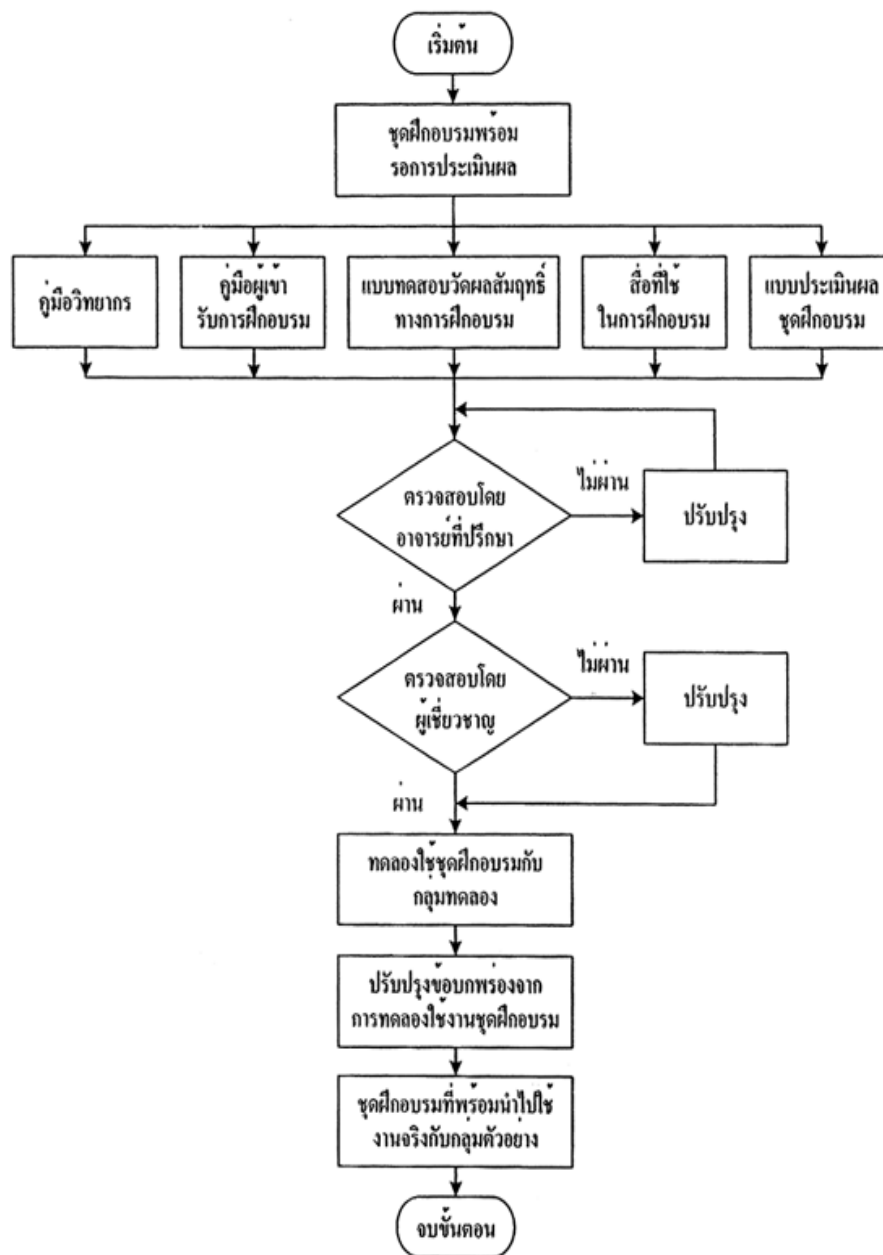
- สรุปว่า ในการสร้างข้อสอบจะต้องคำนึงถึงขอบเขตของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้วยว่า สามารถวัดผลได้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ บ่งบอกถึงสมรรถภาพที่แท้จริงของผู้เรียนได้ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม

3.3.2.4 สร้างคู่มือวิทยากร เป็นการจัดทำแผนการฝึกอบรมโดยจัดทำเอกสารในส่วน of แผนการฝึกอบรม ซึ่งจะเป็นการกำหนดแนวทางในการจัดการฝึกอบรม ช่วยชี้แจงข้อมูลให้วิทยากรทราบเกี่ยวกับคุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมและวิทยากร รายการเครื่องมือที่ใช้ในการฝึกอบรม การกำหนดกรอบเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรม โครงสร้างของหลักสูตรฝึกอบรม รายการหัวข้อและระดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตารางวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม ตารางปฏิบัติการ พร้อมทั้งรวบรวมเอกสารต่างๆที่ได้ดำเนินการสร้างเรียบร้อยแล้ว คือ ใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม และเอกสารของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม นำข้อมูลทั้งหมดมาจัดเรียงลำดับให้เหมาะสม สร้างเป็นหนังสือคู่มือสำหรับวิทยากร

3.3.2.5 สร้างคู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม เป็นการจัดทำเอกสารสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยการรวบรวมเอกสารที่จำเป็นสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม คือ แผนการฝึกอบรม บางส่วนกำหนดเวลาในการฝึกอบรม โครงสร้างหลักสูตรฝึกอบรม ใบปฏิบัติงาน เอกสารของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม รายละเอียดที่น่าสนใจของโปรแกรม Maxplus II นำข้อมูลทั้งหมดมาจัดเรียงลำดับให้เหมาะสม สร้างเป็นหนังสือคู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม

3.3.2.6 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบชุดฝึกอบรม โดยขบวนการสร้างส่วนประกอบของชุดฝึกอบรมทั้งหมด จำเป็นต้องให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ และปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ชุดฝึกอบรมสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินผลชุดฝึกอบรมและผลการประเมินชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม จำเป็นต้องผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินงานโดยการสร้างแบบประเมินผลชุดฝึกอบรม ให้สามารถประเมินผลชุดฝึกอบรมในด้านต่างๆ จากนั้นนำแบบประเมินผลชุดฝึกอบรมพร้อมทั้งชุดฝึกอบรมที่ผ่านการตรวจสอบและประเมินผลจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลชุดฝึกอบรมตามหัวข้อในแบบประเมินผลชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินผลของชุดฝึกอบรม วิเคราะห์ผลการประเมินและข้อเสนอแนะที่ได้ มาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ ซึ่งจะได้ชุดฝึกอบรมที่พร้อมนำไปใช้ทดลองต่อไป สำหรับการสร้างแบบประเมินชุดฝึกอบรมนี้ขอเสนอ ดังหัวข้อต่อไปนี้ (รายนามผู้เชี่ยวชาญและแบบประเมินผลชุดฝึกอบรม อยู่ในภาคผนวก ข หน้า 124-142)



ภาพที่ 3-16 ขั้นตอนการประเมินผลชุดฝึกอบรมโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

3.3.3.1 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ความสอดคล้องและความเหมาะสมระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม พิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อว่า ข้อสอบที่กำลังพิจารณาอยู่ในขณะนั้น สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ จึงนำชุดฝึกอบรมให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลโดยการให้คะแนนตามความคิดเห็นดังนี้

ก) ระดับคะแนน+1 หมายถึงเห็นด้วยว่าข้อสอบวัดความรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนี้ได้

ข) ระดับคะแนน 0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดความรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนี้ได้

ค) ระดับคะแนน -1 หมายถึงไม่เห็นด้วยว่าข้อสอบวัดความรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนี้ได้

ถ้าผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะนำผลการประเมินของข้อสอบทั้งหมด มาวิเคราะห์ผลคะแนนเป็นรายข้อโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) โดยค่าคะแนน IOC ที่ได้ตามมาตรฐานแล้ว ต้องมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 แสดงว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นข้อนั้นมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถนำข้อสอบข้อนั้นไปใช้งานได้จริง แต่ถ้าค่าคะแนน IOC มีค่าต่ำกว่า 0.50 แสดงว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นข้อนั้นไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องตัดข้อสอบข้อนั้นทิ้งไปหรือแก้ไขปรับปรุงใหม่ให้สามารถนำมาใช้งานได้

ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม ค่าที่ได้อยู่ในช่วงระหว่าง 0.60-1.00 โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.93 คะแนน (ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อสอบ มีรายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ก หน้า 146-151)

ตารางที่ 3-1 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม

ใบปฏิบัติงานที่	ช่วงคะแนนความสอดคล้อง	ค่าเฉลี่ย
1	0.60-1.00	0.90
2	0.60-1.00	0.91
3	0.80-1.00	0.95
4	0.60-1.00	0.93
5	0.60-1.00	0.86
6	0.80-1.00	0.96
ความสอดคล้องโดยรวม	0.60-1.00	0.93

3.3.3.2 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม เป็นการประเมินผลชุดฝึกอบรมในด้านต่างๆ คือ ด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม และด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม พิจารณาองค์ประกอบของชุดฝึกอบรมทั้งหมดที่สร้างขึ้น แล้วแสดงความคิดเห็นในด้านต่างๆ ออกมาเป็นระดับคะแนนความคิดเห็นลักษณะมาตราส่วน 5 ระดับ โดยมีระดับคะแนนดังนี้

- ก) ระดับคะแนน 5 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเหมาะสมมากที่สุด
- ข) ระดับคะแนน 4 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเหมาะสมมาก
- ค) ระดับคะแนน 3 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเหมาะสมปานกลาง
- ง) ระดับคะแนน 2 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเหมาะสมน้อยควรปรับปรุง
- จ) ระดับคะแนน 1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าไม่เหมาะสม

3.3.3.3 แบบประเมินความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม เป็นการประเมินผลชุดฝึกอบรมในด้านต่างๆ คือ ด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม และด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม โดยเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญ เขียนวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียได้อย่างเสรี

3.3.3.4 อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมของแบบประเมินผลชุดฝึกอบรม และปรับปรุงแก้ไขจนได้แบบประเมินผลชุดฝึกอบรมที่สมบูรณ์ จากนั้นนำชุดฝึกอบรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลชุดฝึกอบรม (รายนามผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ข หน้า 123)

3.3.4 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม ดังนี้

3.3.4.1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม เป็นการประเมินคุณสมบัติโดยรวมของชุดฝึกอบรม ในด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม ด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม ซึ่งมีการแปลความหมายของแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านมีเกณฑ์การประเมินผลในแต่ละหัวข้อดังนี้

- ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก
- ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

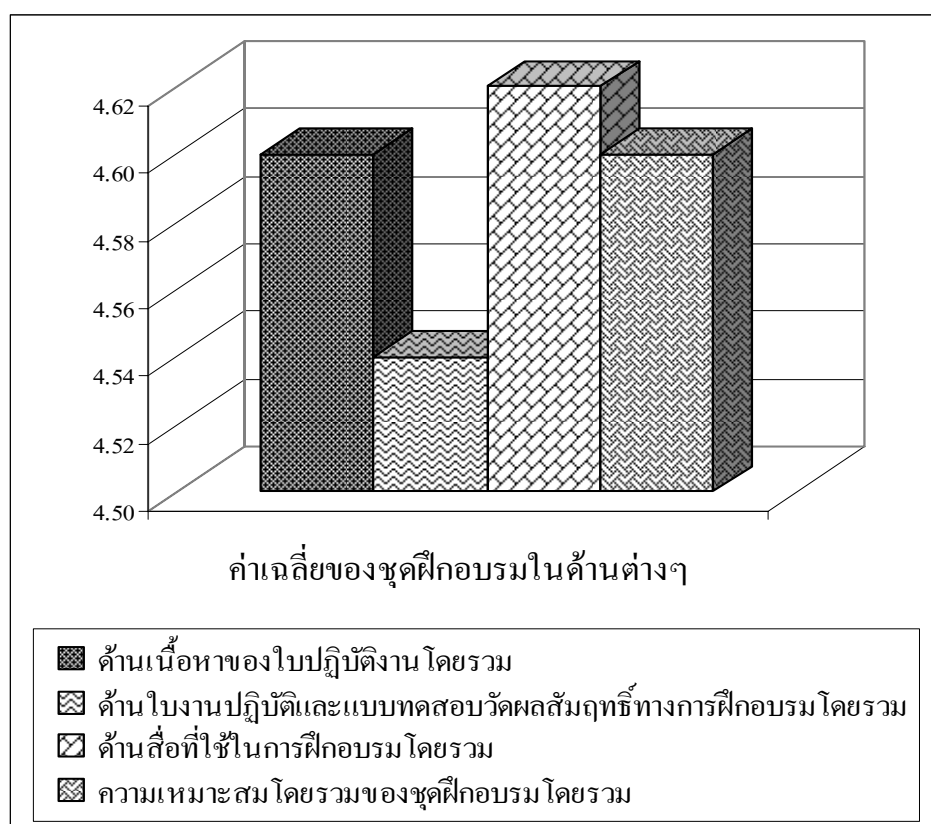
ตารางที่ 3-2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม

หัวข้อคำถามสำหรับแสดงความคิดเห็น	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่					ระดับความคิดเห็น	
ด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	สรุปความคิดเห็น
1. เนื้อหาวิชาครอบคลุมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
2. เนื้อหาวิชามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. การเรียงลำดับของเนื้อหาเหมาะสม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4. ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย	4	5	5	4	4	4.4	เหมาะสมมาก
5. รูปภาพประกอบชัดเจน	5	5	4	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. รูปภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหาคำบรรยาย	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
7. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
8. การจัดรูปแบบของใบปฏิบัติงานเหมาะสม	5	4	5	4	4	4.4	เหมาะสมมาก
ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	สรุปความคิดเห็น
1. ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานเหมาะสม	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย	4	5	5	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3. รูปภาพประกอบชัดเจน	4	5	4	5	4	4.4	เหมาะสมมาก
4. คำถามและโจทย์สอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	4	4	4	4.4	เหมาะสมมาก
6. คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
7. คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	4	5	5	4	4	4.4	เหมาะสมมาก
ด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	สรุปความคิดเห็น
1. สื่อมีความเหมาะสมและสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. สื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3. สื่อมีความเหมาะสมกับระดับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4. สื่อสามารถนำไปใช้งานได้สะดวก	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. สื่อสามารถเก็บและบำรุงรักษาได้สะดวก	5	5	5	3	4	4.4	เหมาะสมมาก
6. ต้นทุนในการผลิตสื่อมีความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับ	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
7. สื่อมีรูปภาพที่ชัดเจนและเหมาะสม	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
9. คำบรรยายประกอบรูป สั้น กระชับ ชัดเจน อ่านง่าย	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
* ความเหมาะสมโดยรวมในการนำชุดฝึกอบรมไปใช้งานจริง	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 3-2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม (ต่อ)

สรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม	ค่าเฉลี่ย	สรุปความคิดเห็น
ด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงานโดยรวม	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมโดยรวม	4.54	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมโดยรวม	4.62	เหมาะสมมากที่สุด
ความเหมาะสมโดยรวมของชุดฝึกอบรมโดยรวม	4.60	เหมาะสมมากที่สุด

สรุปผลการประเมินชุดฝึกอบรม ในด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ย 4.60 แสดงว่าเนื้อหาของใบปฏิบัติงานมีความเหมาะสมมากที่สุดที่จะนำไปใช้ในการฝึกอบรม ในด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ย 4.54 แสดงว่าใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบมีความเหมาะสมมากที่สุดที่จะนำไปใช้ในการวัดผลการฝึกอบรม ด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ย 4.62 แสดงว่าสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมมีความเหมาะสมมากที่สุด ที่จะนำไปใช้ในการให้ความรู้และทักษะปฏิบัติงานในการฝึกอบรม



ภาพที่ 3-17 แสดงแผนภูมิค่าเฉลี่ยของการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม

3.3.4.2 ผลการประเมินความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อเสนอแนะต่างๆ ดังนี้

ก) ด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน โดยรวมมีเนื้อหาละเอียดชัดเจน เข้าใจง่าย มีลำดับขั้นตอนระบุอย่างชัดเจน จำนวนเนื้อหาครบตามวัตถุประสงค์ แต่จำนวนเนื้อหาถือว่ากว้างกว่าวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ จึงทำให้ไม่เหมาะสมกับเวลาที่จะทำการฝึกอบรม ซึ่งต้องกระชับและแบ่งเป็นเฉพาะเรื่อง เนื้อหาควรมีการกล่าวถึงการนำไปใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD ให้มากขึ้น ชุดฝึกอบรมเหมาะสมกับผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมที่มีความรู้พื้นฐานของวงจรดิจิทัล แต่ควรมีการกล่าวถึงกลุ่มวงจรดิจิทัลพื้นฐาน สำหรับใช้ฝึกอบรมกับผู้ที่มีพื้นฐานวงจรดิจิทัลน้อย

ข) ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่แล้ว มีการตรวจสอบทุกขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ทำให้วิทยากรสามารถช่วยเหลือผู้ได้รับการฝึกอบรมได้ดี และผู้ได้รับการฝึกอบรมสามารถตรวจสอบตัวเองได้ด้วย สำหรับข้อสอบบางข้อใช้ภาษาพูดมากกว่าภาษาเขียน ควรใช้คำศัพท์ให้เหมาะสม

ค) ด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม โดยรวมมีความเหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ เห็นได้อย่างชัดเจน มีภาพประกอบครบทุกขั้นตอน ทำให้เข้าใจขั้นตอนต่างๆ ได้โดยง่าย สำหรับบอร์ดทดลอง CPLD มีความเหมาะสมกับโปรแกรม แต่หากต้องการให้ผู้ได้รับการฝึกอบรมมองเห็นความสำคัญของโปรแกรมและบอร์ดทดลอง CPLD ในการนำไปใช้งานจริง ควรมีอุปกรณ์สำหรับแสดงการประยุกต์ใช้งาน เช่น มอเตอร์กำลัง , หลอดไฟขนาด 5-10 วัตต์ , ลิมิตสวิตช์ที่ใช้ในโรงงาน , สำหรับสร้างงานในระบบควบคุมได้ในเบื้องต้น

3.3.5 นำชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นทั้งหมดไปใช้งานกับกลุ่มทดลอง เป็นการทดลองใช้งานชุดฝึกอบรมโดยฝึกอบรมให้กับกลุ่มทดลองที่เป็นผู้ที่เคยผ่านการเรียนในวิชาดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผลการเรียนดี 2 คน มีผลการเรียนปานกลาง 1 คน และผลการเรียนอ่อน 2 คนให้มาเข้ารับการฝึกอบรมอย่างใกล้ชิดจำนวน 5 คน เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการฝึกอบรม ในด้านการสอน รูปแบบการใช้ภาษา ความเหมาะสมของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำชุดฝึกอบรมไปใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากดำเนินการฝึกอบรมให้กับกลุ่มทดลองแล้ว ก็จะนำผลการฝึกอบรมของกลุ่มทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้หลักการวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าความยากง่ายของข้อสอบและอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยมีเงื่อนไขที่สำคัญดังนี้

3.3.5.1 ค่าความยากง่ายของข้อสอบ ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 0.20-0.80 หมายถึงข้อสอบที่นำมาใช้ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.20 หรือมีค่ามากกว่า 0.80 แสดงว่าข้อสอบมีความยากและมีความง่ายของข้อสอบจนเกินไปไม่สามารถนำข้อสอบข้อนั้นมาใช้วัดผลได้ จึงต้องตัดข้อสอบข้อนั้นออกไป

3.3.5.2 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 0.20-1.00 หมายถึง ข้อสอบสามารถแบ่งกลุ่มของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในกลุ่มที่ทำคะแนนข้อสอบได้มาก แยกออกจากกลุ่มที่ทำคะแนนของข้อสอบได้น้อยได้อย่างชัดเจน แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.20 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีอำนาจจำแนกน้อยเกินไป ไม่สามารถแยกผู้เข้ารับการฝึกอบรมในกลุ่มเรียนเก่งออกจากกลุ่มเรียนอ่อนได้ จึงต้องตัดข้อสอบข้อนั้นออกไป

3.3.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 146-151)

ตารางที่ 3-3 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบในภาคทฤษฎีและจำนวนข้อสอบที่นำมาใช้งานจริง

ใบปฏิบัติงานที่	ค่าความยากง่าย โดยเฉลี่ย	ค่าอำนาจจำแนก โดยเฉลี่ย	จำนวนข้อสอบที่ นำมาใช้งานจริง (ข้อ)
1.	0.63	0.50	6
2.	0.60	0.50	9
3.	0.46	0.50	7
4.	0.49	0.44	30
5.	0.53	0.37	11
6.	0.44	0.31	16
ค่าเฉลี่ยรวมจากข้อมูลทั้งหมด	0.50	0.41	79

3.3.7 คัดเลือกข้อสอบที่วิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ดำเนินการโดยนำข้อสอบที่มีค่าทางสถิติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือมีค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ในพิสัยระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเท่ากับ 0.50 คัดเลือกข้อสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอย่างน้อย 1 ข้อต่อ 1 วัตถุประสงค์ ซึ่งคัดเลือกข้อสอบได้ทั้งหมด 79 ข้อ นำมาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมโดยแบ่งออกเป็นข้อสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมจำนวน 40 ข้อ และข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมจำนวน 40 ข้อ โดยมีข้อสอบที่ใช้ซ้ำกัน 1 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 148-153)

3.3.8 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรหาค่าความเชื่อมั่นของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยเครื่องมือจะต้องมีลักษณะที่วัดองค์ประกอบร่วม และคะแนนแต่ละข้อต้องอยู่ในลักษณะคือ ทำข้อสอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ทำข้อสอบไม่ถูกต้องได้ 0 คะแนน ถ้าตรวจคะแนนนอกเหนือจากนี้จะใช้วิธีการดังกล่าวหาความเชื่อมั่นไม่ได้ วิธีนี้มีสูตรที่ใช้ในการหาความเชื่อมั่นคือ สูตร KR.-20 (ล้วนและอังคณา, 2538 : 197)

3.3.9 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เป็นการนำข้อมูลของแบบทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้สูตรการหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ (S_t^2) และการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR.-20 ได้ผลของข้อมูลดังตารางที่ 3-4 (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 152-154)

ตารางที่ 3-4 รายการข้อมูลในการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

รายการข้อมูลที่ต้องนำมาวิเคราะห์	ผลของข้อมูล
1. จำนวนคนในกลุ่มทดลอง (N)	5
2. จำนวนข้อของข้อสอบ (n)	79
3. ผลรวมคะแนนของแต่ละคน ($\sum X$)	210
4. ค่าเฉลี่ยผลรวมคะแนนของแต่ละคน ($\bar{x}$)	2.66
5. ผลรวมคะแนนยกกำลังสองของแต่ละคน ($\sum X^2$)	678
6. ความแปรปรวนของแบบทดสอบ (S_t^2)	-1628.40
7. ผลรวมของสัดส่วนคนทำถูกกับคนทั้งหมดคูณกับสัดส่วนของคนทำผิด ($\sum pq$)	14.88
8. ผลความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR.-20 (r_{tt})	1.02

จากตารางที่ 3-4 ผลของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ข้อสอบที่นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี มีความเชื่อมั่นได้ว่า สามารถวัดผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบไม่ว่าจะกี่ครั้ง จะต้องได้ผลคะแนนสอบที่มีค่าเท่าเดิมเสมอ

3.3.10 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนต่างๆ เรียบร้อยแล้ว จะนำข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการทดลองใช้ชุดฝึกอบรม มาปรับปรุงแก้ไขเป็นครั้งสุดท้าย จากนั้นรวบรวมและจัดทำเอกสารในส่วนต่างๆ ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ รวมทั้งจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการฝึกอบรมให้พร้อมที่จะสามารถดำเนินการจัดฝึกอบรมได้จริงให้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4 การดำเนินงานทดลองชุดฝึกอบรมและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้วิธีการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว มีรายละเอียดในการดำเนินการทดลองชุดฝึกอบรมและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.4.1 เปิดรับสมัครผู้เข้ารับการฝึกอบรม ผู้วิจัยได้จัดทำป้ายประกาศเปิดรับสมัครผู้ที่มีความสนใจที่จะเข้ารับการฝึกอบรมในเรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล โดยกำหนดคุณสมบัติคือ เป็นผู้ที่เคยผ่านการเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับดิจิทัลเทคนิคหรือวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิกมาแล้ว หรือผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและสนใจงานทางด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล มีระยะเวลาการรับสมัคร 1 เดือนก่อนวันที่จัดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้จัดฝึกอบรมในวันที่ 17-18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ช่วงเวลา 08.30 -16.30 น. รวมเวลาในการฝึกอบรม 2 วัน



ภาพที่ 3-18 ป้ายประกาศเปิดรับสมัครผู้ที่มีความสนใจที่จะเข้ารับการฝึกอบรม

3.4.2 ดำเนินการฝึกอบรมตามวันและเวลาที่กำหนด เริ่มต้นโดยการกล่าวนำเข้าสู่การฝึกอบรมแล้วดำเนินการฝึกอบรมตามแผนกำหนดการที่วางไว้ (รายละเอียดการดำเนินงานฝึกอบรมอยู่ในภาคผนวก ง หน้า 160-164)

ตารางที่ 3-5 ตารางแสดงกำหนดการฝึกอบรม

กำหนดระยะเวลาในการฝึกอบรม 2 วัน ช่วงเวลา 08.30 น. ถึง 16.30 น. ใช้เวลา 400 นาทีต่อ 1 วัน		
ตารางเวลาในวันที่ 1 ของการฝึกอบรม		
กำหนดเวลา	ระยะเวลา	หัวข้อในการฝึกอบรม
08.25น.-08.30น.	5 นาที	กล่าวเปิดงานฝึกอบรม
08.30น.-09.00น.	30 นาที	การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II
09.00น.-09.30น.	30 นาที	การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II
09.30น.-10.00น.	30 นาที	การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV
10.00น.-10.10น.	10 นาที	ทำแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม
10.10น.-10.20น.	10 นาที	พัก 10 นาที
10.20น.-12.00น.	100 นาที	การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล
12.00น.-13.00น.	60 นาที	พักรับประทานอาหาร
13.00น.-14.40น.	100 นาที	การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล(ต่อ)
14.40น.-14.50น.	10 นาที	พัก 10 นาที
14.50น.-16.10น.	80 นาที	การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล(ต่อ)
16.10น.-16.30น.	20 นาที	ทำแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม
ตารางเวลาในวันที่ 2 ของการฝึกอบรม		
กำหนดเวลา	ระยะเวลา	หัวข้อในการฝึกอบรม
08.25น.-08.30น.	5 นาที	กล่าวเปิดงานฝึกอบรม
08.30น.-09.30น.	60 นาที	การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD
09.30น.-09.40น.	10 นาที	ทำแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม
09.40น.-10.10น.	30 นาที	ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง
10.10น.-10.20น.	10 นาที	พัก 10 นาที
10.20น.-12.00น.	100 นาที	ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง (ต่อ)
12.00น.-13.00น.	60 นาที	พักรับประทานอาหาร
13.00น.-14.40น.	100 นาที	ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง (ต่อ)
14.40น.-14.50น.	10 นาที	พัก 10 นาที
14.50น.-15.10น.	20 นาที	ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง (ต่อ)
15.10น.-15.20น.	10 นาที	ทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน
15.20น.-15.30น.	10 นาที	ตอบข้อซักถามของผู้เข้ารับการฝึกอบรม
16.10น.-16.25น.	55 นาที	ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรม
16.25น.-16.30น.	5 นาที	กล่าวขอบคุณและปิดงานฝึกอบรม

3.4.3 ทดสอบผลการฝึกอบรมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม ในระหว่าง การฝึกอบรม เมื่อฝึกอบรมจบบทเรียน 1 หัวข้อเรื่องจะให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติงานตามใบ งานปฏิบัติที่กำหนดไว้ในแต่ละหัวข้อเรื่อง และวิทยากรเป็นผู้ประเมินผลการปฏิบัติงานตามรายการ ที่ระบุในแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน จากนั้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี เมื่อฝึกอบรมจบในแต่ละหัวข้อเรื่อง เพื่อประเมิน ความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ดำเนินงานเช่นนี้จนกว่าจะจบหลักสูตรการ ฝึกอบรม หลังจากดำเนินการฝึกอบรมจนครบทุกหัวข้อเรื่อง ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ เพื่อทดสอบความรู้หลังการฝึกอบรม และประเมินความก้าวหน้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ หลังจากนั้นให้ผู้เข้ารับการ ฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี เพื่อประเมินความก้าวหน้า ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี

3.4.4 วิเคราะห์ผลการฝึกอบรมจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม นำผลที่ได้จาก การปฏิบัติงานในใบปฏิบัติงาน การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ มาวิเคราะห์ผลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



ภาพที่ 3-19 ตัวอย่างภาพขณะดำเนินงานฝึกอบรมในภาคทฤษฎี



ภาพที่ 3-20 ตัวอย่างภาพขณะดำเนินงานฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ

3.4.5 ผลการวิเคราะห์รูปแบบการจัดฝึกอบรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการฝึกอบรมตามตารางระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ โดยมีรูปแบบการจัดฝึกอบรมเป็นลักษณะการนำเสนอในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติสลับกันไปตามบทเรียนที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตแล้วจึงขอล่าสรุปรูปแบบการดำเนินงานฝึกอบรมได้ดังนี้

3.4.5.1 การจัดฝึกอบรมในภาคทฤษฎี ถ้าจัดรูปแบบการฝึกอบรมโดยการให้ความรู้และเนื้อหาสาระของบทเรียนบทนั้นจนเสร็จสิ้นก่อน แล้วจึงดำเนินงานปฏิบัติของบทเรียนบทนั้นจนเสร็จสิ้นครบทุกบทเรียน สังเกตได้ว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสนใจในเนื้อหาสาระที่นำเสนอจากวิทยากร มากกว่าการจัดรูปแบบการฝึกอบรมในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติแบบที่ให้ความรู้และเนื้อหาสาระไปพร้อมกับการดำเนินงานปฏิบัติตามการนำเสนอของวิทยากร ซึ่งสังเกตได้ว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะมีความสนใจในเนื้อหาสาระจากการนำเสนอของวิทยากรน้อยลง แต่จะสนใจในการดำเนินงานปฏิบัติตามที่วิทยากรได้นำเสนอมากกว่า ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับเนื้อหาสาระจากการนำเสนอของวิทยากรได้น้อยลง

3.4.5.2 การจัดฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ เนื่องจากการปฏิบัติงานจริงผู้เข้ารับการฝึกอบรมในแต่ละท่านมีความสามารถในการรับรู้เนื้อหาสาระที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นในขั้นตอนการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรม บางท่านอาจปฏิบัติงานได้ล่าช้ากว่าผู้อื่น ซึ่งอาจเกิดจากการไม่เข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างแท้จริง หรืออาจเกิดจากการรับรู้เนื้อหาสาระที่ไม่ต่อเนื่อง ทำให้การปฏิบัติงานอาจเกิดคำถามที่ต้องให้วิทยากรหรือผู้ช่วยวิทยากรคอยแนะนำอยู่เสมอ จึงมีผลทำให้การดำเนินงานฝึกอบรมทำได้ล่าช้าจากตารางเวลาที่ได้กำหนดไว้ในบางหัวข้อ ซึ่งวิทยากรและผู้ช่วยวิทยากรได้คอยแนะนำอย่างใกล้ชิด จึงทำให้การดำเนินงานในบางหัวข้อของการฝึกอบรมเร็วขึ้น ดังนั้นถ้าในกรณีที่มีวิทยากรเพียงท่านเดียว หรือมีผู้เข้ารับการฝึกอบรมมากกว่านี้ จำเป็นต้องขยายเวลาในการฝึกอบรมออกไปเป็น 3 วัน เพื่อชดเชยเวลาสำหรับขั้นตอนการปฏิบัติงานมากขึ้น

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อดำเนินการทดสอบและประเมินผลชุดฝึกอบรมในส่วนต่างๆ จำเป็นต้องใช้สถิติเข้ามาวิเคราะห์ผลในด้านต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลที่สามารถชี้วัดถึงประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น

3.5.1 การวิเคราะห์ผลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาแปลงเป็นคะแนน แล้วแทนค่าลงในสูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (มณฑล , 2545 : 60)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence)

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์ของดัชนีความสอดคล้อง ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 0.50-1.00 หมายถึง สอดคล้อง

หาค่าคะแนนเฉลี่ย (กานดา, 2530:42)

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

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม

3.5.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ หลังจากทดลองใช้ข้อสอบในภาคทฤษฎี กับกลุ่มทดลอง แล้วเพื่อหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ และหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ โดยใช้สูตรดังนี้

สูตรการหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ (ล้วนและอังคณา, 2538:209-210)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ดัชนีของค่าความยากง่าย
R คือ จำนวนผู้รับการฝึกอบรมที่ทำข้อสอบได้ถูกต้อง
N คือ จำนวนผู้รับการฝึกอบรมที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ความยากง่ายของข้อสอบ ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 0.2-0.8 หมายถึงข้อสอบที่นำมาใช้ไม่ยากและไม่ง่ายจนเกินไป

สูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ล้วนและอังคณา, 2538:210-211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 R_U คือ จำนวนผู้รับการฝึกอบรมที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L คือ จำนวนผู้รับการฝึกอบรมที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N คือ จำนวนผู้รับการฝึกอบรมในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 0.2-1.0 หมายถึง ข้อสอบสามารถแบ่งกลุ่มของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในกลุ่มที่ทำคะแนนข้อสอบได้มาก แยกออกจากกลุ่มที่ทำคะแนนของข้อสอบได้น้อยได้อย่างชัดเจน

3.5.3 การหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ (ล้วนและอังคณา, 2538 :199)

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

โดยที่ s_t^2 คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบ
N คือ จำนวนคนในกลุ่มทดลอง
 $\sum x$ คือ ผลรวมคะแนนของแต่ละคน
 $\sum x^2$ คือ ผลรวมคะแนนยกกำลังสองของแต่ละคน

3.5.4 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR.-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR.-20 Kuder Richardson) (ลัวันและอังคณา, 2538 :198)

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

โดยที่ r_{tt}	คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	คือ จำนวนข้อของข้อสอบ
$\sum pq$	คือ ผลรวมของสัดส่วนคนทำถูกกับคนที่ผิดคูณกับสัดส่วนของคนทำผิด
s_t^2	คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบ

3.5.5 การหาค่าประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม (เสาวณีย์, 2528 : 294-295)

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum X}{N} \right] \times 100}{A}$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum Y}{N} \right] \times 100}{B}$$

โดยที่ E_1 คือ ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม ในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

E_2 คือ ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม ในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม ในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม ในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

N คือ จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม ในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม ในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกอบรมเรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งเคยผ่านการเรียนรู้ในวิชา ดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ และมีความสนใจในงานด้านการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ สมัครเข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 18 คน การจัดฝึกอบรมโดยใช้สถานที่คือห้อง คอมพิวเตอร์(สร.103)ของภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ตะวันออก วิทยาเขตบางพระ ดำเนินการฝึกอบรมในวันเสาร์และอาทิตย์ที่ 17-18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบความรู้และความเข้าใจในภาคทฤษฎี เมื่อฝึกอบรม จบในแต่ละบทเรียนให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำข้อสอบระหว่างการฝึกอบรม และเมื่อฝึกอบรม เสร็จสิ้นแล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำข้อสอบหลังการฝึกอบรม ส่วนการทดสอบความรู้และ ทักษะในภาคปฏิบัติ จะให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติงานตามหัวข้อในใบปฏิบัติงาน และในขณะที่ ปฏิบัติงานอยู่นั้น วิทยากรและผู้ช่วยวิทยากรจำนวน 3 คนจะทำหน้าที่ประเมินความก้าวหน้าใน การปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นรายบุคคล โดยแบ่งเป็นวิทยากร 1 คนต่อผู้เข้ารับการ ฝึกอบรม 6 คน และเมื่อฝึกอบรมเสร็จสิ้นแล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์การปฏิบัติงาน และให้วิทยากรประเมินผลการปฏิบัติงาน ก็เป็นการสิ้นสุดขบวนการ ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม จึง ขอนำเสนอผลการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคทฤษฎี

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคปฏิบัติ

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรม

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีส่วนประกอบหลายอย่าง ทำให้ใช้เวลาในการดำเนินงานพอสมควร ผู้วิจัยขอรายงานสรุปผลการสร้างชุดฝึกอบรมประกอบด้วย คู่มือวิทยากร คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม ดังนี้

ตารางที่ 4-1 จำนวนเอกสารที่ใช้ในการฝึกอบรม

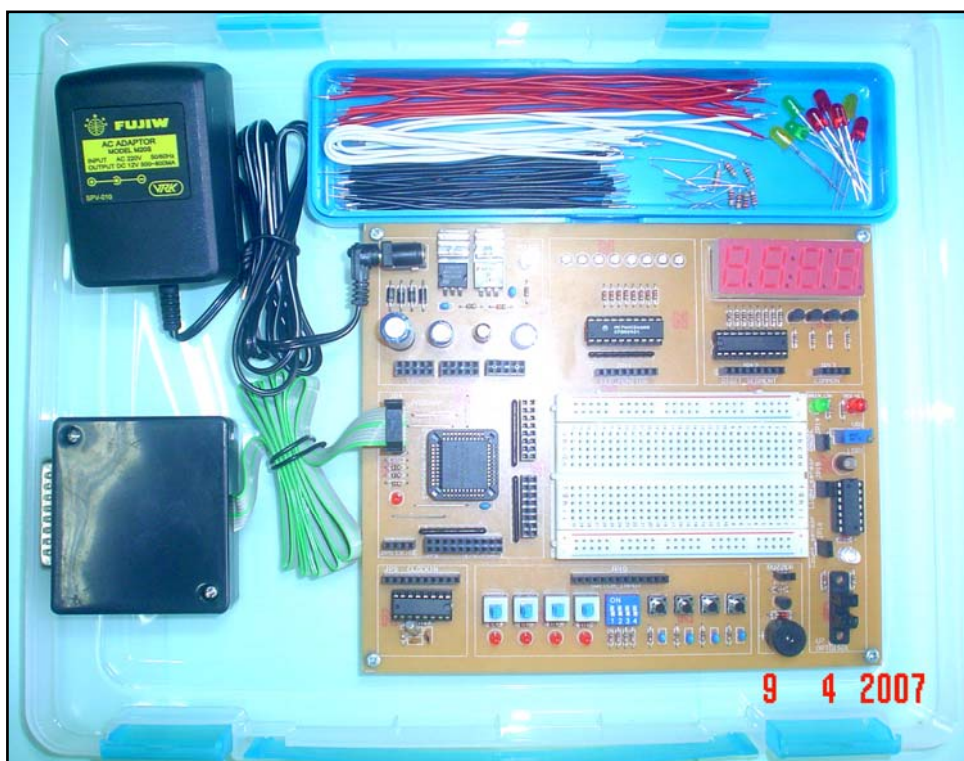
หน่วยการฝึกอบรม	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ข้อ)	สื่อการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ (เฟรม)	ใบปฏิบัติงาน (หน้า)	ข้อสอบวัดผลระหว่างฝึกอบรม (ข้อ)	ข้อสอบวัดผลหลังฝึกอบรม (ข้อ)
1	3	36	8	3	3
2	5	24	13	5	4
3	4	26	13	4	3
4	6	78	41	12	18
5	3	49	21	6	5
6	4	107	37	10	7
รวม	25	320	133	40	40

ตารางที่ 4-2 รายการเอกสารและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม

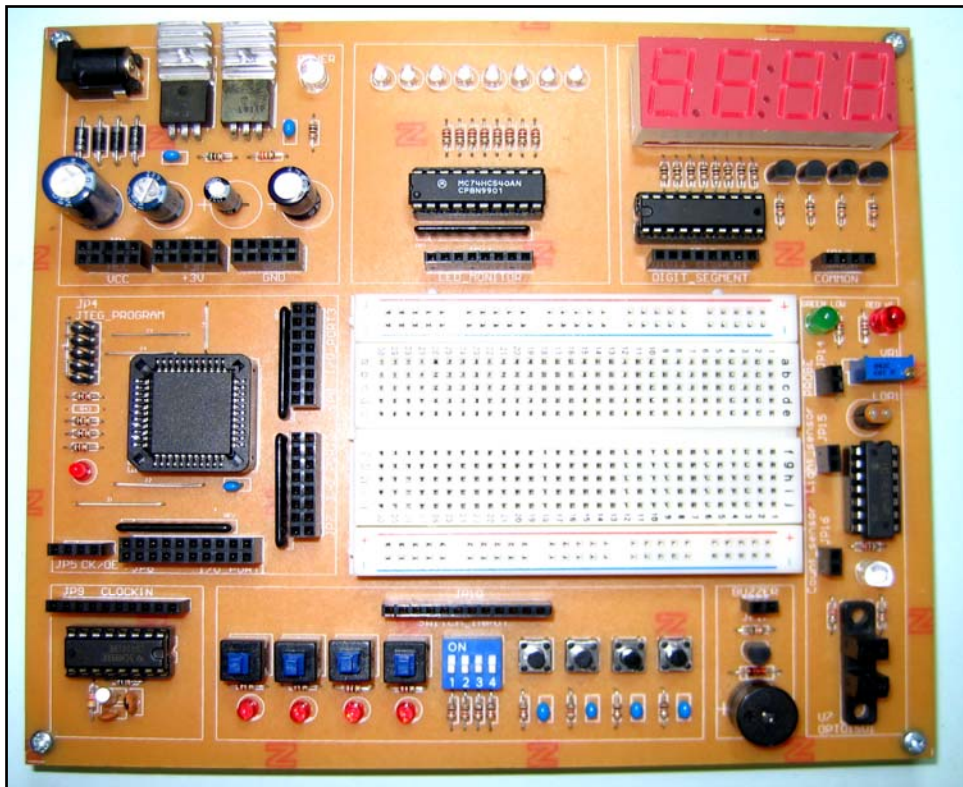
รายการเอกสารและอุปกรณ์	จำนวน
1. หนังสือคู่มือวิทยากร	1 เล่ม
2. หนังสือคู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม	18 เล่ม
3. หนังสือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม	18 เล่ม
4. แผ่น CD สำหรับวิทยากร	1 แผ่น
5. แผ่น CD สำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	18 แผ่น
6. บอร์ดทดลอง CPLD	6 ชุด
7. เครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV	6 ตัว
8. หลอดไดโอดเปล่งแสง และตัวต้านทาน 220 โอห์ม	42 ตัว
9. สายไฟความยาวต่างๆ	180 เส้น
10. หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์	6 ตัว



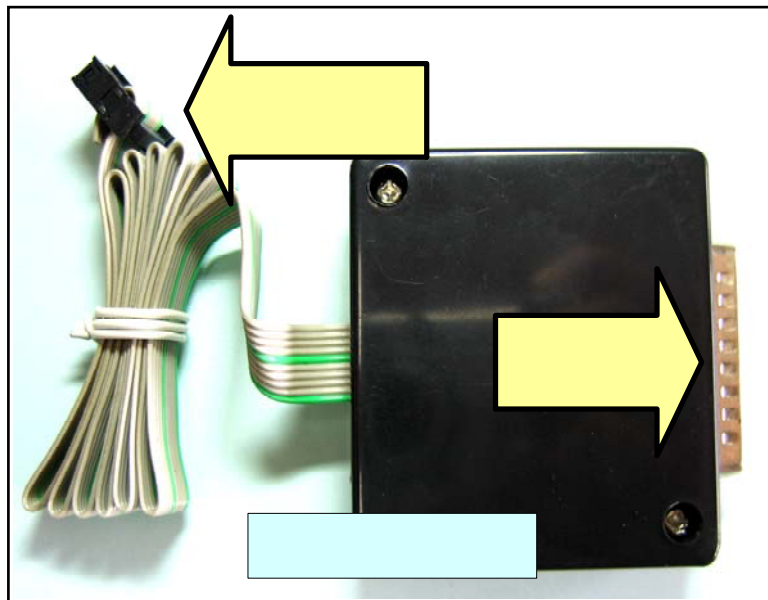
ภาพที่ 4-1 ส่วนประกอบทั้งหมดของชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



ภาพที่ 4-2 ส่วนประกอบของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมภาคปฏิบัติ



ภาพที่ 4-3 บอร์ดทดลอง CPLD สร้างเป็นสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม



ภาพที่ 4-4 เครื่องโปรแกรม ByteblasterMV สร้างเป็นสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคทฤษฎี

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคทฤษฎี ใช้เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ 80/80 ดังนี้

ค่า 80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมที่ได้จากผู้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรมภาคทฤษฎีได้ถูกต้องโดยคิดค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ

ค่า 80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมที่ได้จากผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมภาคทฤษฎีได้ถูกต้อง โดยคิดค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมในภาคทฤษฎี แสดงผลดังตารางที่ 4-3 (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้าที่ 155-156)

ตารางที่ 4-3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคทฤษฎี

รายการ	แบบทดสอบระหว่างการฝึกอบรม	แบบทดสอบหลังการฝึกอบรม
จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม (N)	18	18
คะแนนเต็มของแบบทดสอบ	40	40
ผลรวมคะแนนเต็มทั้งหมด	A = 720	B = 720
ผลรวมของคะแนนที่ทำข้อสอบได้ทั้งหมด	$\Sigma X = 605$	$\Sigma Y = 584$
ผลคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	33.61	32.44
ผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ (E_1/E_2)	$E_1 = 84.03$	$E_2 = 81.11$

จากตารางที่ 4-3 แสดงให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีจำนวน 18 คน คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม มีคะแนนเต็ม 40 คะแนน ผลรวมคะแนนเต็มทั้งหมด 720 คะแนน คิดจากค่าคะแนนเต็ม 40 คะแนนคูณกับจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม 18 คน มีผลรวมของคะแนนที่ทำข้อสอบได้ทั้งหมด 604 คะแนน ผลคะแนนเฉลี่ยคือ ผลคะแนนที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมดทำข้อสอบได้ถูกต้องคิดคะแนนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 33.61 คะแนน จากนั้นหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยใช้สูตรคำนวณผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของ E_1 ได้ผลการคำนวณคิดเป็นร้อยละ 84.03 และส่วนคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม มี

ผลรวมของคะแนนที่ทำข้อสอบได้ทั้งหมด 584 คะแนน ผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.44 คะแนน จากนั้นหาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยใช้สูตรคำนวณผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของ E_2 ได้ผลการคำนวณคิดเป็นร้อยละ 81.11

กล่าวโดยสรุปว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล ในภาคทฤษฎีปรากฏผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของ E_1/E_2 เท่ากับ 84.03/81.11 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์สัมมูลฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคปฏิบัติ

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคปฏิบัติ ใช้เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ 80/80 ดังนี้

ค่า 80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมที่ได้จากผู้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถปฏิบัติงานตามหัวข้อในใบปฏิบัติงานได้ถูกต้อง โดยคิดค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ

ค่า 80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมที่ได้จากผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติได้ถูกต้องโดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ แสดงผลดังตารางที่ 4-4 (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 157-158)

ตารางที่ 4-4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมภาคปฏิบัติ

รายการ	แบบทดสอบงานปฏิบัติที่ 1-6	แบบทดสอบการปฏิบัติงานหลังการฝึกอบรม
จำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม (N)	18	18
คะแนนเต็มของแบบทดสอบ	330	25
ผลรวมคะแนนเต็มทั้งหมด	A = 5940	B = 450
ผลรวมของคะแนนที่ปฏิบัติงานได้ทั้งหมด	$\Sigma X = 5027$	$\Sigma Y = 366$
ผลคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	279.27	20.33
ผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ (E_1/E_2)	$E_1 = 84.63$	$E_2 = 81.33$

จากตารางที่ 4-4 แสดงให้เห็นว่า ในส่วนคะแนนของแบบทดสอบงานปฏิบัติที่ 1-6 มีคะแนนเต็มเท่ากับ 330 คะแนน ผลรวมคะแนนเต็มทั้งหมด 5940 คะแนน มีผลรวมของคะแนนทั้งหมดที่ได้จากผลประเมินการปฏิบัติงานจากวิทยากรรวมทั้งหมด 5027 คะแนน ผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 279.27 คะแนน หาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยใช้สูตรคำนวณผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของ E_1 ได้ผลการคำนวณคิดเป็นร้อยละ 84.63 ส่วนคะแนนของแบบทดสอบการปฏิบัติงานหลังการฝึกอบรม มีคะแนนเต็มเท่ากับ 25 คะแนน ผลรวมคะแนนเต็มทั้งหมด 450 คะแนน มีผลรวมของคะแนนทั้งหมดที่ได้จากผลประเมินการปฏิบัติงานจากวิทยากรรวมทั้งหมด 366 คะแนน ผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.33 คะแนน หาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยใช้สูตรคำนวณผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของ E_2 ได้ผลการคำนวณคิดเป็นร้อยละ 81.33

กล่าวโดยสรุปว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล ในภาคปฏิบัติปรากฏผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของ E_1/E_2 เท่ากับ 84.63/81.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์สมมุติฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล จัดฝึกอบรมให้กับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานด้านการออกแบบวงจรดิจิทัลมาพอสมควร และความสนใจในงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีเนื้อหาสาระที่มุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจส่วนประกอบต่างๆและขั้นตอนการใช้โปรแกรม Maxplus II จากการปฏิบัติงานจริง มีแนวทางในการนำโปรแกรมไปประยุกต์ใช้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการตั้งสมมุติฐานทางการวิจัยว่า ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

5.1.1 การสร้างชุดฝึกอบรม

ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกอบรม โดยมีหัวข้อที่ใช้ในการฝึกอบรม 6 หัวข้อ คือ บทที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม Maxplus II บทที่ 2 การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม Maxplus II บทที่ 3 การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV บทที่ 4 การใช้โปรแกรม Maxplus II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล บทที่ 5 การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD บทที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง มีส่วนประกอบที่สำคัญของชุดฝึกอบรมคือ คู่มือวิทยากร คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม โดยการดำเนินงานสร้างชุดฝึกอบรมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มงาน คือ

5.1.1.1 กลุ่มงานสร้างเอกสารที่จำเป็นต้องใช้ในการฝึกอบรม มีเอกสารที่สำคัญ 2 ส่วน คือใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม โดยใบปฏิบัติงานจะออกแบบเนื้อหาสาระให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติงานในหัวข้อต่างๆที่จำเป็นต้องนำไปใช้งานจริง โดยระบุถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆไว้อย่างละเอียด สามารถอ่านแล้วทำความเข้าใจเพิ่มเติมได้ในระหว่างการฝึกอบรมและหลังจากผ่านการฝึกอบรมไปแล้ว ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภาคทฤษฎี จะใช้วิธีการวัดผลโดยข้อสอบแบบอัตนัย ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภาคปฏิบัติ จะใช้วิธีการวัดผลโดยให้

วิทยาการประเมินผลการปฏิบัติงานในหัวข้อที่สำคัญของแต่ละหัวข้อ มีเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน 5 ระดับโดยพิจารณาถึงความเข้าใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นสำคัญ

5.1.1.2 กลุ่มงานสร้างสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม ได้จัดทำสื่อการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ สามารถจัดรูปแบบการนำเสนอได้ง่าย รูปภาพและตัวอักษรมีสีสันสวยงาม และจัดทำสื่อในลักษณะเป็นชุดทดลองการทำงานของวงจรดิจิทัล เรียกว่า บอร์ดทดลอง CPLD ทำหน้าที่รองรับการออกแบบวงจรดิจิทัลจากโปรแกรม Maxplus II ถ้าออกแบบวงจรดิจิทัลในโปรแกรมเสร็จแล้ว สามารถส่งข้อมูลโปรแกรมลงบนตัววงจรรวมดิจิทัลได้ทันที จากนั้นสามารถนำวงจรรวมดิจิทัลไปใช้งานได้ตามต้องการ ซึ่งการทำงานของวงจรรวมดิจิทัลจะเหมือนกับวงจรดิจิทัลที่ได้ออกแบบไว้ในโปรแกรม Maxplus II สำหรับบอร์ดทดลอง CPLD ถูกสร้างขึ้นให้เหมาะสมกับบุคคลที่เริ่มต้นเรียนรู้การใช้งานวงจรรวมดิจิทัล มีกลุ่มวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญคือกลุ่มวงจรรวมดิจิทัล EPM3064 ใช้วงจรรวมดิจิทัล CPLD เบอร์ EPM3064ALC44-10 ผลิตโดยบริษัท ALTERA มีขาต่อใช้งานภายนอกทั้งหมด 26 ขา กลุ่มวงจรแหล่งจ่ายไฟ มีแหล่งจ่ายไฟ 3 โวลต์และ 5 โวลต์ กลุ่มวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา สำหรับสร้างสัญญาณนาฬิกาความถี่ต่ำ 2-2048 Hz กลุ่มวงจรสวิตช์ มีสวิตช์ใช้งานคือ สวิตช์กดติดกดดับ สวิตช์แบบเลื่อน และสวิตช์กดติดปล่อยดับ กลุ่มวงจรรับแสง (Light Sensor) ใช้สำหรับแปลงความเข้มของแสงสว่างรอบๆตัวรับแสง LDR เป็นระดับลอจิก,กลุ่มวงจรเซนเซอร์นับจำนวน ใช้สำหรับจำลองการนับจำนวนสิ่งของต่างๆ กลุ่มวงจรแสดงสถานะลอจิกใช้สำหรับตรวจสอบระดับลอจิกในวงจร กลุ่มวงจรแสดงสถานะลอจิกแบบ 8 สัญญาณเข้า (LED MONITOR) สำหรับแสดงผลสถานะลอจิก กลุ่มวงจรแสดงผลด้วยตัวเลข 7 ส่วนแบบ 4 หลัก ใช้สำหรับแสดงผลข้อมูลด้วยตัวเลข 7 ส่วน แบ่งเป็น 4 หลัก กลุ่มวงจรแสดงผลด้วยเสียง และเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ใช้เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูลโปรแกรมลงบนตัววงจรรวมดิจิทัล และส่วนประกอบอื่นๆ มีรายละเอียดในบทที่ 4

5.1.2 การประเมินชุดฝึกอบรม

ในระหว่างดำเนินงานสร้างชุดฝึกอบรม จะให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมในด้านต่างๆ และเมื่อสร้างชุดฝึกอบรมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะนำชุดฝึกอบรมทั้งหมด ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม และประเมินผลชุดฝึกอบรม เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมในด้านต่างๆ พบว่าคุณภาพของชุดฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ย 4.60 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว จากนั้นจะนำชุดฝึกอบรมมาปรับปรุงแก้ไขนำไปทดลองกับกลุ่มทดลองโดยเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนในวิชาดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์มาแล้ว จำนวน 5 คน มาเข้ารับการฝึกอบรมตามหลักสูตรเป็นกลุ่มย่อย จากนั้นให้

นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ พบว่าข้อสอบมีความยากง่ายเฉลี่ย 0.50 และมีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.41 สำหรับข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายไม่ได้อยู่ในช่วง 0.2-0.8 หรือข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกน้อยกว่า 0.2 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นไม่สามารถวัดความรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ จำเป็นต้องตัดข้อสอบข้อนั้นไม่นำมาใช้งาน นำชุดฝึกอบรมมาแก้ไขปรับปรุงเป็นครั้งสุดท้าย ให้พร้อมนำไปทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 การทดลองชุดฝึกอบรม

เมื่อได้ชุดฝึกอบรมที่สมบูรณ์แล้ว จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งเคยผ่านการเรียนในวิชาดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ และมีความสนใจในงานด้านการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สมัครเข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 18 คน จัดฝึกอบรมโดยใช้สถานที่ในห้องคอมพิวเตอร์ (ศร.103) ของภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ ดำเนินการฝึกอบรมในวันเสาร์และอาทิตย์ที่ 17-18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบความรู้และความเข้าใจในภาคทฤษฎี ในขณะที่ดำเนินการฝึกอบรมจบในแต่ละบทเรียนให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม และเมื่อฝึกอบรมเสร็จสิ้นแล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม ส่วนการทดสอบความรู้และทักษะในภาคปฏิบัติ จะให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติงานตามหัวข้อในใบปฏิบัติงานหลังเรียนจบภาคทฤษฎีในแต่ละบทเรียน และขณะที่ปฏิบัติงานอยู่นั้นวิทยากรและผู้ช่วยวิทยากรจำนวน 3 คน จะทำหน้าที่ประเมินความก้าวหน้าในการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นรายบุคคล โดยแบ่งเป็นวิทยากร 1 คนต่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม 6 คน และเมื่อฝึกอบรมเสร็จสิ้นแล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การปฏิบัติงาน พร้อมทั้งให้วิทยากรประเมินผลการปฏิบัติงาน ก็เป็นการสิ้นสุดขบวนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม มาวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมต่อไป

5.2 สรุปผลการวิจัย

การสร้างชุดฝึกอบรม มีหัวข้อเรื่องในการฝึกอบรม 6 เรื่อง มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด 25 วัตถุประสงค์ นำไปสร้างเป็นเอกสารและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรมคือ หนังสือคู่มือวิทยากร 1 เล่ม, หนังสือคู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม 18 เล่ม, หนังสือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม 18 เล่ม, แผ่นซีดีสำหรับวิทยากรและผู้เข้ารับการฝึกอบรม 19 แผ่น, บอร์ดทดลอง CPLD เครื่องโปรแกรม ByteblasterMV และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆทั้งหมด 6 ชุด, สื่อการนำเสนอ

ด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์ 320 เฟรม นำชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นไปใช้จัดฝึกอบรมเป็นเวลา 2 วัน จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูล แล้วนำผลคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมมาวิเคราะห์ผลการวิจัยทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นพบว่า

ชุดฝึกอบรมเรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล มีประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมในภาคทฤษฎีเท่ากับ 84.03/81.11 และมีประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมในภาคปฏิบัติเท่ากับ 84.63/81.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์สมมุติฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

ดังนั้นสรุปได้ว่า ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้จัดฝึกอบรมกับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล และมีความสนใจในงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม Maxplus II ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล ผู้วิจัยขอกล่าวสรุปถึงประเด็นสำคัญซึ่งเป็นจุดแข็งที่น่าสนใจและจุดอ่อนที่ควรปรับปรุง สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

5.3.1 จุดแข็งที่น่าสนใจ

5.3.1.1 โปรแกรม Maxplus II ที่ใช้ในการฝึกอบรม ได้พัฒนารูปแบบการออกแบบวงจรดิจิทัลแนวใหม่ จากเดิมใช้การออกแบบวงจรดิจิทัลโดยใช้วิธีการวาดสัญลักษณ์และแผนผังของวงจรดิจิทัลลงบนกระดาษ เปลี่ยนรูปแบบมาเป็นการวาดสัญลักษณ์ของวงจรดิจิทัลลงบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้ง่ายและรวดเร็วในการออกแบบ ตรวจสอบผลการจำลองการทำงานของวงจรดิจิทัลที่ออกแบบได้ และสามารถสร้างระบบดิจิทัลที่ต้องการ โดยส่งข้อมูลโปรแกรมลงบนวงจรรวมดิจิทัล แล้วนำวงจรรวมดิจิทัลไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ใช้งานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

5.3.1.2 วงจรรวมดิจิทัลที่ผลิตอยู่ในปัจจุบัน มีความจุของจำนวนลอจิกเกตภายในวงจรรวมดิจิทัลสูงมาก มีความจุอยู่ในระดับแสนถึงล้านลอจิกเกต และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการพัฒนาโครงสร้างของวงจรดิจิทัลภายในแบบสำเร็จรูป เพื่อรอการเรียกใช้งานวงจรดิจิทัลจากการออกแบบโดยผู้ออกแบบ เช่น มีโครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ ระบบการประมวลผลทางดิจิทัล ระบบสื่อสารข้อมูลและระบบอื่นฝังตัวอยู่ภายในตัววงจรรวมดิจิทัล สังเกตได้ว่าแนวทางการออกแบบระบบดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนางจรรวมดิจิทัลให้รวดเร็ว ก้าวทันตามเทคโนโลยีในปัจจุบัน

5.3.1.3 การจัดรูปแบบของการฝึกอบรม จะเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติงานได้จริง ดังนั้นจึงใช้ไปปฏิบัติงานเป็นแนวทางในการดำเนินงานฝึกอบรมทั้งหมด เนื้อหาสาระจึงเป็นลักษณะของการนำสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นต้องใช้งานจริงในโปรแกรม Maxplus II มานำเสนอให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทดลองปฏิบัติงาน ซึ่งผู้วิจัยคิดว่า การเรียนรู้ในลักษณะนี้จะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เรียนรู้ในส่วนที่สำคัญและเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ดี ทำให้ใช้เวลาน้อยในการฝึกอบรม ส่วนรายละเอียดอื่นๆนั้น ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถหาความรู้เพิ่มเติมได้เอง เนื่องจากเข้าใจภาพรวมของโปรแกรม Maxplus II ทั้งหมดแล้ว

5.3.1.4 การสร้างบอร์ดทดลอง CPLD เป็นการนำวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ ที่สามารถทำงานได้ในระบบดิจิทัล คัดเลือกวงจรที่เหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เริ่มต้นศึกษา วงจรดิจิทัลและการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล CPLD มาทำการออกแบบและสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นชิ้นงานที่สามารถนำมาใช้งานได้จริงโดยมีส่วนประกอบของวงจรดิจิทัลหลายส่วนดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ให้เหมาะสม พร้อมทั้งติดตั้งแผงโปรโตบอร์ดเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีอิสระในต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้อีกด้วย ดังนั้นจากการสร้างบอร์ดทดลอง CPLD สามารถนำไปใช้ป็นสื่อเพื่อส่งเสริมขบวนการฝึกอบรม ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ต่อเนื่องจากการนำวงจรดิจิทัลที่ออกแบบได้ในโปรแกรม Maxplus II สร้างเป็นระบบดิจิทัลในตัววงจรรวมดิจิทัล CPLD และมีทักษะปฏิบัติงานจากการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในระบบดิจิทัลเข้ากับวงจรรวมดิจิทัลที่อยู่บนบอร์ดทดลอง CPLD สร้างเป็นชิ้นงานทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำมาใช้งานได้จริง สร้างความประทับใจให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เป็นอย่างดี

5.3.2 จุดอ่อนที่ควรปรับปรุง

5.3.2.1 เนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรมไม่ครอบคลุม เนื่องจากชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นนี้มุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถใช้งานโปรแกรม Maxplus II ในส่วนต่างๆ ได้เท่านั้น แต่ไม่ได้กล่าวถึงการออกแบบวงจรดิจิทัลชนิดต่างๆ จึงทำให้เนื้อหาในการฝึกอบรมอาจไม่ครอบคลุมลงไปรายละเอียด เหมือนกับการเรียนการสอนในวิชาดิจิทัลมากนัก ซึ่งผู้วิจัยคิดว่า เนื้อหาในส่วนนี้ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมควรมีความรู้มาก่อนแล้ว และสามารถนำความรู้จากการฝึกอบรมไปต่อยอดความคิดด้วยตนเองได้ ดังนั้นถ้าจะนำชุดฝึกอบรมไปประยุกต์ใช้งานกับการเรียนการสอนในวิชาที่เกี่ยวกับวงจรดิจิทัล สามารถกระทำได้ แต่ต้องพัฒนารูปแบบของไปปฏิบัติงานออกมาใหม่ให้เหมาะสม

5.3.2.2 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ รวมทั้งหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอาจเกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลทางสถิติได้ เนื่องจากการนำ

ชุดฝึกอบรมไปทดลองกับกลุ่มทดลองจำนวน 5 คน เป็นกลุ่มทดลองที่มีจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมน้อยเกินไป ผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมในภาคทฤษฎี เมื่อนำมาวิเคราะห์อาจเกิดความคลาดเคลื่อนทางสถิติได้ โดยปกติแล้วควรมีจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมในกลุ่มทดลองมากกว่า 30 คน จึงจะสามารถวิเคราะห์ผลทางสถิติดังกล่าวให้มีเที่ยงตรงสูงได้ แต่เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการฝึกอบรมในหลักสูตรใหม่ ไม่มีกลุ่มทดลองที่เคยผ่านการฝึกอบรมจากชุดฝึกอบรมดังกล่าว ดังนั้นการทดลองในกลุ่มทดลองผู้วิจัยได้คัดเลือกบุคคลที่เคยผ่านการเรียนในวิชาจิตตอลิเล็กทรอนิกส์ และมีผลการเรียนดี 2 คน มีผลการเรียนปานกลาง 1 คน และผลการเรียนอ่อน 2 คน ดำเนินการฝึกอบรมให้กับกลุ่มทดลอง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลดังกล่าว พบว่าผลของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นที่น่าพอใจ

5.3.2.3 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถดำเนินการฝึกอบรมได้จำนวนจำกัด เนื่องจากปัจจัยสำคัญหลายประการ คือจำนวนบอร์ดทดลอง CPLD ที่สร้างขึ้นมีเพียง 6 ชุด จำนวนวิทยากรที่ดูแลผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีจำนวนจำกัด ซึ่งจากประสบการณ์ในการจัดฝึกอบรมภาคปฏิบัติพบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมในขณะที่ปฏิบัติงานมีข้อซักถามบ่อยครั้ง และบางท่านมีการพัฒนาการทางด้านการเรียนรู้ที่ช้ากว่ากลุ่มเรียนส่วนรวม ทำให้จำเป็นต้องดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด และต้องใช้เวลาในการฝึกอบรมกับกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรมในกลุ่มนี้มากพอสมควร ดังนั้นจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมยังมีจำนวนมากเท่าใด ก็จะต้องใช้เวลาในการฝึกอบรมมากขึ้น ต้องใช้ผู้ช่วยวิทยากรมากขึ้น ต้องเพิ่มจำนวนบอร์ดทดลอง CPLD ให้มากขึ้น รวมทั้งความพร้อมของห้องเรียนและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการฝึกอบรมด้วย จึงจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเมื่อผ่านการฝึกอบรมแล้วบรรลุวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.4 ข้อเสนอแนะจากการดำเนินงานวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อให้การนำชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ดังนี้

5.4.1 ก่อนการจัดฝึกอบรม วิทยากรควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่ต้องใช้ในการฝึกอบรม สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม รวมทั้งการปฏิบัติงานจริงในใบปฏิบัติงานทั้งหมดในชุดฝึกอบรม ก่อนที่จะดำเนินการจัดฝึกอบรมจริง

5.4.2 การเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ในการฝึกอบรม จำเป็นต้องมีการจัดเตรียมความพร้อมไว้ล่วงหน้าก่อนวันดำเนินการฝึกอบรม เพื่อให้การดำเนินงานฝึกอบรมเป็นไปด้วยความราบรื่นต่อเนื่อง และน่าสนใจ สำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม

5.4.3 ในระหว่างการจัดฝึกอบรม ควรดำเนินการเป็นขั้นตอนคือทำการฝึกอบรมในภาคทฤษฎีให้จบ 1 บทเรียน แล้วจึงให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมลงมือปฏิบัติงาน ตามหัวข้อปฏิบัติงานในบทเรียนนั้น จนจบขั้นตอนการปฏิบัติงานแล้วสอบวัดความก้าวหน้าในบทเรียนนั้น เมื่อดำเนินการเรียบร้อยแล้วจึงค่อยเริ่มการฝึกอบรมในบทเรียนต่อไป การดำเนินงานในลักษณะนี้ จะทำให้วิทยากรและผู้เข้ารับการฝึกอบรมทราบดีว่า ขณะนี้กำลังดำเนินการฝึกอบรมอยู่ในเรื่องใด และไม่ทำให้เกิดความสับสนหรือดำเนินการฝึกอบรมแบบข้ามขั้นตอน ซึ่งเป็นผลเสียอย่างยิ่ง

5.4.4 บางช่วงเวลา ผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีความสนใจในเนื้อหาสาระน้อยลง วิทยากรควรมีการปรับปรุงวิธีการนำเสนอในรูปแบบใหม่ๆ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดความสนใจในเนื้อหาสาระมากขึ้น

5.4.5 ในขั้นตอนการปฏิบัติงาน วิทยากรหรือผู้ช่วยวิทยากรควรสังเกตผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ปฏิบัติงานได้ช้ากว่ากลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรมส่วนใหญ่ และควรเข้าไปชี้แนะแนวทางการปฏิบัติงานอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติงานได้ถูกต้องและสามารถดำเนินงานฝึกอบรมได้ตามตารางเวลาที่กำหนด

5.4.6 หลังจากที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมเสร็จแล้ว ควรมีการเฉลยเป็นรายการคำถามและคำตอบเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถตรวจสอบตนเองได้ ว่ามีความเข้าใจในเนื้อหาได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด

5.4.7 สื่อการนำเสนอด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์ ควรเพิ่มเติมในส่วนของภาพเคลื่อนไหว พร้อมเสียงประกอบคำบรรยายเกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติงานในแต่ละบทเรียน จะเพิ่มความเข้าใจในการปฏิบัติงานได้มากขึ้น

5.4.8 ควรแนะนำการใช้บอร์ดทดลอง CPLD ให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรมก่อนที่จะนำบอร์ดทดลอง CPLD ไปใช้งานจริง เพื่อป้องกันไม่ให้อบอร์ดทดลอง CPLD เกิดความเสียหายได้

5.4.9 ถ้ากรณีที่มีวิทยากรน้อย หรือมีจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมมากกว่าที่กำหนดไว้ ควรมีการขยายระยะเวลาในการฝึกอบรมให้มากขึ้นเป็น 3 วัน โดยจัดให้วันที่ 1 ดำเนินงานฝึกอบรมในบทที่ 1 – 3 ,วันที่ 2 ดำเนินงานฝึกอบรมในบทที่ 4 – 5 และในวันที่ 3 ดำเนินงานในบทที่ 6 พร้อมกับการทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรม ในการขยายระยะเวลาดังกล่าวนี้อาจช่วยให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น ไม่ต้องเร่งรัดเวลาในการฝึกอบรม และสามารถทบทวนเนื้อหาสาระของการฝึกอบรมซ้ำได้ในส่วนที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจในเนื้อหาสาระอย่างแท้จริง

5.4.10 จำนวนบอร์ดทดลอง CPLD มีน้อยเกินไป ทำให้ในในการปฏิบัติงานบทที่ 5 และ 6 เกิดความล่าช้า จึงควรเพิ่มจำนวนบอร์ดทดลอง CPLD ให้มีจำนวนเท่ากับจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมในแต่ละท่านมีอิสระในความคิดและทราบถึงการปฏิบัติงานบนบอร์ดทดลอง CPLD ได้อย่างแท้จริง

5.4.11 จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้นให้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินและนำไปใช้กับกลุ่มทดลองควรมีจำนวนข้อสอบมากกว่านี้ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ข้อสอบที่เหมาะสมได้ หรือทำการปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้ดีขึ้นก่อนการนำไปใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

5.5 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

การทำวิจัยในครั้งนี้ได้นำเสนอการใช้งานโปรแกรมการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล ชื่อโปรแกรม Maxplus II ถูกสร้างขึ้นให้ใช้งานได้ฟรีจากบริษัท Altera สามารถหาข้อมูลได้จากเว็บไซต์ www.altera.com และได้มีการพัฒนาโปรแกรมขึ้นใหม่ชื่อโปรแกรม Quartus II มีประสิทธิภาพในการออกแบบวงจรดิจิทัลที่สูงกว่ามาก เหมาะสำหรับพัฒนาการออกแบบวงจรรวมให้เป็นระบบดิจิทัลขนาดใหญ่ การออกแบบในระบบดิจิทัลขนาดใหญ่นี้ นิยมใช้ภาษาบรรยายพฤติกรรมการทำงานของวงจรดิจิทัลมากกว่า ซึ่งมีภาษาที่นิยมใช้งานกันอยู่มี 2 ภาษาหลักคือ ภาษาVHDL และภาษา Verilog ทั้ง 2 ภาษาสามารถนำไปใช้ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลได้เหมือนกัน แตกต่างกันที่รูปแบบของภาษาที่ไม่เหมือนกัน สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลยังมีอีกหลายโปรแกรม โดยส่วนใหญ่แล้วโปรแกรมต่างๆเหล่านี้จะถูกพัฒนาขึ้นจากบริษัทผู้ผลิตวงจรรวมดิจิทัล ซึ่งสามารถออกแบบและใช้งานได้กับผลิตภัณฑ์วงจรรวมดิจิทัลของบริษัทผู้ออกแบบโปรแกรมเท่านั้น และยังมีบริษัทผู้ผลิตที่สำคัญอีกบริษัทหนึ่งคือบริษัท Xilinx สามารถหาข้อมูลได้จากเว็บไซต์ www.xilinx.com โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลคือ ISE Webpack 8.1 หรือรุ่นที่ใหม่กว่านี้ สามารถหาข้อมูลได้จากเว็บไซต์ www.aiogictechnology.com สำหรับข้อเสนอแนะที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยขอแนะนำหัวข้อที่สามารถทำงานวิจัยที่เกี่ยวกับวงจรรวมดิจิทัลในด้านการศึกษาคือต่อไปนี้

5.5.1 ควรทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้โปรแกรม Quartus II ซึ่งเป็นโปรแกรมที่น่าสนใจสำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล เนื่องจากบริษัท Altera ได้พัฒนาโปรแกรมนี้ให้ทันสมัยในปัจจุบัน ซึ่งภายในโปรแกรมมีรายละเอียดและลักษณะการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายมากขึ้น เหมาะสำหรับการพัฒนางานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลในระดับสูง รองรับเทคโนโลยีในปัจจุบันและอนาคตได้เป็นอย่างดี และกลุ่มบุคคลที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมนี้นี้ในประเทศไทยยังมีน้อยมาก

5.5.2 การทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้โปรแกรม ISE Webpack 8.1 หรือรุ่นที่ใหม่กว่านี้ สำหรับจัดฝึกอบรมในสถานศึกษาหรือสถานประกอบการ ซึ่งจากการสำรวจของผู้วิจัยพบว่า ในปัจจุบัน สถานศึกษาในระดับอุดมศึกษา ส่วนใหญ่มีการจัดซื้อครุภัณฑ์ที่เป็นบอร์ดทดลอง CPLD ไว้แล้ว ซึ่งใช้วงจรรวมดิจิทัลของบริษัท Xilinx และส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าบอร์ดทดลอง CPLD จะสามารถนำไปใช้งานในส่วนใดได้บ้าง และยังไม่มีความรู้ที่สามารถถ่ายทอดความรู้ในเรื่องดังกล่าวอย่างจริงจังได้

5.5.3 การทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกอบรม เรื่อง การออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้ภาษา VHDL หรือ ภาษา Verilog สำหรับจัดฝึกอบรมในสถานศึกษาหรือสถานประกอบการ ซึ่งจากการสำรวจของผู้วิจัยพบว่า ในปัจจุบันมีการนำภาษาบรรยายพฤติกรรมการทำงานของวงจรนี้ไปใช้งานในกลุ่มคนจำนวนน้อย และส่วนใหญ่ยังไม่ทราบว่าภาษาเหล่านี้นำไปใช้งานในด้านใด แต่ขอแนะนำว่า ต้องมีความรู้ในการออกแบบวงจรดิจิทัลพอสมควร และต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เกี่ยวกับภาษาบรรยายพฤติกรรมเหล่านี้มาพอสมควร จึงจะสามารถจัดทำชุดฝึกอบรมนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กานดา พุนลาภทวี. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

กรี แทนเคน. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง วงจรอิเล็กทรอนิกส์ 2 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2535. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.

ขรรค์ชัย ตูละสกุล. การใช้งานโปรแกรมออกแบบวงจรรวมดิจิทัล. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2546.

_____. การออกแบบวงจรภายใน FPGAs และ CPLDs. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543.

เครือวัลย์ ล้อมภิชาติ. หลักและเทคนิคการจัดฝึกอบรมและการพัฒนา. กรุงเทพมหานคร : สยามศิลป์การพิมพ์, 2531.

จิระวัฒน์ ใจอ่อนนุ่ม. การสร้างและทดลองหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรดิจิทัล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539.

ชูชัย สมितिไกร. การฝึกอบรมบุคลากรในองค์กร. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เจริญผล, 2544.

ชำนาญ ปัญญาโส และวัชรกร หนูทอง. ภาษา VHDL สำหรับการออกแบบวงจรดิจิทัล. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2547.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษา หลักการและแนวทางปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2526.

ไชยยันต์ บุญมี. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไมโครโปรเซสเซอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ทุมศักราช 2535. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขารัฐศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.

บัณฑิต ถิ่นน้อย และประพัฒน์ พวงทรัพย์. ชุดทดลองซีพียูแอลดีและเอฟพีจีเอสำหรับห้องปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

ประดับ เรืองมาลัย. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2542.

ประหยัด จิรวรพงษ์. เทคโนโลยี 301 เทคโนโลยีทางการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา, 2522.

พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธิกุล. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529.

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. จิตตอลอจิก. กรุงเทพมหานคร : ศกษานุรักษ์, 2546.

นพพล เอพกานนท์. การสร้างชุดฝึกอบรมโปรแกรมออโตแคต รีลีส 13 เรื่อง การใช้คำสั่งในการสร้างภาพ 3 มิติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขารัฐศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.

นภัทร วัจนเทพินทร์. วงจรจิตตอลและการออกแบบลอจิก. กรุงเทพมหานคร : ศกษานุรักษ์, 2545.

น้อย ศิริโชติ. เทคนิคการฝึกอบรม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2524.

นิราชรา ทองธรรมชาติ และคณะ. กลยุทธ์การฝึกอบรมและวิทยาการในยุคโลกาภิวัตน์. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ลินคอร์นโปรโมชัน จำกัด, 2544.

ภักดี เทียนเครือ และปิยาพรรณ ศิริถิรกุล. บอร์ดทดลองเอฟพีจีเอและซีพียูแอลดี. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544

ขงยุทธ เกษสาคร. เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ เอส แอนด์ จี กราฟฟิค, 2545.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2538.

วิชัย นาคพล. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน
ของพีแอลซีเรื่องการใช้โปรแกรมพีแอลเซเวนโปรในการออกแบบโปรแกรมควบคุมการ
ทำงานในระบบอัตโนมัติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา
เครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ , 2544.

สมคิด บางโม. เทคนิคการฝึกอบรมและการประชุม. กรุงเทพมหานคร : อักษรการพิมพ์, 2539.

สมชาติ กิจขรรยง. เทคนิคการฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น,
2537.

สมปอง มากแจ้ง. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2542.

สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์. วิธีการสอน. กรุงเทพมหานคร : สกายบุ๊กส์, 2538.

สมหญิง เจริญจิตกรรม. เทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้น. นครปฐม : ภาควิชาหลักสูตรและ
วิธีการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2529.

สุภาพ ค้วงโสณ. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม โปรแกรมออธอะแวร์เวอร์ชัน 4.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์
เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

สุราษฎร์ พรหมจันทร์. การวัดผลการศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530.

_____. การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
และวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531.

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.

อรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการวิเคราะห์และ
ออกแบบวงจรดิจิทัล หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
พระพฤกษ์ 2543. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
2545.

ภาษาอังกฤษ

Steve Waterman. Digital Logic Simulation and CPLD Programming With VHDL. USA :

Pearson Education Ltd, 2003.

Stephen Brown and Zvonko Vranesic. Fundamentals of Digital logic With Verilog Design. USA

: McGraw-Hill Series in Electrical and Computer Engineering, 2003.

Thomas L. Floyd. Digital Fundamentals with VHDL. USA : Pearson Education Ltd, 2003.

ภาคผนวก ก

โครงสร้างหลักสูตรฝึกอบรม

เรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

ตารางแสดงรายการหัวข้อและแหล่งข้อมูลของเนื้อหา

ตารางแสดงระดับความสำคัญของหัวข้อและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม

โครงสร้างหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II

สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

บทที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II

1. คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II
2. ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II

บทที่ 2 การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II

1. แนะนำเว็บไซต์ของบริษัท ALTERA
2. ขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II
3. ขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II

บทที่ 3 การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV

1. เครื่องโปรแกรมวงจรรวมดิจิทัล
2. ชนิดของเครื่องโปรแกรมที่ใช้งานกับโปรแกรม MAXPLUS II
3. ขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV

บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

1. วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II
3. ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II
4. ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II
5. ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II

บทที่ 5 การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD

1. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD
2. ขั้นตอนปฏิบัติงานการใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD

บทที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง

1. หลักการออกแบบระบบดิจิทัลที่เป็นลำดับชั้นจากบนลงล่าง (Top Down Design)
2. ขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง
3. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง

ตารางที่ ก-1 แสดงรายการหัวข้อและแหล่งข้อมูลของเนื้อหา

ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง	แหล่งข้อมูล			
		A	B	C	D
1.	การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II	✓	✓	✓	✓
2.	การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II	✓	✓	✓	✓
3.	การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV	✓	✓	✓	✓
4.	การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล	✓	✓	✓	✓
5.	การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD	✓	✓	✓	✓
6.	ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไฟ LED แปลงแสง	✓	✓	✓	✓

แหล่งข้อมูล :

- A = หนังสือ, เอกสารและบทความ
- B = อินเทอร์เน็ต
- C = ผู้เชี่ยวชาญ
- D = ประสบการณ์ตนเองจากการทดลอง

ตารางที่ ก-2 แสดงระดับความสำคัญของหัวข้อและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
เรื่อง: บทที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II						
ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับ ความรู้			ระดับ ทักษะ	
		R	A	T	I	C A
.1	คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II -บอกคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	I				
2.	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II -บอกขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II ได้ -ติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II กับระบบปฏิบัติการ Windows ได้	X				X
เรื่อง: บทที่ 2 การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II						
ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับ ความรู้			ระดับ ทักษะ	
		R	A	T	I	C A
.1	แนะนำเว็บไซต์ของบริษัท ALTERA -บอกข้อมูลเบื้องต้นใน Websiteของบริษัท ALTERA ได้	I				
2.	ขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II -บอกขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้ -ลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	X				X
3	ขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II - บอกขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้ - ติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	X				X

ระดับความรู้

R = พื้นฟูความรู้

A = ประยุกต์ความรู้

T = ส่งถ่ายความรู้

ระดับทักษะ

I = ลอกเลียนแบบ

C = ทำได้ถูกต้อง

A = ทำได้อย่างชำนาญ

ระดับความสำคัญ

O = ไม่สำคัญ

I = สำคัญ

X = สำคัญมาก

ตารางที่ ก-2 แสดงระดับความสำคัญของหัวข้อและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ต่อ)

เรื่อง: บทที่ 3 การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV							
ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับ ความรู้			ระดับ ทักษะ		
		R	A	T	I	C	A
.1	<u>เครื่องโปรแกรมวงจรรวมดิจิทัล</u> -บอกหน้าที่การทำงานของเครื่องโปรแกรมได้	X					
2.	<u>ชนิดของเครื่องโปรแกรมที่ใช้งานกับโปรแกรม MAXPLUS II</u> -บอกชนิดของเครื่องโปรแกรมที่สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	I					
3.	<u>ขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV</u> - อธิบายขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ได้ -ติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ได้		X			X	
รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม							
เรื่อง: บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล							
ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับ ความรู้			ระดับ ทักษะ		
		R	A	T	I	C	A
.1	<u>วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์</u> -บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้	X					
2.	<u>วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II</u> -บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	X					
3.	<u>ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II</u> -บอกขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II	X					
4.	<u>ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II</u> -บอกส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II ได้	X					
5.	<u>ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II</u> -อธิบายขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้ -ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้		X			X	

ตารางที่ ก-2 แสดงระดับความสำคัญของหัวข้อและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ต่อ)

เรื่อง: บทที่ 5 การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD						
ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับ ความรู้			ระดับ ทักษะ	
		R	A	T	I	C A
.1	อุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD -บอกอุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD ได้ -บอกลักษณะการทำงานในส่วนประกอบต่างๆของบอร์ดทดลอง CPLD ได้	X	X			
2.	ขั้นตอนปฏิบัติงาน การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD -ต้องจรงใช้งานในส่วนประกอบต่างๆของบอร์ดทดลอง CPLD ได้					X
รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม						
เรื่อง: บทที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง						
ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับ ความรู้			ระดับ ทักษะ	
		R	A	T	I	C A
.1	หลักการออกแบบระบบดิจิทัลที่เป็นลำดับชั้นจากบนลงล่าง(Top Down Design) -บอกหลักการออกแบบระบบดิจิทัลจากบนลงล่าง(Top-Down Design Process) ได้	X				
2.	ขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสง - บอกขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงได้	X				
3.	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอด ไดโอดเปล่งแสง - ปฏิบัติงานตามตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วย ไดโอดเปล่งแสงได้					X

ระดับความรู้

R = พื้นฟูความรู้

A = ประยุกต์ความรู้

T = ส่งถ่ายความรู้

ระดับทักษะ

I = ลอกเลียนแบบ

C = ทำได้ถูกต้อง

A = ทำได้อย่างชำนาญ

ระดับความสำคัญ

O = ไม่สำคัญ

I = สำคัญ

X = สำคัญมาก

ตารางที่ ก-3 ตารางวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม

บทที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II		ระดับความสำคัญของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม			
หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์	Power Point	กระดาน ไวท์บอร์ด	บอร์ดทดลอง CPLD	เครื่อง คอมพิวเตอร์
1. คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II	1. บอกคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	O	I
2. ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II	1. บอกขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	O	X
	2. ติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II กับระบบปฏิบัติการ Windows ได้	X	I	O	X
บทที่ 2 การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II		ระดับความสำคัญของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม			
หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์	Power Point	กระดาน ไวท์บอร์ด	บอร์ดทดลอง CPLD	เครื่อง คอมพิวเตอร์
1. แนะนำเว็บไซต์ของบริษัท ALTERA	1. บอกข้อมูลเบื้องต้นใน Websiteของบริษัท ALTERA ได้	X	I	O	X
2. ขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II	1. บอกขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II	X	I	O	X
	2. ได้ลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	O	X
3. ขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II	1. บอกขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	O	X
	2. ติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	O	X

X คือ สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด I คือ สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง O คือ สื่อที่มีความสำคัญน้อย

ตารางที่ ก-3 ตารางวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม (ต่อ)

บทที่ 3 การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV		ระดับความสำคัญของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม			
หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์	Power Point	กระดาน ไวท์บอร์ด	บอร์ดทดลอง CPLD	เครื่อง คอมพิวเตอร์
1. เครื่องโปรแกรมวงจรรวมดิจิทัล	1. บอกหน้าที่การทำงานของเครื่องโปรแกรมได้	X	I	I	X
2. ชนิดของเครื่องโปรแกรมที่ใช้งาน กับโปรแกรม MAXPLUS II	1. บอกชนิดของเครื่องโปรแกรมที่สามารถใช้งานร่วมกับ โปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	I	X
3. ขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับ เครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV	1. อธิบายขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ได้	X	I	I	X
	2. ติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ได้	X	I	X	X
บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล		ระดับความสำคัญของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม			
หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์	Power Point	กระดาน ไวท์บอร์ด	บอร์ดทดลอง CPLD	เครื่อง คอมพิวเตอร์
1. วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์	1. บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ ได้	X	I	O	X
2. วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล โดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II	1. บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	O	X
3. ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวม ดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II	1. บอกขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้ โปรแกรม MAXPLUS II	X	I	O	X

X คือ สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด I คือ สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง O คือ สื่อที่มีความสำคัญน้อย

ตารางที่ ก-3 ตารางวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม (ต่อ)

บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล (ต่อ)		ระดับความสำคัญของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม			
หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์	Power Point	กระดาน ไวท์บอร์ด	บอร์ดทดลอง CPLD	เครื่อง คอมพิวเตอร์
4. ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II	1. บอกส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	O	X
5. ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีวาด แผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II	1. อธิบายขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผัง วงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	X	X
	2. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาด แผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้	X	I	X	X
บทที่ 5 การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD		ระดับความสำคัญของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม			
หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์	Power Point	กระดาน ไวท์บอร์ด	บอร์ดทดลอง CPLD	เครื่อง คอมพิวเตอร์
1. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้ งานกับบอร์ดทดลอง CPLD	1. บอกอุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ด ทดลอง CPLD ได้	X	I	X	O
	2. บอกลักษณะการทำงานในส่วนประกอบต่างๆของบอร์ด ทดลอง CPLD ได้	X	I	X	O
2. ขั้นตอนปฏิบัติงาน การใช้งานบอร์ด ทดลอง CPLD	1. ต่อวงจรใช้งานในส่วนประกอบต่างๆของบอร์ดทดลอง CPLD ได้	X	I	X	I

X คือ สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด I คือ สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง O คือ สื่อที่มีความสำคัญน้อย

ตารางที่ ก-3 ตารางวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม (ต่อ)

บทที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง		ระดับความสำคัญของสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม			
หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์	Power Point	กระดาน ไวท์บอร์ด	บอร์ดทดลอง CPLD	เครื่อง คอมพิวเตอร์
1. หลักการออกแบบระบบดิจิทัลที่เป็นลำดับชั้นจากบนลงล่าง(Top Down Design)	1. บอกหลักการออกแบบระบบดิจิทัลจากบนลงล่าง(Top-Down Design Process) ได้	X	I	O	O
2. ขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสง	1. บอกขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงได้	X	I	X	X
3. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง	1. ปฏิบัติงานตามตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงได้	X	I	X	X

X คือ สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด I คือ สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง O คือ สื่อที่มีความสำคัญน้อย

ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดฝึกอบรม

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ อำนวย สกุลสุกใส

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
สถานที่ทำงาน

วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ค.อ.ม.ไฟฟ้า
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วงจรลอจิกและการออกแบบระบบดิจิทัล

วิชาสอนหรือผลงานที่เกี่ยวข้อง

2. อาจารย์ สุศักดิ์ ศิลปจำรู

ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7
สถานที่ทำงาน

วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี ค.อ.บ.วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรศาสตร์และ
ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ตะวันออก วิทยาเขตบางพระ
ดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

วิชาสอนหรือผลงานที่เกี่ยวข้อง

3. อาจารย์ อนันต์ คัมภีรานนท์

ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7

สถานที่ทำงาน

วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ค.อ.ม.บริหารอาชีพและ
เทคนิคการศึกษา
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
สุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี
วงจรลอจิกและการออกแบบระบบดิจิทัล

วิชาสอนหรือผลงานที่เกี่ยวข้อง

4. อาจารย์ สมพร ศรีวัฒนพล

ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 6
สถานที่ทำงาน

วุฒิการศึกษา ปริญญาโท วศ.ม. ไฟฟ้า
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
สุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี
วงจรลอจิกและการออกแบบระบบดิจิทัล

วิชาสอนหรือผลงานที่เกี่ยวข้อง

5. อาจารย์ สิทธิศักดิ์ วรรณัฐ

ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 6
สถานที่ทำงาน

วุฒิการศึกษาปริญญาตรี วศ.บ. สาขา คอมพิวเตอร์
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระ
นคร วิทยาเขตพระนครเหนือ
ดิจิทัลเทคนิคและการออกแบบวงจรดิจิทัล

วิชาสอนหรือผลงานที่เกี่ยวข้อง

ที่ ศธ 0525.3(2)/1



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

15 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ สกฤตฤกโส

ด้วยนายชัยสิทธิ์ แก้วจัญญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล โดยมี คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

- | | | |
|-----------------------------------|------------|---------------|
| 1. รองศาสตราจารย์อุดม | จินประดับ | ประธานกรรมการ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ | ตันศรีวงษ์ | กรรมการ |

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวong)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/1



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

15 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน อาจารย์ผู้ฝึก คิลป์จารุ

ด้วยนายชัยสิทธิ์ แก้วจัญญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหา
ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล โดยมี
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

- | | | |
|-----------------------------------|------------|---------------|
| 1. รองศาสตราจารย์อุดม | จีนประดับ | ประธานกรรมการ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ | ตันศรีวงษ์ | กรรมการ |

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม
เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวong)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/1



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

15 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน อาจารย์อนันต์ คัมภีรานนท์

ด้วยนายชัยสิทธิ์ แก้วจัญญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล โดยมี คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

- | | | |
|-----------------------------------|------------|---------------|
| 1. รองศาสตราจารย์อุดม | จีนประดับ | ประธานกรรมการ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ | คันธีรวงษ์ | กรรมการ |

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวัญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/1



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 จ.ปทุมธานี บางซื่อ กทม. 10800

15 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน อาจารย์สมพร ศรีวัฒนพล

ด้วยนายชัยสิทธิ์ แก้วจัญญ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหา
ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล โดยมี
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

- | | | |
|-----------------------------------|------------|---------------|
| 1. รองศาสตราจารย์อุดม | จีนประดับ | ประธานกรรมการ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ | ตันศรีวงษ์ | กรรมการ |

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม
เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวัญ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/4



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

15 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม

เรียน อาจารย์สิทธิศักดิ์ วรดิษฐ์

ด้วยนายชัยสิทธิ์ แก้วจัญญ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม Maxplus II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล โดยมี คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

- | | | |
|-----------------------------------|------------|---------------|
| 1. รองศาสตราจารย์อุดม | จินประดับ | ประธานกรรมการ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ | ตันศรีวงษ์ | กรรมการ |

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวัญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดฝึกอบรม
เรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

คำชี้แจง

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 4 ตอนคือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม

ตอนที่ 3 แบบประเมินความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม

ตอนที่ 4 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม

ส่วนประกอบของชุดฝึกอบรม

ประกอบไปด้วย คู่มือวิทยากร, คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม, สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

หัวข้อในการฝึกอบรม

วันที่ 1	เวลาในการฝึกอบรม
1. การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II	30 นาที
2. การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II	30 นาที
3. การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV	30 นาที
4. การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล	280 นาที
วันที่ 2	เวลาในการฝึกอบรม
5. การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD	60 นาที
6. ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไฟแอลอีดี	50 นาที

***ขอขอบพระคุณที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ ***

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องสี่เหลี่ยม หรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่ตรงกับข้อมูลส่วนบุคคลของท่านตามความเป็นจริง

1. ท่านสำเร็จการศึกษาในระดับ

☐ ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า

☐ ปริญญาโท หรือเทียบเท่า

☐ ปริญญาเอก

☐ อื่นๆ

2. ปัจจุบันท่านดำรงตำแหน่ง

.....

3. สังกัด

.....

4. ท่านมีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับงานในด้าน

☐ วิชาทางการออกแบบวงจรดิจิทัลหรือระบบดิจิทัล

☐ วิชาทางการศึกษา

☐ อื่นๆ.....

5. ท่านมีประสบการณ์ในด้านการจัดการเรียนการสอนมาแล้ว

☐ ต่ำกว่า 3 ปี

☐ ตั้งแต่ 3-5 ปี

☐ มากกว่า 5 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม

คำชี้แจง เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมในด้านต่างๆ ขอให้ผู้เชี่ยวชาญกรุณาทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องว่างของระดับความคิดเห็น ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีระดับคะแนนความคิดเห็นดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเหมาะสมมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเหมาะสมมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเหมาะสมปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเหมาะสมน้อยควรปรับปรุง

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าไม่เหมาะสม

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม

หัวข้อคำถามสำหรับแสดงความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					ผล
	5	4	3	2	1	
ด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน						
1. เนื้อหาวิชาครอบคลุมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	☐	☐	☐	☐	☐	
2. เนื้อหาวิชามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	☐	☐	☐	☐	☐	
3. การเรียงลำดับของเนื้อหาเหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐	
4. ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย	☐	☐	☐	☐	☐	
5. รูปภาพประกอบชัดเจน	☐	☐	☐	☐	☐	
6. รูปภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหาบรรยาย	☐	☐	☐	☐	☐	
7. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	☐	☐	☐	☐	☐	
8. การจัดรูปแบบของใบปฏิบัติงานเหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐	
ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	5	4	3	2	1	
1. ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานเหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐	
2. ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย	☐	☐	☐	☐	☐	
3. รูปภาพประกอบชัดเจน	☐	☐	☐	☐	☐	
4. คำถามและโจทย์สอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	☐	☐	☐	☐	☐	
5. จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	☐	☐	☐	☐	☐	
6. คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	☐	☐	☐	☐	☐	
7. คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐	
ด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม	5	4	3	2	1	
1. สื่อมีความเหมาะสมและสัมพันธ์กับเนื้อหา	☐	☐	☐	☐	☐	
2. สื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	☐	☐	☐	☐	☐	
3. สื่อมีความเหมาะสมกับระดับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	☐	☐	☐	☐	☐	
4. สื่อสามารถนำไปใช้งานได้สะดวก	☐	☐	☐	☐	☐	
5. สื่อสามารถเก็บและบำรุงรักษาได้สะดวก	☐	☐	☐	☐	☐	
6. ต้นทุนในการผลิตสื่อมีความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับ	☐	☐	☐	☐	☐	
7. สื่อมีรูปภาพที่ชัดเจนและเหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐	
8. สื่อมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐	
9. คำบรรยายประกอบรูป สั้น กระชับ ชัดเจน อ่านง่าย	☐	☐	☐	☐	☐	
*ความเหมาะสมโดยรวมในการนำชุดฝึกอบรมไปใช้งานจริง	☐	☐	☐	☐	☐	
ค่าเฉลี่ยรวม						

ตอนที่ 3 แบบประเมินความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม

คำชี้แจง เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยขอให้ผู้เชี่ยวชาญเขียนระบุความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงชุดฝึกอบรมต่อไป

ด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน

[illegible]ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน[illegible]

ด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

[illegible]

ตอนที่ 4 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่าง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม

คำชี้แจง เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม ขอให้ผู้เชี่ยวชาญกรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างของระดับความคิดเห็น ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีระดับคะแนนความคิดเห็นดังนี้

ระดับคะแนน 1+ หมายถึง เห็นด้วยว่าข้อสอบวัดความรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนี้ได้

ระดับคะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดความรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนี้ได้

ระดับคะแนน 1- หมายถึง ไม่เห็นด้วยว่าข้อสอบวัดความรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนี้ได้

บทที่ 1การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II

หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/แบบฝึกหัด	ความคิดเห็น		
		1+	0	1-
1.คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับ โปรแกรม MAXPLUS II -บอกคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับ โปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 1	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 2	☐	☐	☐
2.ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II -บอกขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 3	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 4	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 5	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 6	☐	☐	☐
งานปฏิบัติที่ 1การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II -ติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II กับระบบปฏิบัติการ Windows ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 2	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 3	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 4	☐	☐	☐

บทที่ 2 การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II

หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/แบบฝึกหัด	ความคิดเห็น		
		1+	0	1-
1.แนะนำเว็บไซต์ของบริษัท ALTERA -บอกข้อมูลเบื้องต้นใน Websiteของบริษัท ALTERA ได้	ข้อสอบข้อที่ 7	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 8	☐	☐	☐
2.ขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II -บอกขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 9	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 10	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 11	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 12	☐	☐	☐
งานปฏิบัติที่ 2.1การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II -ลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 2	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 3	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 4	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 5	☐	☐	☐
3.ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II -บอกขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 13	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 14	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 15	☐	☐	☐
งานปฏิบัติที่ 2.2 ขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II -ติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 2	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 3	☐	☐	☐

บทที่ 3 การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV

หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/แบบฝึกหัด	ความคิดเห็น		
		1+	0	1-
1.เครื่อง โปรแกรมวงจรรวมคิติดอก -บอกหน้าที่การทำงานของเครื่องโปรแกรมได้	ข้อสอบข้อที่ 16	☐	☐	☐
2.ชนิดของเครื่องโปรแกรมที่ใช้งานกับโปรแกรม MAXPLUS II - บอกชนิดของเครื่องโปรแกรมที่สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 17	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 18	☐	☐	☐
3.ขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV - อธิบายขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ได้	ข้อสอบข้อที่ 19	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 20	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 21	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 22	☐	☐	☐
งานปฏิบัติที่ 3การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV - ติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 2	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 3	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 4	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 5	☐	☐	☐

บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/แบบฝึกหัด	ความคิดเห็น		
		1+	0	1-
<u>วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์</u> -บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้	ข้อสอบข้อที่ 23	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 24	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 25	☐	☐	☐
<u>วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II</u> -บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 26	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 27	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 28	☐	☐	☐
<u>ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II</u> -บอกขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II	ข้อสอบข้อที่ 29	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 30	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 31	☐	☐	☐
<u>ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II</u> -บอกส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 32	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 33	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 34	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 35	☐	☐	☐
<u>ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีวางแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II</u> -อธิบายขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวางแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 36	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 37	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 38	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 39	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 40	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 41	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 42	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 43	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 44	☐	☐	☐

บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/แบบฝึกหัด	ความคิดเห็น		
		1+	0	1-
<u>ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II</u> -อธิบายขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 45	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 46	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 47	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 48	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 49	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 50	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 51	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 52	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 53	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 54	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 55	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 56	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 57	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 58	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 59	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 60	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 61	☐	☐	☐
<u>งานปฏิบัติที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II</u> - ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 2	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 3	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 4	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 5	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 6	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 7	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 8	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 9	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 10	☐	☐	☐

บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล (ต่อ)

หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/แบบฝึกหัด	ความคิดเห็น		
		1+	0	1-
งานปฏิบัติที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II - ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้	หัวข้อประเมินที่ 11	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 12	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 13	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 14	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 15	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 16	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 17	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 18	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 19	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 20	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 21	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 22	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 23	☐	☐	☐

บทที่ 5 ขั้นตอนการใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD

หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/แบบฝึกหัด	ความคิดเห็น		
		1+	0	1-
อุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD -บอกอุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD ได้	ข้อสอบข้อที่ 62	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 63	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 64	☐	☐	☐
อุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD บอกลักษณะการทำงานในส่วนประกอบต่างๆของบอร์ดทดลอง CPLD ได้	ข้อสอบข้อที่ 65	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 66	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 67	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 68	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 69	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 70	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 71	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 72	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 73	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 74	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 75	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 76	☐	☐	☐
งานปฏิบัติที่ 5 ขั้นตอนการใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD -ต้องจรงใช้งานในส่วนประกอบต่างๆของบอร์ดทดลอง CPLD ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 2	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 3	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 4	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 5	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 6	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 7	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 8	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 9	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 10	☐	☐	☐

บทที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง

หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/แบบฝึกหัด	ความคิดเห็น		
		1+	0	1-
<u>.1หลักการออกแบบระบบบิตจิตอลที่เป็นลำดับชั้นจากบนลงล่าง(Top Down Design)</u> -บอกหลักการออกแบบระบบบิตจิตอลจากบนลงล่าง(Top-Down Design Process) ได้	ข้อสอบข้อที่ 77	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 78	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 79	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 80	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 81	☐	☐	☐
<u>.2ขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสง</u> -บอกขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงได้	ข้อสอบข้อที่ 82	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 83	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 84	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 85	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 86	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 87	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 88	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 89	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 90	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 91	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 92	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 93	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 95	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 96	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 97	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 98	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 99	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 100	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 101	☐	☐	☐
	ข้อสอบข้อที่ 102	☐	☐	☐

บทที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง (ต่อ)

หัวข้อเรื่อง/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/แบบฝึกหัด	ความคิดเห็น		
		1+	0	1-
งานปฏิบัติที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง - ปฏิบัติงานตามตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงได้	หัวข้อประเมินที่ 1	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 2	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 3	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 4	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 5	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 6	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 7	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 8	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 9	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 10	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 11	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 12	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 13	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 14	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 15	☐	☐	☐
	หัวข้อประเมินที่ 16	☐	☐	☐

*** ขอขอบพระคุณที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ ***

ตารางที่ ข-1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม

หัวข้อคำถามสำหรับแสดงความคิดเห็น	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่					ระดับความคิดเห็น	
ด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	สรุปความคิดเห็น
1. เนื้อหาวิชาครอบคลุมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
2. เนื้อหาวิชามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3. การเรียงลำดับของเนื้อหาเหมาะสม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4. ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย	4	5	5	4	4	4.4	เหมาะสมมาก
5. รูปภาพประกอบชัดเจน	5	5	4	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
6. รูปภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหาบรรยาย	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
7. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
8. การจัดรูปแบบของใบปฏิบัติงานเหมาะสม	5	4	5	4	4	4.4	เหมาะสมมาก
ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	สรุปความคิดเห็น
1. ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานเหมาะสม	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย	4	5	5	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3. รูปภาพประกอบชัดเจน	4	5	4	5	4	4.4	เหมาะสมมาก
4. คำถามและโจทย์สอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	4	4	4	4.4	เหมาะสมมาก
6. คำถามและคำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
7. คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	4	5	5	4	4	4.4	เหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม (ต่อ)

หัวข้อคำถามสำหรับแสดงความคิดเห็น	ผู้เชี่ยวชาญ ท่านที่					ระดับความคิดเห็น	
ด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	สรุปความคิดเห็น
1. สื่อมีความเหมาะสมและสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2. สื่อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3. สื่อมีความเหมาะสมกับระดับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4. สื่อสามารถนำไปใช้งานได้สะดวก	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5. สื่อสามารถเก็บและบำรุงรักษาได้สะดวก	5	5	5	3	4	4.4	เหมาะสมมาก
6. ต้นทุนในการผลิตสื่อมีความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับ	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
7. สื่อมีรูปภาพที่ชัดเจนและเหมาะสม	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
8. สื่อมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
9. คำบรรยายประกอบรูป สั้น กระชับ ชัดเจน อ่านง่าย	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
*ความเหมาะสมโดยรวมในการนำชุดฝึกอบรมไปใช้งานจริง	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
สรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดฝึกอบรม					ค่าเฉลี่ย		สรุปความคิดเห็น
ด้านเนื้อหาของใบปฏิบัติงาน					4.60		เหมาะสมมากที่สุด
ด้านใบงานปฏิบัติและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม					4.54		เหมาะสมมากที่สุด
ด้านสื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม					4.62		เหมาะสมมากที่สุด
ความเหมาะสมโดยรวมของชุดฝึกอบรม					4.60		เหมาะสมมากที่สุด

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการฝึกอบรมและผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบ
ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบของกลุ่มทดลอง
ผลคะแนนภาคทฤษฎีจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม
ผลคะแนนภาคทฤษฎีจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม
ผลคะแนนการประเมินในภาคปฏิบัติจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม
ผลคะแนนการประเมินในภาคปฏิบัติจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมและผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบ

หัวข้อเรื่องบทที่ 1 /วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/ แบบฝึกหัด	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ						คะแนนของกลุ่มทดลอง						เลือกใช้ ข้อนี้	
		1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P		D
1.คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II - บอกคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒
2.ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II - บอกขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0.6	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0.6	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 5	0	1	1	1	1	0.8	0	1	0	0	0	0.2	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 6	0	1	1	1	0	0.6	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒
งานปฏิบัติที่ 1 การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II - ติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II กับระบบปฏิบัติการ Windows ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	1	1	1	1	1	1								
	หัวข้อประเมินที่ 2	1	1	1	1	1	1								
	หัวข้อประเมินที่ 3	0	1	1	1	1	0.8								
	หัวข้อประเมินที่ 4	0	1	1	1	1	0.8								
หัวข้อเรื่องบทที่2 /วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/ แบบฝึกหัด	1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P	D	เลือกใช้ ข้อนี้
1.แนะนำเว็บไซต์ของบริษัท ALTERA - บอกข้อมูลเบื้องต้นใน Websiteของบริษัท ALTERA ได้	ข้อสอบข้อที่ 7	0	1	1	1	0	0.6	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 8	0	1	1	1	0	0.6	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒
2.ขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II - บอกขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 10	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0.6	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 11	0	1	1	1	1	0.8	1	1	0	1	0	0.6	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0.2	0.5	☒
งานปฏิบัติที่ 2.1 การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II - ลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	1	1	1	1	1	1								
	หัวข้อประเมินที่ 2	0	1	1	1	1	0.8								
	หัวข้อประเมินที่ 3	0	1	1	1	1	0.8								
	หัวข้อประเมินที่ 4	0	1	1	1	1	0.8								
	หัวข้อประเมินที่ 5	1	1	1	1	1	1								
3.ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II - บอกขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 13	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0.6	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 15	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0.2	0.5	☒
งานปฏิบัติที่ 2.2 ขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II - ติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	1	1	1	1	1	1								
	หัวข้อประเมินที่ 2	1	1	1	1	1	1								
	หัวข้อประเมินที่ 3	1	1	1	1	1	1								

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมและผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบ
(ต่อ)

หัวข้อเรื่องบทที่ 3 / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/ แบบฝึกหัด	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ						คะแนนของกลุ่มทดลอง						เลือกใช้ ข้อนี้	
		1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P		D
1.เครื่องโปรแกรมวงจรรวมดิจิทัล - บอกหน้าที่การทำงานของเครื่องโปรแกรมได้	ข้อสอบข้อที่ 16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒
2.ชนิดของเครื่องโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับโปรแกรม MAXPLUS II - บอกชนิดของเครื่องโปรแกรมที่สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 17	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0.2	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 18	0	1	1	1	1	0.8	0	1	0	0	0	0.2	0.5	☒
3.ขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV - อธิบายขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ได้	ข้อสอบข้อที่ 19	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 20	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0.6	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 21	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0.4	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 22	0	1	1	1	1	0.8	0	1	0	0	0	0.2	0.5	☒
งานปฏิบัติที่ 3 การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV - ติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	1	1	1	1	1	1								
	หัวข้อประเมินที่ 2	1	1	1	1	1	1								
	หัวข้อประเมินที่ 3	1	1	1	1	1	1								
	หัวข้อประเมินที่ 4	1	1	1	1	1	1								
	หัวข้อประเมินที่ 5	1	1	1	1	1	1								
หัวข้อเรื่องบทที่ 4 / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/ แบบฝึกหัด	1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P	D	เลือกใช้ ข้อนี้
1.วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ - บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้	ข้อสอบข้อที่ 23	1	0	1	1	1	0.8	1	0	0	0	0	0.2	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 24	1	0	1	1	1	0.8	1	1	0	0	1	0.6	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒
2.วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 26	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 27	0	1	1	1	1	0.8	0	1	0	0	0	0.2	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒
3.ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II บอกขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II	ข้อสอบข้อที่ 29	1	0	1	1	1	0.8	0	1	0	0	0	0.2	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 30	1	0	1	1	1	0.8	1	0	0	0	0	0.2	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 31	0	1	1	1	1	0.8	1	1	0	1	0	0.6	0.5	☒
4.ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II บอกส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 32	0	1	1	1	1	0.8	1	0	0	0	0	0.2	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒
	ข้อสอบข้อที่ 35	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0.2	0.5	☒

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมและผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบ
(ต่อ)

หัวข้อเรื่องบทที่ 4 / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/ แบบฝึกหัด	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ						คะแนนของกลุ่มทดลอง								เลือกใช้ ข้อนี้
		1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P	D		
5.ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II - อธิบายขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 37	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0.6	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 38	0	1	1	1	0	0.6	1	0	0	0	0	0.2	0.5		
	ข้อสอบข้อที่ 39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 41	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0.4	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 42	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0		
	ข้อสอบข้อที่ 43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 44	0	1	1	1	1	0.8	1	0	0	0	0	0.2	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 45	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0.6	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 46	0	1	1	1	1	0.8	0	1	0	0	0	0.2	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 48	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0.2	0.5		
	ข้อสอบข้อที่ 49	0	1	1	1	1	0.8	0	1	0	0	0	0.2	0.5		
	ข้อสอบข้อที่ 50	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0.4	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 51	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 52	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0.2	0.5		
	ข้อสอบข้อที่ 53	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0		
	ข้อสอบข้อที่ 54	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0.6	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		
	ข้อสอบข้อที่ 57	0	1	1	1	1	0.8	1	0	1	0	0	0.4	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 58	0	1	1	1	1	0.8	0	0	1	0	0	0.2	0		
ข้อสอบข้อที่ 59	0	1	1	1	1	0.8	1	1	0	1	0	0.6	0.5	☒		
ข้อสอบข้อที่ 60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒		
ข้อสอบข้อที่ 61	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0.4	0			
งานปฏิบัติที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ปฏิบัติตามขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 2	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 3	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 4	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 5	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 6	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 7	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 8	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 9	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 10	1	1	1	1	1	1									

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมและผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบ
(ต่อ)

หัวข้อเรื่องบทที่ 4 / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/ แบบฝึกหัด	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ						คะแนนของกลุ่มทดลอง								เลือกใช้ ข้อนี้
		1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P	D		
งานปฏิบัติที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II - อธิบายขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้	หัวข้อประเมินที่ 11	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 12	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 13	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 14	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 15	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 16	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 17	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 18	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 19	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 20	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 21	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 22	1	1	1	1	1	1									
หัวข้อประเมินที่ 23	1	1	1	1	1	1										
หัวข้อเรื่องบทที่ 5 / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ/ แบบฝึกหัด	1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P	D	เลือกใช้ ข้อนี้	
1.อุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD บอกอุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD ได้	ข้อสอบข้อที่ 62	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 63	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0.6	0		
	ข้อสอบข้อที่ 64	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0.6	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 65	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0.6	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 66	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0.4	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 67	0	1	1	1	0	0.6	1	0	1	0	0	0.4	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 68	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0.2	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 69	0	1	1	1	1	0.8	1	0	0	0	0	0.2	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 70	0	1	1	1	1	0.8	0	1	0	1	0	0.4	0		
	ข้อสอบข้อที่ 71	0	1	1	1	1	0.8	0	1	0	0	0	0.2	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 72	0	1	1	1	1	0.8	1	0	1	0	0	0.4	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 73	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	0		
	ข้อสอบข้อที่ 74	0	1	1	1	1	0.8	1	1	1	0	1	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 75	1	1	1	1	0	0.8	1	1	1	1	0	0.8	0.5	☒	
	ข้อสอบข้อที่ 76	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0.6	0		

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมและผลการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบ
(ต่อ)

หัวข้อเรื่องบทที่ 5 /วัดจุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อสอบ/ แบบฝึกหัด	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ						คะแนนของกลุ่มทดลอง								เลือกใช้ ข้อนี้
		1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P	D		
งานปฏิบัติที่ 5 ขั้นตอนการใช้งานบอร์ด ทดลอง CPLD ต้องจรงใช้งานในส่วนประกอบต่างๆของ บอร์ดทดลอง CPLD ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 2	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 3	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 4	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 5	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 6	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 7	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 8	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 9	0	1	1	1	1	0.8									
	หัวข้อประเมินที่ 10	0	1	1	1	1	0.8									
หัวข้อเรื่องบทที่ 6 /วัดจุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อสอบ	1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P	D		เลือกใช้
1.หลักการออกแบบระบบดิจิทัลที่เป็น ลำดับชั้นจากบนลงล่าง(Top Down Design) บอกหลักการออกแบบระบบดิจิทัลจาก บนลงล่าง(Top-Down Design Process) ได้	ข้อสอบข้อที่ 77	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0.4	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 78	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0.6	0		
	ข้อสอบข้อที่ 79	1	1	1	1	0	0.8	1	1	0	0	1	0.6	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 80	1	1	1	1	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0		
	ข้อสอบข้อที่ 81	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0.2	0.5		☒
2.ขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋า แสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสง บอกขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอย ลูกเต๋านแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงได้	ข้อสอบข้อที่ 82	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.8	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 83	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0.6	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 84	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 85	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0.2	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 86	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0.2	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 87	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.8	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 88	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0.6	0		
	ข้อสอบข้อที่ 89	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		
	ข้อสอบข้อที่ 90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0.8	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 91	1	1	1	1	0	0.8	0	1	0	0	0	0.2	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 92	1	1	1	1	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0		
	ข้อสอบข้อที่ 93	1	1	1	1	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0		
	ข้อสอบข้อที่ 94	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0.4	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 95	1	1	1	1	0	0.8	0	1	0	0	1	0.4	0		
	ข้อสอบข้อที่ 96	1	1	1	1	0	0.8	1	0	1	0	0	0.4	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 97	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0.2	0		
	ข้อสอบข้อที่ 98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		
	ข้อสอบข้อที่ 99	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0.2	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 100	1	1	1	1	0	0.8	0	0	1	0	0	0.2	0		
	ข้อสอบข้อที่ 101	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0.4	0.5		☒
	ข้อสอบข้อที่ 102	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0.4	0.5		☒

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมและการวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนกของข้อสอบ
(ต่อ)

หัวข้อเรื่องบทที่ 6 /วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อสอบ/ แบบฝึกหัด	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ						คะแนนของกลุ่มทดลอง								เลือกใช้ ข้อนี้
		1	2	3	4	5	IOC	1	2	3	4	5	P	D		
งานปฏิบัติที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบเครื่อง ทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอด ไดโอดเปล่งแสง ปฏิบัติงานตามตัวอย่างการออกแบบเครื่อง ทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสง ได้	หัวข้อประเมินที่ 1	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 2	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 3	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 4	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 5	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 6	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 7	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 8	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 9	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 10	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 11	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 12	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 13	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 14	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 15	1	1	1	1	1	1									
	หัวข้อประเมินที่ 16	1	1	1	1	1	1									
รวมผลคะแนนและคะแนนเฉลี่ย							0.925	74	69	52	28	32	0.50	0.41	79	

ตารางที่ ค-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบของกลุ่มทดลอง

หัวข้อเรื่องบทที่ 1 /วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนของกลุ่มทดลอง									
		1	2	3	4	5	X	X ²	p	q	pq
1.คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II บอกคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 1	1	1	1	1	0	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 2	1	1	1	1	0	4	16	0.80	0.20	0.16
2.ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II บอกขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 3	1	1	0	0	1	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 4	1	1	0	0	1	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 5	0	1	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 6	1	1	1	1	0	4	16	0.80	0.20	0.16
หัวข้อเรื่องบทที่ 2 /วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	1	2	3	4	5	X	X²	P	q	pq
1.แนะนำเว็บไซต์ของบริษัท ALTERA บอกข้อมูลเบื้องต้นใน Websiteของบริษัท ALTERA ได้	ข้อสอบข้อที่ 7	1	1	1	0	1	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 8	1	1	1	1	0	4	16	0.80	0.20	0.16
2.ขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II บอกขั้นตอนการลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 9	1	1	1	0	1	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 10	1	1	0	0	1	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 11	1	1	0	1	0	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 12	1	0	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
3.ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II บอกขั้นตอนการติดตั้งไฟล์ License.dat ให้กับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 13	1	1	0	1	0	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 14	1	1	1	0	1	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 15	1	0	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
หัวข้อเรื่องบทที่ 3 /วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	1	2	3	4	5	X	X²	P	q	pq
1.เครื่องโปรแกรมวงจรรวมดิจิทัล บอกหน้าที่การทำงานของเครื่องโปรแกรมได้	ข้อสอบข้อที่ 16	1	1	1	1	0	4	16	0.80	0.20	0.16
2.ชนิดของเครื่องโปรแกรมที่ใช้งานกับโปรแกรม MAXPLUS II บอกชนิดของเครื่องโปรแกรมที่สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม MAXPLUS II ได้	ข้อสอบข้อที่ 17	1	0	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 18	0	1	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
3.ขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV อธิบายขั้นตอนการติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ได้	ข้อสอบข้อที่ 19	1	1	1	1	0	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 20	1	1	0	0	1	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 21	0	1	1	0	0	2	4	0.40	0.60	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 22	0	1	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16

ตารางที่ ค-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบของกลุ่มทดลอง (ต่อ)

[illegible]

ตารางที่ ค-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบของกลุ่มทดลอง (ต่อ)

หัวข้อเรื่องบทที่ 5 / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	1	2	3	4	5	X	X ²	p	q	pq
1. อุปกรณ์และส่วนประกอบที่นำมาใช้งานกับบอร์ดทดลอง CPLD	ข้อสอบข้อที่ 62	1	1	1	0	1	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 63										
	ข้อสอบข้อที่ 64	1	1	0	1	0	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 65	1	1	0	0	1	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 66	1	0	1	0	0	2	4	0.40	0.60	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 67	1	0	1	0	0	2	4	0.40	0.60	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 68	0	1	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 69	1	0	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 70										
	ข้อสอบข้อที่ 71	0	1	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 72	1	0	1	0	0	2	4	0.40	0.60	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 73										
	ข้อสอบข้อที่ 74	1	1	1	0	1	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 75	1	1	1	1	0	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 76										
หัวข้อเรื่องบทที่ 6 / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	1	2	3	4	5	X	X ²	P	q	pq
1. หลักการออกแบบระบบดิจิทัลที่เป็นลำดับชั้นจากบนลงล่าง (Top Down Design) บอกหลักการออกแบบระบบดิจิทัลจากบนลงล่าง (Top-Down Design Process) ได้	ข้อสอบข้อที่ 77	1	0	1	0	0	2	4	0.40	0.60	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 78										
	ข้อสอบข้อที่ 79	1	1	0	0	1	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 80										
	ข้อสอบข้อที่ 81	1	0	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
2. ขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสง บอกขั้นตอนการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยไดโอดเปล่งแสงได้	ข้อสอบข้อที่ 82	1	1	1	1	0	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 83	1	1	0	1	0	3	9	0.60	0.40	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 84	1	1	1	0	1	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 85	0	1	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 86	1	0	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 87	1	1	1	1	0	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 88										
	ข้อสอบข้อที่ 89										
	ข้อสอบข้อที่ 90	1	1	1	0	1	4	16	0.80	0.20	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 91	0	1	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 92										
	ข้อสอบข้อที่ 93										
	ข้อสอบข้อที่ 94	1	0	1	0	0	2	4	0.40	0.60	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 95										
	ข้อสอบข้อที่ 96	1	0	1	0	0	2	4	0.40	0.60	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 97										
	ข้อสอบข้อที่ 98										
	ข้อสอบข้อที่ 99	0	1	0	0	0	1	1	0.20	0.80	0.16
	ข้อสอบข้อที่ 100										
	ข้อสอบข้อที่ 101	0	1	1	0	0	2	4	0.40	0.60	0.24
	ข้อสอบข้อที่ 102	1	0	1	0	0	2	4	0.40	0.60	0.24
ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด		65	59	41	22	23	210	678	42	37	14.88

ตารางที่ ค-3 ผลคะแนนภาคทฤษฎีจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม

ข้อสอบภาคทฤษฎี	คนที่																		รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
บทที่1 ข้อที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
บทที่1 ข้อที่ 2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	14
บทที่1 ข้อที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17
บทที่2 ข้อที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17
บทที่2 ข้อที่ 2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
บทที่2 ข้อที่ 3	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	10
บทที่2 ข้อที่ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
บทที่2 ข้อที่ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
บทที่3 ข้อที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17
บทที่3 ข้อที่ 2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	14
บทที่3 ข้อที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
บทที่3 ข้อที่ 4	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
บทที่4 ข้อที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
บทที่4 ข้อที่ 2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	15
บทที่4 ข้อที่ 3	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	12
บทที่4 ข้อที่ 4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
บทที่4 ข้อที่ 5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
บทที่4 ข้อที่ 6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	16
บทที่4 ข้อที่ 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	17
บทที่4 ข้อที่ 8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
บทที่4 ข้อที่ 9	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	14
บทที่4 ข้อที่ 10	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	13
บทที่4 ข้อที่ 11	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	12
บทที่4 ข้อที่ 12	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
บทที่5 ข้อที่ 1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	13
บทที่5 ข้อที่ 2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
บทที่5 ข้อที่ 3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	16
บทที่5 ข้อที่ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
บทที่5 ข้อที่ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
บทที่5 ข้อที่ 6	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	13
บทที่6 ข้อที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
บทที่6 ข้อที่ 2	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	15
บทที่6 ข้อที่ 3	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
บทที่6 ข้อที่ 4	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	9
บทที่6 ข้อที่ 5	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	14
บทที่6 ข้อที่ 6	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	14
บทที่6 ข้อที่ 7	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	8
บทที่6 ข้อที่ 8	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	7
บทที่6 ข้อที่ 9	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	12
บทที่6 ข้อที่ 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
รวมคะแนน	34	33	33	34	33	33	32	35	35	34	32	36	36	34	36	30	32	33	605
ร้อยละของคะแนน	85.0	82.5	82.5	85.0	82.5	82.5	80.0	87.5	87.5	85.0	80.0	90.0	90.0	85.0	90.0	75.0	80.0	82.5	84.03

ตารางที่ ค-4 ผลคะแนนภาคทฤษฎีจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม

ข้อสอบภาคทฤษฎี	คนที่																		รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ข้อสอบข้อที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
ข้อสอบข้อที่ 2	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	11
ข้อสอบข้อที่ 3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
ข้อสอบข้อที่ 4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	12
ข้อสอบข้อที่ 5	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
ข้อสอบข้อที่ 6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
ข้อสอบข้อที่ 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
ข้อสอบข้อที่ 8	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	8
ข้อสอบข้อที่ 9	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ข้อสอบข้อที่ 10	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	10
ข้อสอบข้อที่ 11	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
ข้อสอบข้อที่ 12	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	11
ข้อสอบข้อที่ 13	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
ข้อสอบข้อที่ 14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
ข้อสอบข้อที่ 15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
ข้อสอบข้อที่ 16	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14
ข้อสอบข้อที่ 17	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ข้อสอบข้อที่ 18	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	12
ข้อสอบข้อที่ 19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
ข้อสอบข้อที่ 20	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	10
ข้อสอบข้อที่ 21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
ข้อสอบข้อที่ 22	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
ข้อสอบข้อที่ 23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
ข้อสอบข้อที่ 24	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
ข้อสอบข้อที่ 25	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
ข้อสอบข้อที่ 26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
ข้อสอบข้อที่ 27	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15
ข้อสอบข้อที่ 28	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	12
ข้อสอบข้อที่ 29	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ข้อสอบข้อที่ 30	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
ข้อสอบข้อที่ 31	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	10
ข้อสอบข้อที่ 32	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	15
ข้อสอบข้อที่ 33	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	10
ข้อสอบข้อที่ 34	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	12
ข้อสอบข้อที่ 35	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	13
ข้อสอบข้อที่ 36	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	15
ข้อสอบข้อที่ 37	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	8
ข้อสอบข้อที่ 38	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	16
ข้อสอบข้อที่ 39	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	11
ข้อสอบข้อที่ 40	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	13
รวมคะแนน	33	32	32	33	32	33	31	35	34	32	32	35	34	32	33	29	30	32	584
ร้อยละของคะแนน	82.5	80.0	80.0	82.5	80.0	82.5	77.5	87.5	85.0	80.0	80.0	87.5	85.0	80.0	82.5	72.5	75.0	80.0	81.11

ตารางที่ ค-5 ผลคะแนนการประเมินในภาคปฏิบัติจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างกร
ฝึกอบรม

ข้อสอบภาคปฏิบัติ	คนที่																		รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
งานปฏิบัติที่ 1 ข้อที่1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	87
งานปฏิบัติที่ 1 ข้อที่2	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5	84
งานปฏิบัติที่ 1 ข้อที่3	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	82
งานปฏิบัติที่ 1 ข้อที่4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	85
งานปฏิบัติที่ 2.1 ข้อที่1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	87
งานปฏิบัติที่ 2.1 ข้อที่2	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	3	4	4	78
งานปฏิบัติที่ 2.1 ข้อที่3	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	79
งานปฏิบัติที่ 2.1 ข้อที่4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	79
งานปฏิบัติที่ 2.1 ข้อที่5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	83
งานปฏิบัติที่ 2.2 ข้อที่1	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	80
งานปฏิบัติที่ 2.2 ข้อที่2	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	78
งานปฏิบัติที่ 2.2 ข้อที่3	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	75
งานปฏิบัติที่ 3 ข้อที่1	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	3	4	79
งานปฏิบัติที่ 3 ข้อที่2	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	3	4	4	82
งานปฏิบัติที่ 3 ข้อที่3	4	5	4	5	4	5	4	4	5	3	5	5	4	4	4	5	3	4	77
งานปฏิบัติที่ 3 ข้อที่4	4	5	4	4	3	4	4	4	5	3	5	5	4	4	4	4	4	4	74
งานปฏิบัติที่ 3 ข้อที่5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	80
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	3	5	5	84
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่2	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	3	5	5	79
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	5	5	76
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	3	5	4	76
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	3	4	4	76
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่6	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	76
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่7	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	3	5	3	3	4	74
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่8	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	3	5	3	4	4	74
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่9	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	3	5	3	4	4	75
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่10	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	3	4	2	3	4	71
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่11	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	3	4	2	3	5	72
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่12	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	3	3	5	74
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่13	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	3	4	4	75
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่14	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	2	4	70
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่15	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	72
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่16	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	4	71
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่17	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	4	4	3	3	3	4	69
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่18	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	69
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	71
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่21	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	69
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่22	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72
งานปฏิบัติที่ 4 ข้อที่23	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	71
ร้อยละของคะแนน	173	175	173	172	171	169	167	179	191	157	187	178	168	156	169	142	161	169	3057

ตารางที่ ค-5 ผลคะแนนการประเมินในภาคปฏิบัติจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการฝึกอบรม (ต่อ)

ข้อสอบภาคปฏิบัติ	คนที่																		รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่1	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	77
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่2	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	77
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่3	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	3	4	5	77
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	77
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	76
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่6	5	4	4	3	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	73
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่7	5	5	4	3	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	75
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่8	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	75
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่9	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	80
งานปฏิบัติที่ 5 ข้อที่10	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	76
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่1	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	79
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	73
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่3	4	4	3	3	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	73
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	3	75
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	5	3	3	4	74
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	3	3	73
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่7	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	76
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่8	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	75
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่9	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	3	3	5	75
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่10	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	75
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	74
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่12	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	74
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่13	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	78
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่14	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	79
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่15	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	78
งานปฏิบัติที่ 6 ข้อที่16	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	76
รวมคะแนน	286	284	280	273	282	283	276	301	297	273	305	295	276	260	278	240	264	274	5027
ร้อยละของคะแนน	86.7	86.1	84.8	82.7	85.5	85.8	83.6	91.2	90.0	82.7	92.4	89.4	83.6	78.8	84.2	72.7	80.0	83.0	84.63

ตารางที่ ค-6 ผลคะแนนการประเมินในภาคปฏิบัติจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม

ข้อสอบภาคปฏิบัติ	คนที่																		รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
งานปฏิบัติข้อที่ 1	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	74
งานปฏิบัติข้อที่ 2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	68
งานปฏิบัติข้อที่ 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	71
งานปฏิบัติข้อที่ 4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	79
งานปฏิบัติข้อที่ 5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	74
รวมคะแนน	21	21	20	20	21	21	19	23	21	19	22	21	19	19	20	18	21	20	366
ร้อยละของคะแนน	84.0	84.0	80.0	80.0	84.0	84.0	76.0	92.0	84.0	76.0	88.0	84.0	76.0	76.0	80.0	72.0	84.0	80.0	81.33

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างคู่มือวิทยากร

ตัวอย่างใบปฏิบัติงานที่ 4

ตัวอย่างสื่อการนำเสนอด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์

ตัวอย่างแบบทดสอบงานปฏิบัติที่ 4

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรมในภาคปฏิบัติ

แบบทดสอบงานปฏิบัติวัดผลสัมฤทธิ์หลังการฝึกอบรม



คู่มือวิทยากร สำหรับจัดฝึกอบรม

เรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงาน

ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

The
ALTERA
Advantage



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทนำ

ระบบดิจิทัลในอดีตได้ถูกพัฒนาให้มีความสามารถมากขึ้น นำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย อันสังเกตได้จากเครื่องใช้ไฟฟ้าในปัจจุบัน ระบบดิจิทัลที่นำไปใช้งานส่วนใหญ่จะเป็นงานด้านการควบคุมเป็นหลัก ส่วนน้อยที่เป็นงานด้านการประมวลผล และงานด้านการแสดงผล ความซับซ้อนของระบบดิจิทัลในปัจจุบัน จึงทำให้ระบบดิจิทัลมีขนาดใหญ่ ดังนั้นลักษณะการออกแบบระบบดิจิทัลที่มีขนาดใหญ่จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design: CAD) พร้อมทั้งสร้างวงจรรวมดิจิทัลหรือไอซีดิจิทัลที่สามารถรองรับการออกแบบวงจรดิจิทัลจากคอมพิวเตอร์ได้ โดยวงจรรวมดิจิทัลที่นำมาใช้งานจะต้องมีลักษณะเฉพาะคือสามารถโปรแกรมข้อมูลเก็บไว้ในตัววงจรรวมได้และมีการทำงานตามลักษณะของวงจรดิจิทัลที่ออกแบบไว้ได้ถูกต้อง กลุ่มวงจรรวมดิจิทัลที่นำมาใช้จะเป็นวงจรรวมประเภท โปรแกรมเมเบิลลอจิกดีไวซ์ (Programmable Logic Device : PLD) จากการออกแบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงสามารถใช้เวลาในการออกแบบและทดลองการทำงานน้อยลง ต้นทุนการผลิตวงจรรวมต่ำลง ความเร็วในการทำงานสูง ขนาดเล็กลง เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการออกแบบได้ง่ายโดย ป้องกันการคัดลอกวงจรได้ เหมาะสำหรับออกแบบระบบดิจิทัลในเชิงพาณิชย์

ในการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษา ยังเป็นกลุ่มน้อยที่จัดการเรียนการสอนในเรื่องดังกล่าวเนื่องจากบางสถานศึกษายังไม่ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรให้ตอบสนองกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย ดังนั้นถ้าต้องการให้นักศึกษาหรือผู้ที่มีความสนใจในงานออกแบบระบบดิจิทัล มีความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียนหรือจากเนื้อหาสาระในเรื่องที่เกี่ยวข้องจากสื่อการเรียนชนิดต่างๆ จึงมีความเห็นว่าการจัดให้มีชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล โดยมุ่งเน้นการจัดกิจกรรมการฝึกอบรมแบบ Workshop ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้และนำไปใช้งานได้จริงตามความเหมาะสม...

ชัยสิทธิ์ แก้วจรรณู

ผู้จัดทำชุดฝึกอบรม

ชื่อหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

1. เพื่อให้ผู้ที่ผ่านการฝึกอบรม มีความรู้และทักษะในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MAXPLUS II ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อให้ผู้ที่ผ่านการฝึกอบรม มีความรู้และทักษะจากแนวทางการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ผู้ที่ผ่านการฝึกอบรม ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ตรงซึ่งกันและกัน จากการทำงานเป็นทีม

คุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ผู้ที่เคยผ่านการเรียนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับดิจิทัลเทคนิคหรือวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิกมาแล้ว หรือผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและสนใจงานทางด้านการออกแบบวงจรดิจิทัล

คุณสมบัติของวิทยากร

ต้องมีความรู้ในระดับปริญญาตรีสาขาที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิกส์หรือคอมพิวเตอร์ มีประสบการณ์ในการสอนวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรดิจิทัลหรือการออกแบบวงจรดิจิทัล มาประมาณ 1 ปี และมีความรู้ทางด้านการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลมาพอสมควร

เครื่องมือที่ต้องจัดเตรียมก่อนการฝึกอบรม

- | | | |
|---|----|---------|
| 1. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับวิทยากร | 1 | เครื่อง |
| 2. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม | 18 | เครื่อง |
| 3. เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์พร้อมม้วนจากรับภาพ | 1 | เครื่อง |
| 4. เครื่องขยายเสียงพร้อมลำโพง | 1 | ชุด |
| 5. เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทุกเครื่อง | | |

ส่วนประกอบของชุดฝึกอบรม

1. คู่มือวิทยากร

- 1.1 แผนการฝึกอบรม
- 1.2 ตารางวิเคราะห์การใช้สื่อประกอบการฝึกอบรม
- 1.3 ใบปฏิบัติงาน
- 1.4 ใบคำถามหลังการปฏิบัติงาน
- 1.5 ใบเฉลยคำถามหลังการปฏิบัติงาน
- 1.6 ใบคำถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 1.7 ใบเฉลยคำถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 1.8 แบบร่างสื่อการสอน Power Point

2. คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม

- 2.1. แผนการฝึกอบรม
- 2.2. ใบปฏิบัติงาน
- 2.3. แบบร่างสื่อการสอน Power Point

3. สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

- 3.1. แผ่น CD บันทึกไฟล์ข้อมูลสื่อการสอน Power Point
- 3.2. แผ่น CD บันทึกไฟล์ข้อมูลโปรแกรม MAXPLUS II Baseline Version 10.2
- 3.3. บอร์ดทดลอง CPLD
- 3.4. อุปกรณ์ประกอบที่ระบุไว้ในใบปฏิบัติงาน
- 3.5. เครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV

หัวข้อในการฝึกอบรม

วันที่1

เวลาในการ

ฝึกอบรม

- | | |
|---|----------|
| 1. การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II | 30 นาที |
| 2. การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II | 30 นาที |
| 3. การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV | 30 นาที |
| 4. การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล | 280 นาที |

วันที่2

เวลาในการ

ฝึกอบรม

- | | |
|--|----------|
| 5. การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD | 60 นาที |
| 6. ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง | 250 นาที |

กำหนดเวลาในการฝึกอบรม

กำหนดระยะเวลาในการฝึกอบรม 2 วัน ช่วงเวลา 08.30 น. ถึง 16.30 น. ใช้เวลา 400 นาทีต่อ 1 วัน

ตารางเวลาในวันที่ 1 ของการฝึกอบรม		
กำหนดเวลา	ระยะเวลา	หัวข้อในการฝึกอบรม
08.25น.-08.30น.	5 นาที	กล่าวเปิดงานฝึกอบรม
08.30น.-09.00น.	30 นาที	การติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II
09.00น.-09.30น.	30 นาที	การลงทะเบียนขอใช้โปรแกรม MAXPLUS II
09.30น.-10.00น.	30 นาที	การติดตั้ง Driver สำหรับเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV
10.00น.-10.10น.	10 นาที	ทำแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม
10.10น.-10.20น.	10 นาที	พัก 10 นาที
10.20น.-12.00น.	100 นาที	การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล
12.00น.-13.00น.	60 นาที	พักรับประทานอาหาร
13.00น.-14.40น.	100 นาที	การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล(ต่อ)
14.40น.-14.50น.	10 นาที	พัก 10 นาที
14.50น.-16.10น.	80 นาที	การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล(ต่อ)
16.10น.-16.30น.	20 นาที	ทำแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม

ตารางเวลาในวันที่ 2 ของการฝึกอบรม		
กำหนดเวลา	ระยะเวลา	หัวข้อในการฝึกอบรม
08.25น.-08.30น.	5 นาที	กล่าวเปิดงานฝึกอบรม
08.30น.-09.30น.	60 นาที	การใช้งานบอร์ดทดลอง CPLD
09.30น.-09.40น.	10 นาที	ทำแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรม
09.40น.-10.10น.	30 นาที	ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง
10.10น.-10.20น.	10 นาที	พัก 10 นาที
10.20น.-12.00น.	100 นาที	ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง (ต่อ)
12.00น.-13.00น.	60 นาที	พักรับประทานอาหาร
13.00น.-14.40น.	100 นาที	ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง (ต่อ)
14.40น.-14.50น.	10 นาที	พัก 10 นาที
14.50น.-15.10น.	20 นาที	ตัวอย่างการออกแบบเครื่องทอยลูกเต๋าแสดงผลด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสง (ต่อ)
15.10น.-15.20น.	10 นาที	ทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน
15.20น.-15.30น.	10 นาที	ตอบข้อซักถามของผู้เข้ารับการฝึกอบรม
16.10น.-16.25น.	55 นาที	ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรม
16.25น.-16.30น.	5 นาที	กล่าวขอบคุณและปิดงานฝึกอบรม

บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

การนำเข้าสู่บทเรียน

สื่อที่ใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. โปรแกรม MAXPLUS II

คำถาม

1. ท่านคิดว่าจะเริ่มต้นใช้งานโปรแกรมนี้ อย่างไร ?
ตอบ เริ่มจากเปิดโปรแกรมดูส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรม , ไม่ทราบ
2. ให้ท่านเปิดโปรแกรมขึ้นมาครับ... ! สังเกตที่เมนูต่างๆ ท่านรู้จักส่วนประกอบของโปรแกรมในส่วนใดบ้าง ?

ตอบ พบเมนูมาตรฐานของระบบปฏิบัติการ Windows และส่วนประกอบอื่นๆ

3. ท่านคิดว่าจะใช้งานโปรแกรมนี้ ได้หรือไม่ ?

ตอบ ใช้งานได้ไม่ครบทั้งโปรแกรม , ไม่แน่ใจ

สรุป ชั่วโมงนี้ วิทยากรจะให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้และทักษะ ที่เกี่ยวกับการใช้งาน โปรแกรม MAXPLUS II ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลเบื้องต้นได้

ใบรายการถาม-ตอบ

บทที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	แนวคำถาม	แนวคำตอบ
วัตถุประสงค์ข้อ 1	1. การออกแบบโดยนำสัญลักษณ์ของ วงจรดิจิทัลมาวางและลาก สายสัญญาณเชื่อมต่อในหน้าต่าง โปรแกรม เป็นการออกแบบวิธีใด	1. การออกแบบโดยใช้การวาดแผนผัง วงจรลอจิก (Schematic-Base Design)
วัตถุประสงค์ข้อ 2	1. โปรแกรม MAXPLUS II สามารถ ออกแบบวงจรรวมดิจิทัลได้ใน ลักษณะใดบ้าง	1. ออกแบบโดยใช้การวาดแผนผัง วงจรลอจิก และออกแบบโดยใช้ภาษา บรรยายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์
วัตถุประสงค์ข้อ 3	1. การตรวจสอบและสังเคราะห์การ ทำงานจะดำเนินการในหน้าต่างใด	1. หน้าต่าง Compile
วัตถุประสงค์ข้อ 4	1. หน้าต่าง Waveform Editor ทำหน้าที่ อะไรในโปรแกรม MAXPLUS II 2. หน้าต่าง Floorplan Editor ทำหน้าที่ อะไรในโปรแกรม MAXPLUS II	1. คือหน้าต่างรายงานผลการจำลองการ ทำงานของระบบดิจิทัล 2. คือหน้าต่างบอกขาและโครงสร้าง ภายในของวงจรรวม
วัตถุประสงค์ข้อ 5	1. การค้นหาสัญลักษณ์วงจรดิจิทัล เพื่อวางลงในหน้าต่าง Graphic Editor จะดำเนินการในหน้าต่างย่อยใด 2. กรณีที่ตรวจสอบความถูกต้องใน หน้าต่าง Compile แล้ว เกิดข้อผิดพลาด หรือ ERROR ขึ้น จะมีวิธีการตรวจสอบ ได้อย่างไร 3. ผลการจำลองการทำงานของ สายสัญญาณ ออก ใน หน้าต่าง Waveform Editor จะปรากฏได้ก็ต่อเมื่อ ดำเนินการในหน้าต่างงานใดเรียบร้อยแล้ว	1. หน้าต่างงานย่อย Enter Symbol 2. ให้ดับเบิลคลิกที่หัวข้อผิดพลาดนั้น หน้าต่าง Messages Compiler จากนั้น โปรแกรม MAXPLUS II จะเปิด หน้าต่าง Graphic Editor แล้วแสดงแถบ เส้นสีแดงที่ตำแหน่งจุดผิดพลาดใน หัวข้อนั้นๆขึ้นมา 3. หน้าต่างงาน Simulator

ตัวอย่าง ใบปฏิบัติงาน

ใบปฏิบัติงานที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การประเมินขั้นสำเร็จผล

เมื่อปฏิบัติงานจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้ฝึกอบรมมีความสามารถดังต่อไปนี้

ระบุในแบบฝึกหัดข้อที่

- | | |
|---|------------|
| 1. บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้ | 1 |
| 2. บอกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II ได้ | 4-6 |
| 3. บอกขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II | 7-9 |
| 4. บอกส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II ได้ | 10-13 |
| 5. อธิบายขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้ | 14-39 |
| 6. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้ | ภาคปฏิบัติ |

ความรู้พื้นฐานที่จำเป็น

มีความรู้ในการใช้งานคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการวินโดวส์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU Pentium 100 MHz ขึ้นไป พื้นที่ของฮาร์ดดิสก์ มากกว่า 200 MB แรม 16 MB
2. ระบบปฏิบัติการ Windows 98 , ME , XP อย่างใดอย่างหนึ่ง
3. ติดตั้งโปรแกรม MAXPLUS II พร้อมกับติดตั้งไฟล์ License.dat ไว้เรียบร้อยแล้ว
4. บอร์ดทดลอง CPLD พร้อมหม้อแปลงไฟฟ้า 9 Vdc
5. สายดาวน์โหลดโปรแกรม (J-TAG Download)
6. ใบปฏิบัติงานที่ 4 การใช้โปรแกรม MAXPLUS II ออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

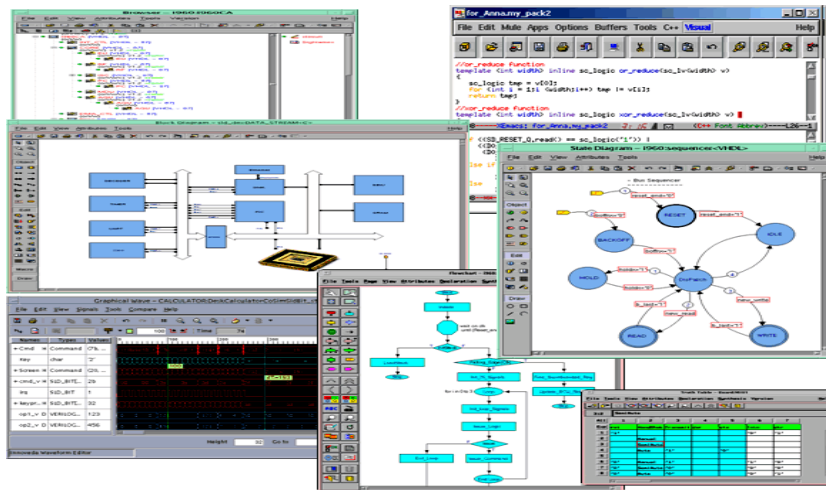
เวลาในการฝึกอบรม 180 นาที

ทฤษฎีประกอบการปฏิบัติงาน

1. วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

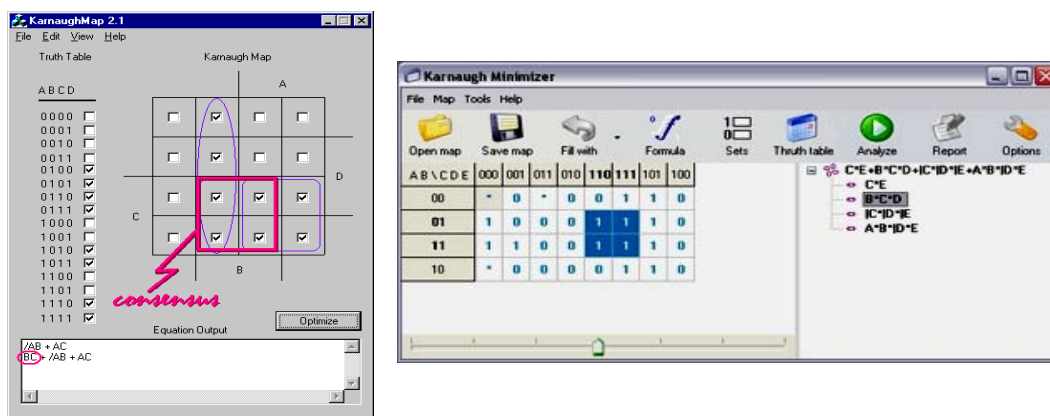
ในปัจจุบันการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลมีการพัฒนารูปแบบของการออกแบบเป็นระบบอัตโนมัติ (Design Automation) หรือการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design : CAD) โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างขึ้นเพื่อทำงานในด้านการออกแบบเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้น เนื่องจากการออกแบบมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง รวดเร็ว และตรวจสอบผลการทำงานได้ทันที ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลจะอาศัยวงจรรวมดิจิทัลชนิดโปรแกรมได้ เรียกว่า ฟิแอลดี (โปรแกรมเมเบิลลอจิกดีไวส์ : PLD) มีบทบาทมากในการออกแบบระบบดิจิทัลในปัจจุบัน เนื่องจากวงจรรวมดิจิทัลชนิดฟิแอลดี สามารถบันทึกข้อมูลหรือโปรแกรมข้อมูลลงในตัววงจรรวมได้ ลบข้อมูลและโปรแกรมข้อมูลซ้ำได้ ภายในตัววงจรรวมดิจิทัลจะมีองค์ประกอบของจำนวนวงจรลอจิกภายในนับพันตัวถึงหลายแสนตัว ผู้ออกแบบสามารถออกแบบวงจร

ดิจิทัลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นนำผลการออกแบบมาโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวม แล้วสามารถนำวงจรรวมดิจิทัลที่ได้ไปใช้งานได้จริงตามลักษณะการออกแบบต่อไป สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบ จะมีลักษณะการออกแบบดังนี้



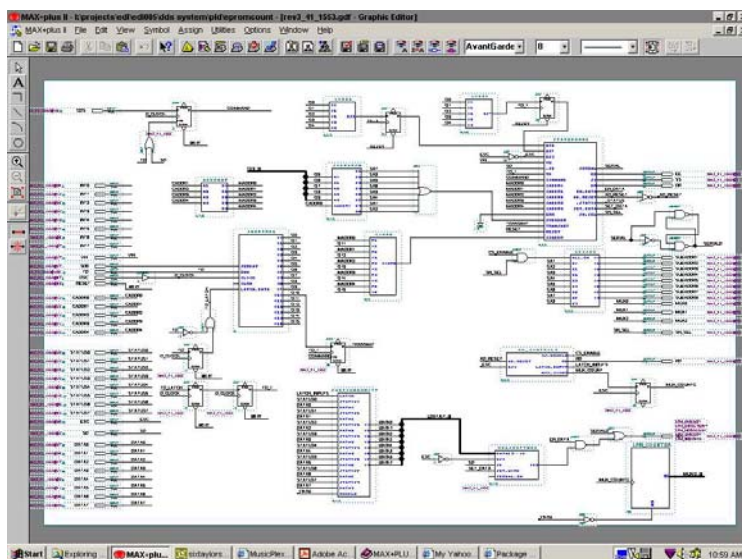
รูปที่ 1 ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับช่วยออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

1.1. การออกแบบโดยใช้สมการบูลีน (Designing with Boolean Equations) ในการออกแบบสมการบูลีนทำได้โดยการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดการทำงานของวงจรลอจิกชนิดต่างๆ สำหรับการกำหนดสมการบูลีนมีอยู่หลายวิธีการ รวมทั้งยังมีเทคนิคที่ถูกออกแบบมาเพื่อลดรูปสมการ ทำให้สามารถใช้ทรัพยากรในการออกแบบวงจรลอจิกน้อยที่สุด เช่น การลดรูปสมการบูลีนโดยใช้แผนผังคาร์โน (Karnaugh Map :K-Map) เป็นต้น สำหรับการออกแบบระบบดิจิทัลที่มีขนาดใหญ่จะใช้จำนวนลอจิกเกตนับแสนตัว ซึ่งถ้าใช้วิธีการออกแบบโดยใช้สมการบูลีนก็จะมีจำนวนสมการทางคณิตศาสตร์นับพันสมการ ดังนั้นจึงไม่สามารถนำวิธีการนี้ไปใช้งานได้จริงกับระบบดิจิทัลขนาดใหญ่ในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นระบบดิจิทัลที่มีความซับซ้อนสูง แต่ถ้านำมาออกแบบและใช้งานกับระบบควบคุมขนาดเล็กจะมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง



รูปที่ 2 การออกแบบโดยใช้สมการบูลีน (Designing with Boolean Equations)

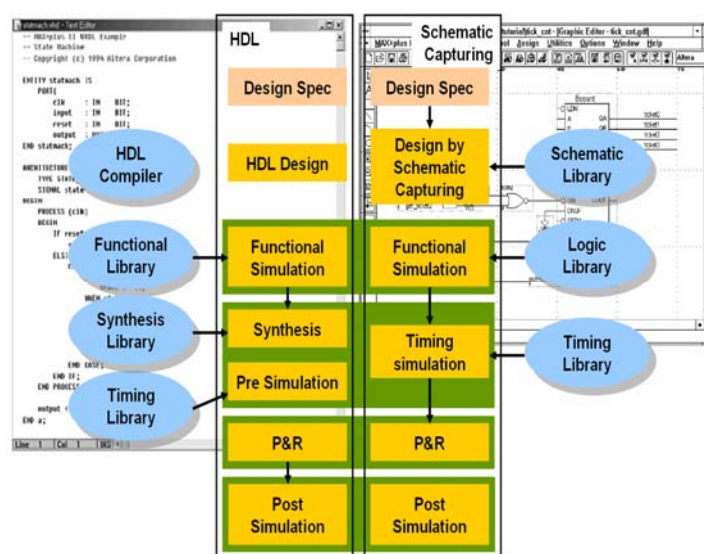
1.2 การออกแบบโดยใช้การวาดแผนผังวงจรลอจิก(Schematic-base Design) การออกแบบโดยวิธีนี้จะช่วยเพิ่มความสามารถมากกว่าการออกแบบโดยใช้สมการบูลีน เนื่องจากการออกแบบไม่ใช่แค่เพียงอุปกรณ์พื้นฐานของวงจรลอจิกเท่านั้น แต่ยังสามารถนำกลุ่มวงจรที่สร้างขึ้นเป็นวงจรรวมในลักษณะเฉพาะงานมาใช้ในการออกแบบได้ เช่น กลุ่มวงจรรวมลอจิกพื้นฐาน ตระกูลทีทีแอล74 xx หรือตระกูลซีมอส40 xx เป็นต้น ซึ่งข้อมูลของกลุ่มวงจรลอจิกจะอยู่ในรูปของสัญลักษณ์วงจรลอจิก จัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล(Library)ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบนั้น วิธีการออกแบบจะทำได้โดย การนำสัญลักษณ์ของวงจรลอจิกที่มองเห็นในลักษณะของรูปภาพตัวอุปกรณ์(Graphical Representation) มาวางในตำแหน่งที่ต้องการ แล้วลากสายสัญญาณเชื่อมต่อเข้ากับตัวอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการ สร้างจุดต่อของสัญญาณเข้าและสัญญาณออก สังเกตได้ว่าการออกแบบทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อย ลักษณะของการออกแบบระบบสามารถออกแบบในลักษณะที่เป็นลำดับขั้น (Hierarchy) ซึ่งมองการออกแบบของระบบจากคุณสมบัติของระบบแยกย่อยลงมาเป็นส่วนย่อยๆตามลำดับขั้น จึงนำวิธีการนี้ไปใช้ในการออกแบบระบบที่ซับซ้อนได้ แต่ถ้าเพิ่มความซับซ้อนของระบบให้มีจำนวนอุปกรณ์มากขึ้นนับพันตัวก็จะใช้เวลาในการออกแบบมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากต้องเสียเวลาในการวางอุปกรณ์และเชื่อมต่อสัญญาณของระบบ รวมทั้งยากต่อการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดในระบบ การออกแบบในระดับนี้เหมาะกับผู้เริ่มต้นใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล



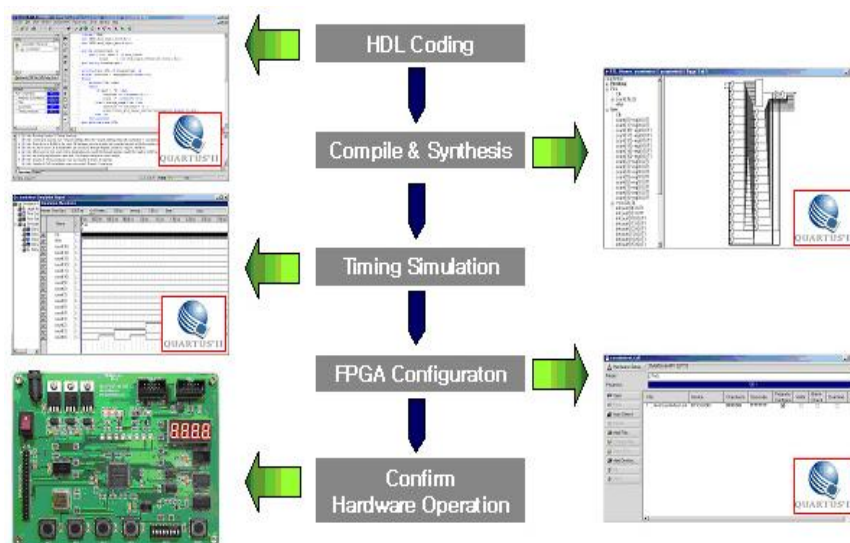
รูปที่ 3 การออกแบบโดยใช้การวาดแผนผังวงจรลอจิก (Schematic-base Design)

1.3 การออกแบบโดยใช้ภาษาบรรยายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์ (Hardware Description Language) ภาษาบรรยายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์ คือภาษาระดับสูงที่ใช้ในการอธิบายการทำงานของฮาร์ดแวร์ (High-level Hardware Description Language : HDL) วิธีการออกแบบนี้นิยมใช้งานมากที่สุดในปัจจุบัน ภาษาที่นิยมใช้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือภาษา VHDL ย่อมาจาก VHSIC Hardware Description Language และภาษา Verilog ซึ่งภาษาประเภทนี้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล รูปแบบของภาษาที่นำมาใช้ในงานออกแบบจะมีขอบเขตการออกแบบกว้างกว่าในลักษณะเดิมที่ใช้สมการบูลีนหรือการออกแบบโดยการวาดแผนผังวงจรลอจิก

(Schematic) ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานในรูปแบบของภาษาระดับสูง ออกมาเป็นตารางความเป็นจริง (Truth Table) สำหรับวงจรลอจิกแบบจัดหมู่ หรืออธิบายการทำงานโดยอาศัยแผนภาพการเปลี่ยนสถานะ (Finite State Machine) สำหรับวงจรลอจิกแบบลำดับ และยังสามารถออกแบบให้ทำงานในลักษณะของหน่วยความจำขนาดตามต้องการได้ สำหรับการใช้อำนาจ HDL จะเป็นภาษาสำหรับการใช้ในการออกแบบระบบดิจิทัลกับวงจรรวมดิจิทัลชนิดโปรแกรมเมเบิลลอจิกดีไวส์ (Programmable Logic Device :PLD) ซึ่งแบ่งย่อยวงจรรวม PLD ออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆคือ วงจรรวม PLD กลุ่ม Complex PLD (CPLD) และ Field Programmable Gate Array (FPGA)



รูปที่ 4 เปรียบเทียบขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลระหว่างการใช้ภาษาบรรยายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์กับการวาดแผนผังวงจรลอจิก โดยใช้โปรแกรม Maxplus II ของบริษัท ALTERA

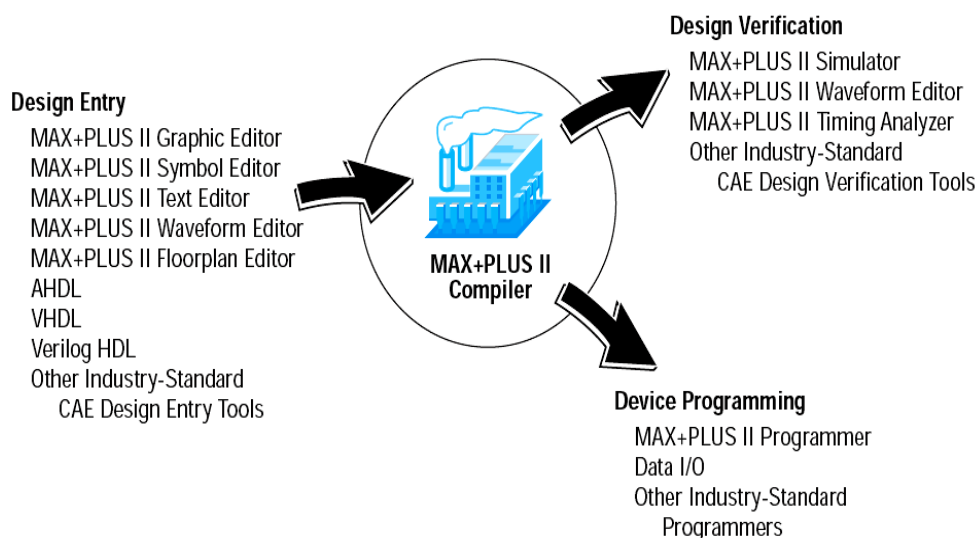


รูปที่ 5 ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้ภาษาบรรยายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์กับโปรแกรม QUARTUS II ของบริษัท ALTERA

2. วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II

การออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II มีแนวทางการออกแบบสองลักษณะคือการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิก (Schematics) จะเป็นการวาดแผนผังวงจรดิจิทัลในรูปแบบของการนำสัญลักษณ์วงจรดิจิทัลแบบต่างๆ ที่อยู่ในโปรแกรมหรือจากการวาดสัญลักษณ์ขึ้นใหม่ มาวางลงบนแผ่นงานของโปรแกรม MAXPLUS II แล้วลากสายเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างสัญลักษณ์วงจรดิจิทัลแต่ละตัวตามการออกแบบ สร้างเป็นระบบดิจิทัลขึ้น การออกแบบลักษณะนี้จะถูกเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลชนิด Graphic Editor File (.GDF)

สำหรับการออกแบบโดยใช้การเขียนภาษาบรรยายพฤติกรรม เป็นการออกแบบในลักษณะการเขียนเป็นภาษาบรรยายพฤติกรรมการทำงานในส่วนต่างๆของระบบดิจิทัล ซึ่งสามารถเขียนได้หลายภาษา เช่น ภาษา AHDL (Altera Hardware Description Language) ภาษา VHDL (VHSIC Hardware Description Language), ภาษา VERILOG HDL และ เป็นต้น การเขียนภาษาบรรยายพฤติกรรมจะต้องเลือกใช้ภาษาใดภาษาหนึ่งในการออกแบบ การออกแบบลักษณะนี้จะถูกเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลชนิด Text Editor File ซึ่งถ้าเขียนโดยใช้ภาษา AHDL จะต้องบันทึกไฟล์นามสกุล .tdf (Text Design File) ถ้าเขียนโดยใช้ภาษา VHDL จะต้องบันทึกไฟล์นามสกุล .vhd และถ้าเขียนโดยใช้ภาษา Verilog HDL จะต้องบันทึกไฟล์นามสกุล .v เป็นต้น การใช้โปรแกรม MAXPLUS II สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลจะขอกว่าในลักษณะการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรดิจิทัล (Schematics) ซึ่งผู้เข้ารับฝึกอบรมมีพื้นฐานของวงจรดิจิทัลมาบ้างแล้ว จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้โปรแกรมนี้



รูปที่ 6 ภาพรวมของการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II

3. ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II

การออกแบบวงจรรวมดิจิทัลสามารถทำได้หลายลักษณะ แต่ผู้ออกแบบจะใช้วิธีการใดในการออกแบบ แต่เมื่อต้องการออกแบบโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II ต้องดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 เลือกวิธีการออกแบบแล้วดำเนินการออกแบบวงจรดิจิทัล เลือกวิธีการที่ผู้ออกแบบมีความเชี่ยวชาญมากที่สุด แล้วดำเนินการออกแบบตามต้องการ โดยถ้าเป็นการออกแบบโดยวิธีการวาดแผนผังวงจรดิจิทัลจะใช้หน้าทำงานของ Graphic Editor แต่ถ้าเป็นการออกแบบโดยวิธีการเขียนภาษาบรรยายพฤติกรรม VHDL ,AHDL ,Verilog จะใช้หน้าทำงานของ Text Editor ในการออกแบบ

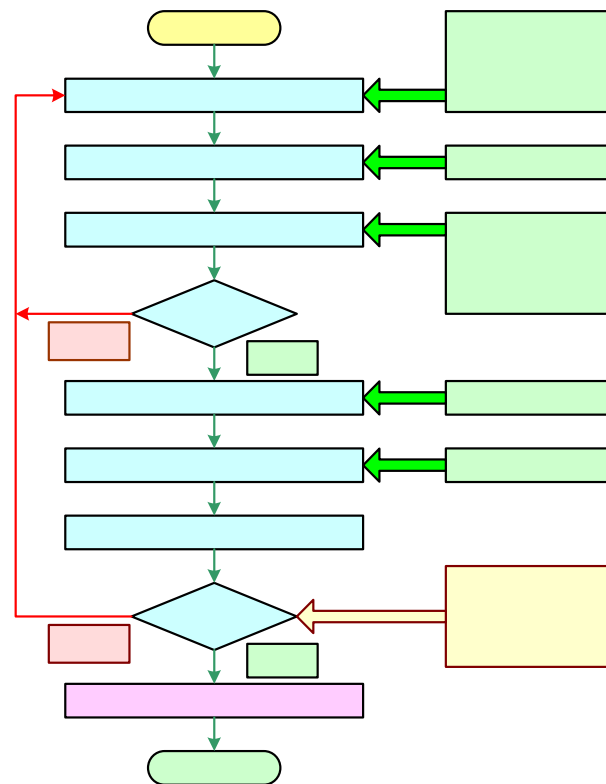
3.2 ตรวจสอบผลการออกแบบและสังเคราะห์วงจรดิจิทัล เมื่อออกแบบวงจรดิจิทัลเสร็จแล้ว ก็จะต้องตรวจสอบความถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบ ถ้ามีข้อผิดพลาดก็ต้องกลับไปแก้ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการออกแบบวงจรดิจิทัลได้ตรงตามเงื่อนไขของมาตรฐานการออกแบบ สามารถดำเนินการได้ในหน้าต่างของ Compile

3.3 จำลองผลการทำงานจากรูปคลื่นสัญญาณของระบบ เมื่อตรวจสอบความถูกต้องตามมาตรฐานการออกแบบเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการจำลองผลการทำงานโดยอาศัยการวิเคราะห์การทำงานในลักษณะของรูปคลื่นสัญญาณที่ป้อนเข้าสู่ระบบและตรวจสอบผลการทำงานจากรูปคลื่นสัญญาณที่ออกจากระบบ ซึ่งจะเหมือนกับการต่อวงจรดิจิทัลแล้วใช้เครื่องมือวัดรูปคลื่นสัญญาณออกจากระบบได้จริง ถ้าผลการจำลองของสัญญาณดิจิทัลตรงกับความต้องการของผู้ออกแบบ ก็จะถือว่าการออกแบบที่ดำเนินการมาถูกต้อง แต่ถ้าไม่ตรงกับความต้องการก็ต้องกลับไปแก้ไขการออกแบบวงจรดิจิทัลใหม่จนกว่าจะได้ผลการทำงานเป็นไปตามความต้องการของระบบ

3.4 กำหนดเบอร์และขาสัญญาณของวงจรรวมดิจิทัล เมื่อออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องเลือกที่จะนำไปใช้กับวงจรรวมตระกูลใด เบอร์ของวงจรรวมเบอร์อะไร กำหนดเบอร์ของวงจรรวมลงในโปรแกรม จากนั้นกำหนดขาสัญญาณของวงจรรวมที่ต้องใช้งานให้ตรงกับสายสัญญาณของวงจรดิจิทัลที่ออกแบบไว้ในส่วนของการออกแบบ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ในหน้าต่างของ Floorplan Editor

3.5 โปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัล เมื่อทราบแล้วว่าต้องการนำไปใช้กับวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ใดแล้ว จากนั้นก็จะสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ที่ต้องการได้ทันที การโปรแกรมข้อมูลต้องอาศัยอุปกรณ์เพิ่มเติม และดำเนินการโปรแกรมในหน้าต่าง Programmer

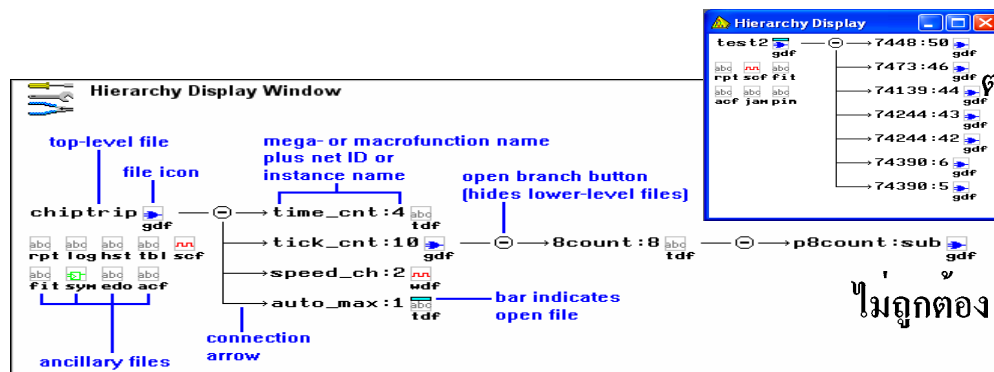
3.6 ตรวจสอบผลการทำงานจริง หลังจากโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถนำวงจรรวมที่ได้ไปใช้งานจริง โดยผู้ออกแบบสามารถทดลองการทำงานของวงจรรวมในแต่ละส่วนของระบบจากการนำไปประกอบเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามที่ออกแบบไว้สำหรับวงจรรวมดิจิทัลตัวนี้ ถ้าตรวจสอบการทำงานของวงจรรวมแล้วสามารถทำงานได้จริงตามการออกแบบของผู้ออกแบบ ก็สามารถนำวงจรรวมตัวนี้ไปใช้งานสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป แต่ถ้าผลของการทำงานจริงไม่ตรงกับความต้องการของผู้ออกแบบ ก็จะต้องกลับไปเริ่มต้นแก้ไขข้อมูลใหม่ต่อไป



รูปที่ 7 ขั้นตอนการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลโดยใช้โปรแกรม MAXPLUS II

4. ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม MAXPLUS II

4.1 Hierarchy Display คือหน้าต่างทำหน้าที่แสดงลำดับชั้นของการออกแบบวงจรดิจิทัลที่กำลังดำเนินการอยู่ พร้อมทั้งเตรียมการเปิดและแก้ไขไฟล์ข้อมูลที่ต้องการในลำดับชั้นของแผนงาน (Project) ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันด้วย ซึ่งการออกแบบในแผนงานหรือการออกแบบภายใต้ไฟล์ข้อมูลโปรเจกต์ (Project) ที่สร้างขึ้น ทำหน้าที่บอกภาพรวมการออกแบบระบบดิจิทัลโดยประกอบด้วยไฟล์ข้อมูลทุกชนิดที่ประกอบรวมกันอยู่และมีรายละเอียดเฉพาะงานแยกย่อยในส่วนต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากการดำเนินงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัลของโปรแกรม MAXPLUS II

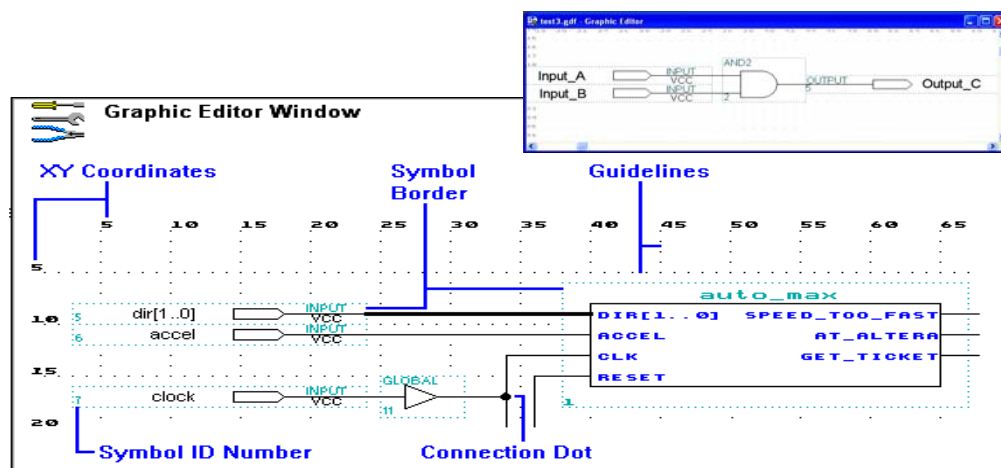


รูปที่ 8 แสดงหน้าต่างของ Hierarchy Display

ผลิตวงจรรวมต้นแบบสร้าง

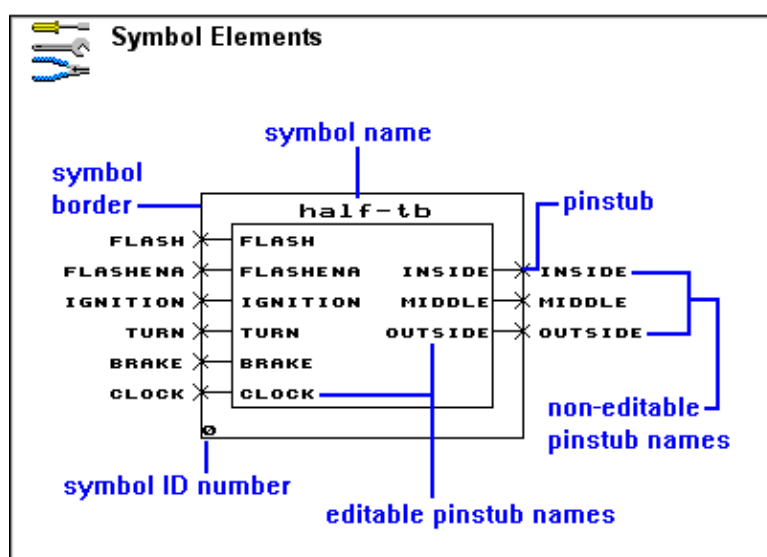
จบขบวนการ

4.2 Graphic Editor คือหน้าต่างทำหน้าที่ดำเนินงานออกแบบโดยวิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิก (Schematics) ผู้ออกแบบจะสามารถวาดวงจรลอจิกลงบนแผ่นงานของหน้าต่างงานได้โดยการเลือกสัญลักษณ์ของวงจรดิจิทัลที่ต้องการจากหน้าต่าง Enter Symbol ซึ่งจะเก็บข้อมูลอยู่ในห้องสมุดสัญลักษณ์ (Symbol Libraries) เมื่อเลือกสัญลักษณ์ที่ต้องการได้แล้วก็จะปรากฏสัญลักษณ์บนแผ่นงาน จากนั้นก็จะทำการออกแบบวงจรดิจิทัลตามความต้องการต่อไป ซึ่งในหน้าต่างงานของคำสั่ง Graphic Editor ยังมีเครื่องมือที่ต้องใช้งานรวมกันในการออกแบบอีกมากมาย



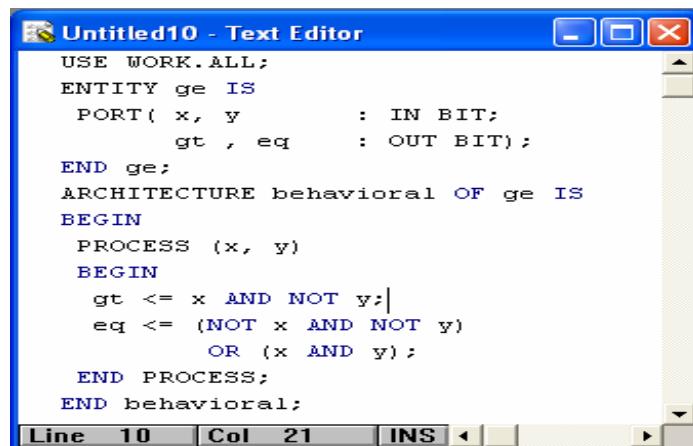
รูปที่ 9 หน้าต่างของ Graphic Editor

4.3 Symbol Editor คือหน้าต่างทำหน้าที่สร้างสัญลักษณ์ของวงจรดิจิทัลเพิ่มเติม สามารถสร้าง, แก้ไข และจัดเก็บข้อมูลในไฟล์ข้อมูลสัญลักษณ์ได้ (Symbol File : .SYM) ซึ่งจะนำไปใช้ในการแสดงทิศทางของสัญญาณเข้าออกของระบบที่ออกแบบไว้บน Graphic Editor



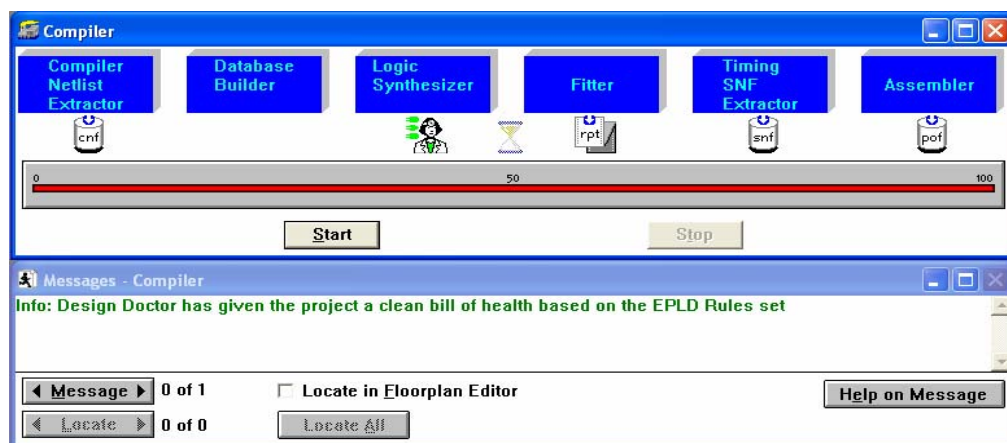
รูปที่ 10 ลักษณะการออกแบบของ Symbol Editor

4.4 Text Editor คือหน้าต่างทำหน้าที่ดำเนินการออกแบบในลักษณะการเขียนเป็นภาษาบรรยายพฤติกรรมการทำงานของระบบดิจิทัล ซึ่งในแต่ละภาษาจะมีรูปแบบการเขียนที่แตกต่างกันตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้น โปรแกรม MAXPLUS II จะสามารถทราบว่าผู้ออกแบบใช้ภาษาใดในการออกแบบวงจรดิจิทัลจากการบันทึกไฟล์ข้อมูลให้มีนามสกุลที่ถูกต้องตรงกับรูปแบบของภาษาที่เขียนขึ้นนั้นๆ เช่น ถ้าออกแบบโดยใช้ภาษา VHDL ต้องเขียนโปรแกรมภาษา VHDL โดยอ้างอิงตามรูปแบบมาตรฐานของภาษา VHDL และบันทึกไฟล์ข้อมูลที่มีนามสกุล .VHD เท่านั้น ถ้าไม่บันทึกตามนี้ก็จะเกิดข้อผิดพลาดได้ เป็นต้น



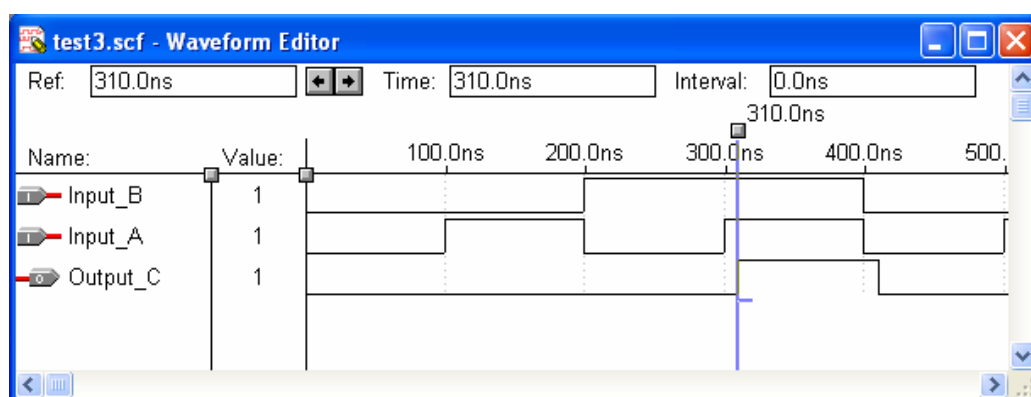
รูปที่ 11 หน้าต่างงานของ Text Editor เขียนโปรแกรมภาษา VHDL

4.5 Compiler คือหน้าต่างทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลังจากที่ผู้ออกแบบดำเนินการออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในขณะที่ตรวจสอบจะรายงานผลความถูกต้องหรือเกิดข้อผิดพลาดใดบ้าง และยังสามารถสร้างไฟล์ข้อมูลสายสัญญาณเชื่อมโยง(.cnf), ไฟล์ข้อมูลสังเคราะห์และวางตำแหน่งวงจรลอจิก(.rpt), ไฟล์ข้อมูลประมวลผลคาบเวลา(.snf) และไฟล์ข้อมูลสำหรับโปรแกรมวงจรรวมดิจิทัล(.pof) ต้องดำเนินการทั้งหมดในหน้าต่างงานนี้ก่อนจึงจะสามารถดำเนินการในหน้าต่างงานอื่นๆต่อไปได้



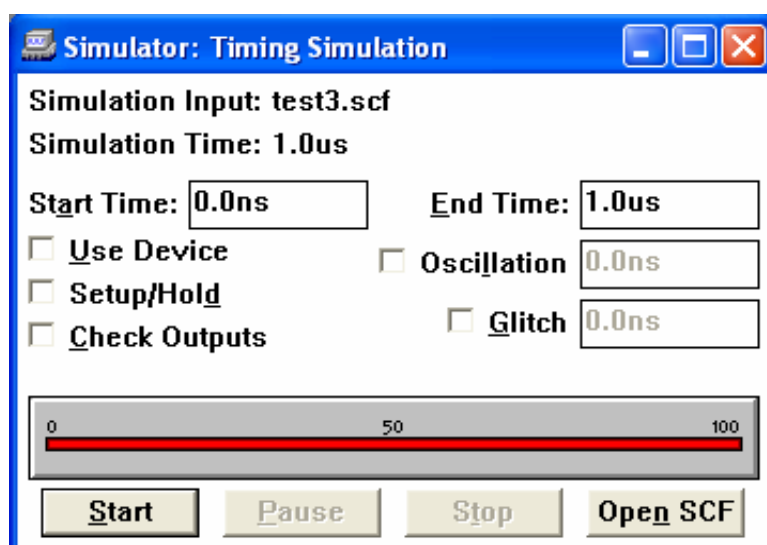
รูปที่ 12 หน้าต่างของ Compiler ดำเนินงานทุกขบวนการแล้ว

4.6 Waveform Editor คือหน้าต่างทำหน้าที่รายงานผลการจำลองการทำงานของระบบดิจิทัล โดยวิธีการวิเคราะห์รูปสัญญาณดิจิทัลที่ป้อนเข้าสู่ระบบแล้วจำลองการทำงานของระบบ จนได้ผลการจำลองเกิดขึ้นเป็นรูปสัญญาณดิจิทัลออกจากกระบบ ข้อมูลที่ได้จะเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลนามสกุล .SCF การวิเคราะห์ความถูกต้องของระบบนั้นผู้ออกแบบจะเป็นผู้ตรวจสอบการทำงานโดยวิเคราะห์สถานะของการทำงานในแต่ละคาบเวลาของสัญญาณเข้าและออกจากกระบบ จนครบสถานะของการทำงานที่สามารถเป็นไปได้ ดังนั้นผู้ออกแบบจึงต้องมีพื้นฐานของวงจรดิจิทัลมาพอสมควร



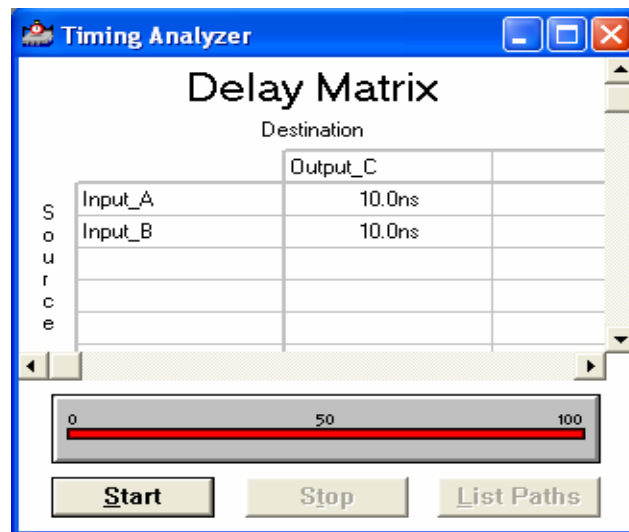
รูปที่ 13 หน้าต่างของ Waveform Editor ที่ออกแบบจาก Andgate

4.7 Simulator คือหน้าต่างทำหน้าที่จำลองผลการทำงานของวงจรดิจิทัลจากการกำหนดค่าสัญญาณเข้าของหน้าต่างงาน Waveform Editor ผลของการจำลองการทำงานในหน้าต่างนี้จะปรากฏการทำงานของวงจรดิจิทัลโดยมีสัญญาณออกจากกระบบ รวมทั้งวิเคราะห์ค่าการหน่วงเวลาในการทำงานของระบบด้วย ทำให้ทราบความเร็วสูงสุดในการทำงานของระบบได้



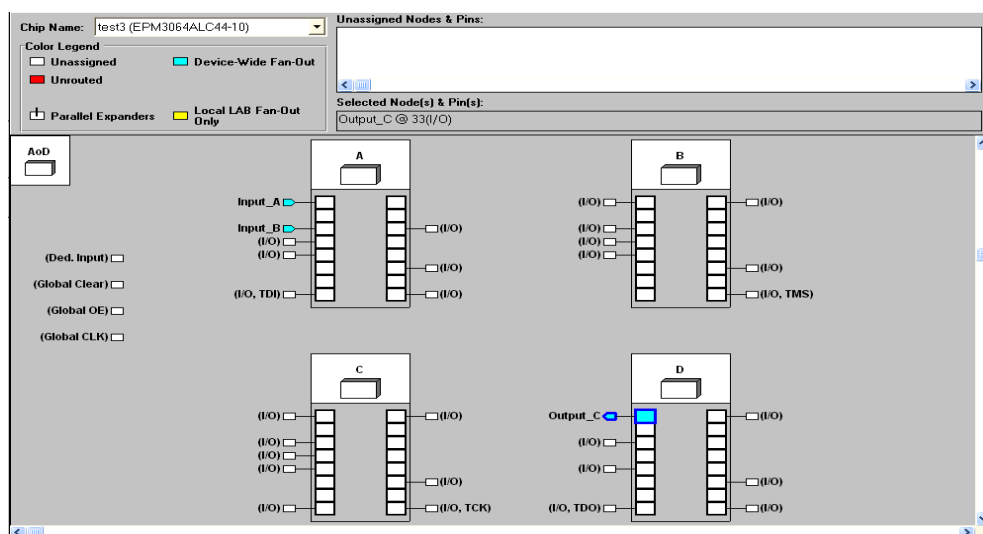
รูปที่ 14 หน้าต่างของ Simulator จำลองการทำงานของวงจรดิจิทัลเสร็จแล้ว

4.8 Timing Analyzer คือหน้าต่างที่แสดงการวิเคราะห์ค่าเวลาสูญเสียหรือค่าเวลาหน่วงจากการทำงานของระบบ โดยเทียบได้จากขาสัญญาณที่เข้าสู่ระบบ ไปยังขาสัญญาณออกจากระบบในแต่ละขาเทียบออกมาในลักษณะของตารางเมตริกซ์ ค่าเวลาการสูญเสียนี้จะสามารถบอกประสิทธิภาพของวงจรด้านความเร็วในการทำงานสูงสุดของแต่ละสายสัญญาณที่ใช้ในระบบได้



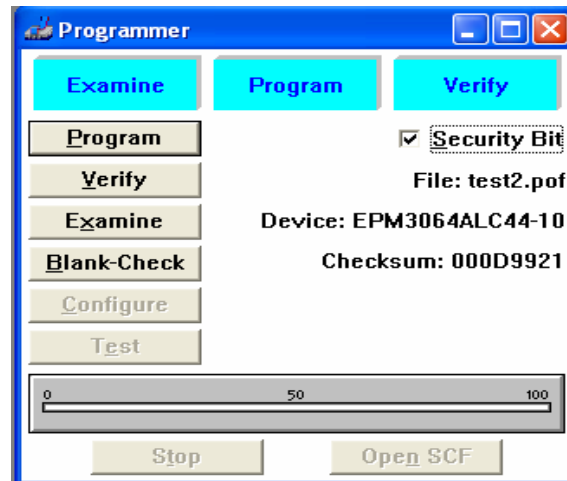
รูปที่ 15 หน้าต่างของ Timing Analyzer บอกค่าเวลาหน่วงการทำงานของระบบ

4.9 Floorplan Editor คือหน้าต่างที่ใช้สำหรับบอกตำแหน่งขาและโครงสร้างภายในของวงจรรวมเบอร์ต่างๆของบริษัท ALTERA ซึ่งเกิดขึ้นจากการออกแบบวงจรดิจิทัลในโปรแกรม MAXPLUS II ในหน้าต่างนี้จะใช้งานได้ก็ต่อเมื่อดำเนินการในหน้าต่าง Compiler เรียบร้อยแล้วเท่านั้น สำหรับวงจรรวมที่โปรแกรมนี้สามารถออกแบบได้คือกลุ่มวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ EP600,EP900,EP1800,MAX3000,MAX7000, FLEX6000,ACEX1K



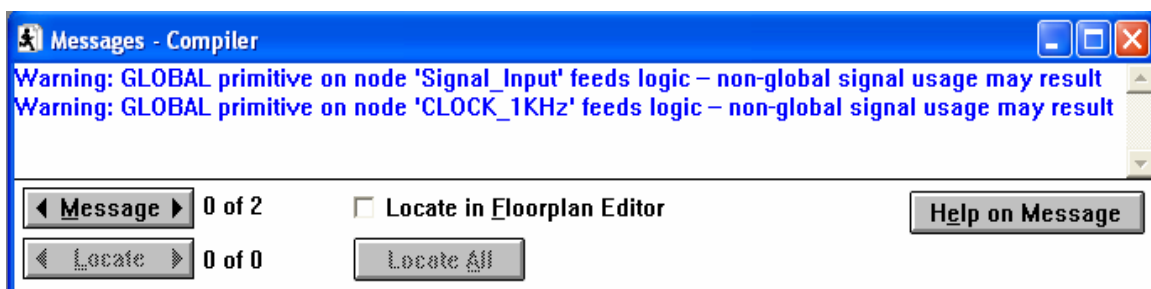
รูปที่ 16 โครงสร้างภายในของวงจรรวม MAX3000 เบอร์ EPM3064ALCC44-10

4.10 Programmer คือหน้าต่างทำหน้าที่ควบคุมการโปรแกรมข้อมูลลงบนตัวไอซีหรือวงจรรวมดิจิทัลที่ต้องการ โดยการโปรแกรมจะต้องส่งข้อมูลไปยังเครื่องโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะของบริษัท ALTERA หรือสร้างเครื่องโปรแกรมได้เองแต่ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องตรงกับของบริษัท ALTERA จึงจะสามารถโปรแกรมข้อมูลลงบนตัววงจรรวมได้และไม่เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานของวงจรรวม



รูปที่ 17 หน้าต่างของ Programmer สำหรับการโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัล EPM3064ALC44-10

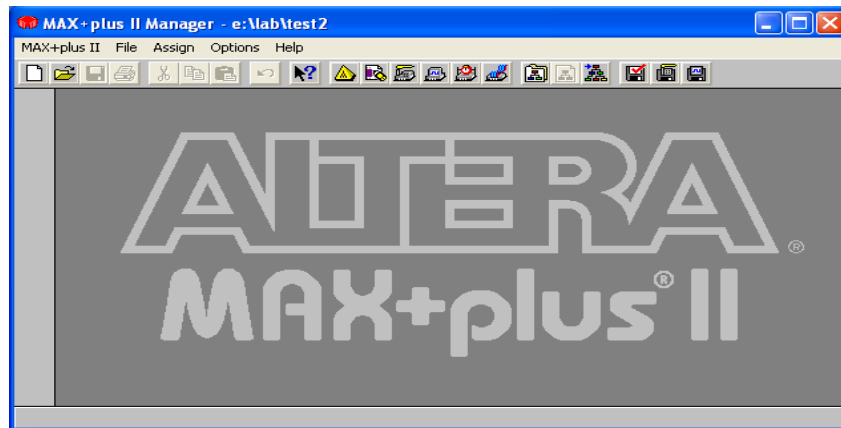
4.11 Message Processor คือหน้าต่างแสดงข่าวสาร รายการความผิดพลาดและข้อความเตือนต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายใต้การดำเนินงานในหน้าต่างงานอื่นๆ ในโปรแกรม MAXPLUS II เช่น หน้าต่าง Compiler หน้าต่าง Programmer เป็นต้น



รูปที่ 18 ตัวอย่างหน้าต่างของ Message Processor หลังจากดำเนินการในหน้าต่าง Compiler เรียบร้อยแล้ว

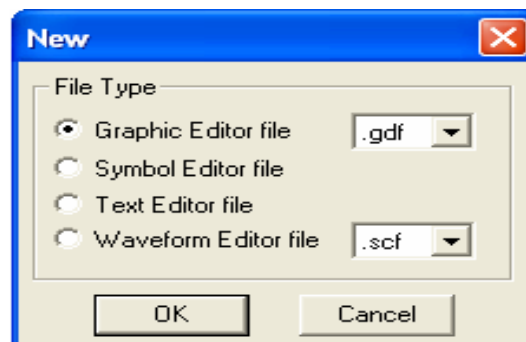
5. ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิก ในโปรแกรม MAXPLUS II

5.1 เปิดหน้าต่างของโปรแกรม MAXPLUS II เปิดโปรแกรมโดยดับเบิลคลิกที่ไอคอนที่จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรมดังรูป



รูปที่ 19 หน้าต่างของโปรแกรม MAXPLUS II

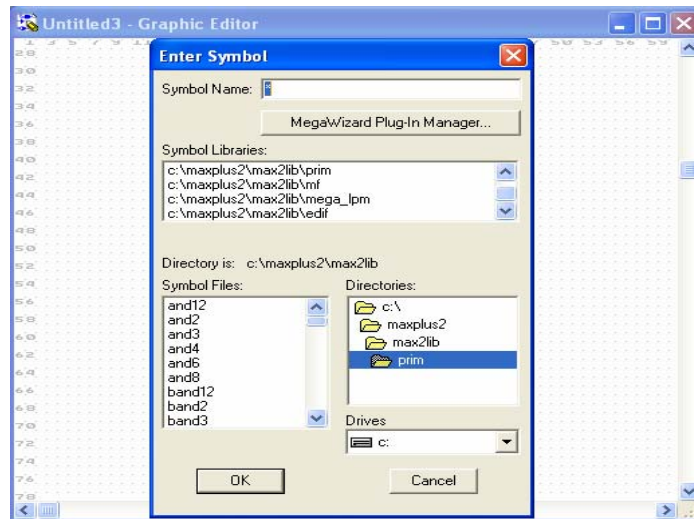
5.2 สร้างไฟล์ข้อมูลขึ้นมาใหม่ โดยคลิกที่เมนู File ⇒ New ⇒ Graphic Editor File ⇒ OK สังเกตว่าด้านหลังของหัวข้อ Graphic Editor File จะต้องเลือกไฟล์นามสกุล [.gdf] เพราะสร้างไฟล์ข้อมูลจากโปรแกรม MAXPLUS II เมื่อสร้างแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Graphic Editor และมีพื้นที่ว่างในหน้าต่างเพื่อรอการวาดวงจรดิจิทัลต่อไป



รูปที่ 20 การสร้างไฟล์ข้อมูลใหม่ของหน้าต่าง Graphic Editor

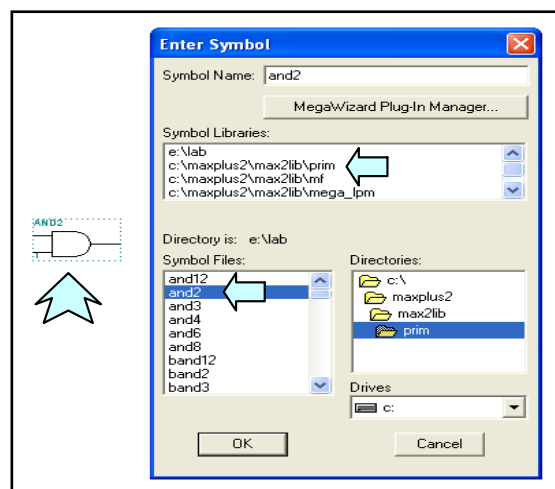
5.3 ดับเบิลคลิกบนพื้นที่ว่างของหน้าต่าง Graphic Editor จะปรากฏหน้าต่าง Enter Symbol ในหน้าต่าง Enter Symbol จะทำหน้าที่ค้นหาสัญลักษณ์ของวงจรดิจิทัลที่เก็บอยู่ในกลุ่มห้องสมุดสัญลักษณ์ของโปรแกรม MAXPLUS II ซึ่งจัดเตรียมสัญลักษณ์ของวงจรดิจิทัลไว้ให้แล้วเก็บข้อมูลไว้ในไดรฟ์ C:\Maxplus2\max2lib* โดยแบ่งกลุ่มของวงจรดิจิทัลออกเป็น 4 กลุ่ม คือ prim,mf,mega_lpm,และedif ในแต่ละกลุ่มจะเก็บสัญลักษณ์ของวงจรดิจิทัลเอาไว้ ถ้าต้องการใช้สัญลักษณ์ในกลุ่มใดให้คลิกเลือกที่ช่อง Symbol Libraries สังเกตว่าในช่อง Symbol File จะปรากฏสัญลักษณ์ที่ต้องการในกลุ่มนั้น โดยสัญลักษณ์ของวงจรดิจิทัลจะเขียนบอกเป็นชื่อย่อเอาไว้ เช่น and2 หมายถึง แอนด์เกต 2 อินพุต หรือ band2 หมายถึง แอนด์เกตที่มีนอตเกต

ทางอินพุต 2 อินพุต เป็นต้น สำหรับข้อมูลของสัญลักษณ์ที่มีอยู่ในห้องสมุดสัญลักษณ์ของโปรแกรม MAXPLUS II สามารถหาข้อมูลการทำงานเพิ่มเติมได้จากเมนู HELP ของโปรแกรม โดยเข้าไปที่เมนู HELP ⇒ Graphic Editor Help ⇒ Table of Contents ⇒ Basic Tools



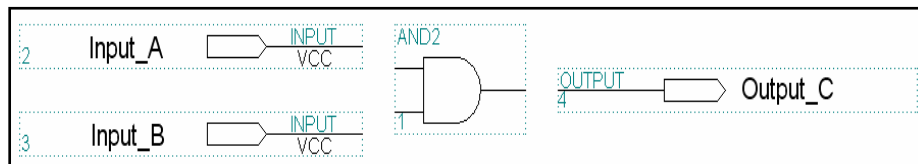
รูปที่ 21 เปิดหน้าต่าง Enter Symbol เพื่อค้นหาสัญลักษณ์ที่ต้องการ

5.4 เลือกสัญลักษณ์วางลงบนพื้นที่ว่างของหน้าต่าง Graphic Editor หลังจากปรากฏหน้าต่าง Enter Symbol ถ้าต้องการเลือกตัวอุปกรณ์ในกลุ่มใด ให้คลิกเลือกตามลูกศรตำแหน่งที่ 1 ในหัวข้อ **Symbol Libraries:** ตามกลุ่มวงจรดิจิทัลที่ต้องการ ก็จะปรากฏรายชื่อของตัวอุปกรณ์ออกมาในช่อง **Symbol Files:** จากนั้นถ้าต้องการเลือกเอาเกต 2 อินพุต ให้คลิกเลือกตามลูกศรตำแหน่งที่ 2 ชื่อว่า **AND2** ซึ่งเป็นชื่อของเกต 2 อินพุต แล้วคลิกที่ปุ่ม OK ก็จะปรากฏสัญลักษณ์ของวงจรลอจิกเกต 2 อินพุต ดังลูกศรในตำแหน่งที่ 3 ตามต้องการ หรือถ้าผู้เข้ารับการฝึกอบรมทราบชื่อของสัญลักษณ์วงจรดิจิทัล ก็สามารถค้นหาข้อมูลได้ที่ช่อง **Symbol Name:** โดยพิมพ์ชื่อลงไปช่องว่าง แล้วคลิกที่ปุ่ม OK ก็จะปรากฏสัญลักษณ์ที่ต้องการค้นหา



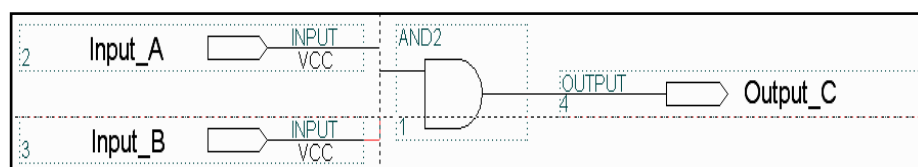
รูปที่ 22 การเลือกสัญลักษณ์วงจรดิจิทัลจากกลุ่มห้องสมุดสัญลักษณ์ (Symbol Libraries)

5.5 เลือกสัญลักษณ์จุดต่อสายสัญญาณเข้าและสัญญาณออก หลังจากวางแอนด์เกตและสัญลักษณ์อื่นๆ เรียบร้อยแล้ว ก็จะนำสายสัญญาณมาเชื่อมต่อเข้ากับแอนด์เกตหรือสัญลักษณ์อื่นๆ โดยสัญลักษณ์ของสายสัญญาณจะอยู่ในไดรฟ์ C:\maxplus2\max2lib\prim ให้ดำเนินการคล้ายกับข้อที่ 4 โดยถ้าเป็นสายสัญญาณเข้าให้เลือกสัญลักษณ์ชื่อ INPUT และถ้าเป็นสายสัญญาณออกให้เลือกสัญลักษณ์ชื่อ OUTPUT ตามลำดับ สังเกตว่าจะปรากฏสัญลักษณ์ของสายสัญญาณวางอยู่บนพื้นที่ของหน้าต่าง Graphic Editor



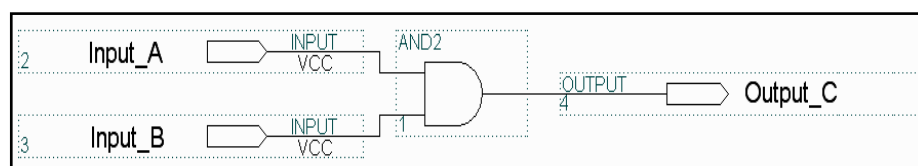
รูปที่ 23 การเลือกสัญลักษณ์จุดต่อสายสัญญาณเข้าและสัญญาณออก

5.6 ต่อสายสัญญาณเข้าและสัญญาณออก ให้ลากเมาส์ไปที่สายสัญญาณด้านที่มีลักษณะเส้นเดี่ยวสีดำ หรือในส่วนที่เป็นขาอุปกรณ์ของสัญลักษณ์แอนด์เกต เมื่อลากเมาส์เข้าไปใกล้ๆ ที่จุดเชื่อมต่อจะสังเกตเห็นเครื่องหมายของเมาส์เปลี่ยนแปลงจากรูปลูกศรซึ่งเป็นรูปบวก แสดงว่าการลากเมาส์เข้าใกล้กับจุดเชื่อมต่อสัญญาณ ถ้าต้องการลากเส้นเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างสายสัญญาณเข้าเชื่อมต่อกับสายสัญญาณของแอนด์เกต สามารถทำได้โดยลากเมาส์เข้าไปใกล้กับจุดเชื่อมต่อสัญญาณตัวเมาส์จะเปลี่ยนเป็นเครื่องหมายบวก ให้คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้แล้วลากจะสังเกตเห็นว่ามีเส้นสีแดงเกิดขึ้นตามทิศทางที่ลากเมาส์พร้อมกับเส้นปะ สำหรับบอกแนวระยะการวางของตัวอุปกรณ์ตามแนวตั้งและแนวนอน ให้ลากเส้นไปในทิศทางที่ต้องการเชื่อมต่อกับจุดต่อสัญญาณเข้ากับขาของแอนด์เกต จนครบทั้งหมด ถ้าต้องการลบสายสัญญาณให้คลิกที่สายสัญญาณ ตัวสายสัญญาณจะเป็นเส้นสีแดง กดปุ่ม Delete ตัวสายสัญญาณก็จะหายไป



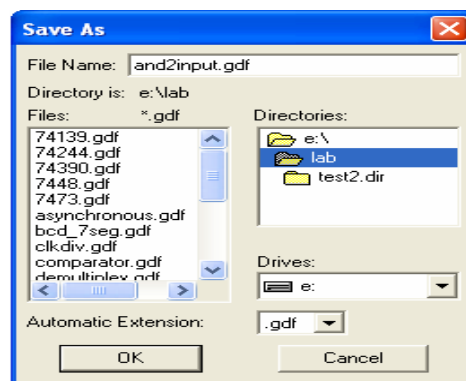
รูปที่ 24 ต่อสายสัญญาณเข้าและสัญญาณออกให้กับแอนด์เกต 2 อินพุต

5.7 ใส่ชื่อของสายสัญญาณเข้าและสัญญาณออกจนครบทุกสาย ให้ตั้งชื่อสายสัญญาณที่สามารถสื่อความหมายได้ แทนที่ในตำแหน่ง PIN_NAME โดยคลิกที่ตัว PIN_NAME จะขึ้นแถบตัวอักษรสีทึบ ให้พิมพ์ชื่อที่ต้องการลงไป แล้วคลิกอีกครั้ง ก็จะปรากฏชื่อใหม่ที่พิมพ์เข้าไปแทนที่ เป็นอันเสร็จวิธีการเปลี่ยนชื่อ



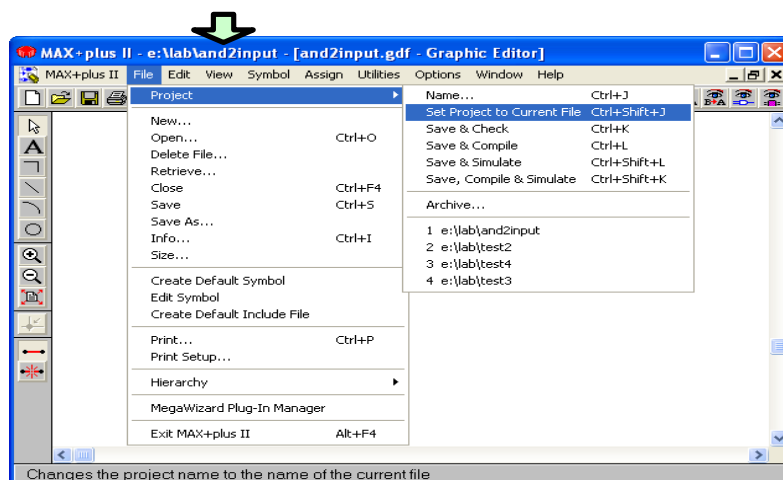
รูปที่ 25 ใส่ชื่อของสายสัญญาณเข้าและสัญญาณออกจนครบทุกสาย

5.8 บันทึกไฟล์ข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้คลิกที่เมนู File⇒ Save หรือกด Ctrl + S ก็ได้ จะปรากฏหน้าต่าง Save As ให้ตั้งชื่อไฟล์ที่ต้องการในช่อง File name: ในที่นี้สมมติว่าเป็นชื่อ **and2input.gdf** จากนั้นถ้าต้องการเปลี่ยน Directories ให้คลิกเลือกที่ช่อง **Directories:** ถ้าต้องการเปลี่ยน Drives ให้คลิกเลือกที่ช่อง **Drives:** และในส่วนช่อง **Automatic Extension** จะเป็นการบันทึกไฟล์ที่มีนามสกุลให้เลือก 2 ชนิดคือไฟล์นามสกุล .gdf เป็นไฟล์นามสกุลมาตรฐานที่ใช้ในโปรแกรม MAXPLUS II กับหน้าต่าง Graphic Editor และไฟล์นามสกุล .sch เป็นไฟล์นามสกุลมาตรฐานที่ใช้กับโปรแกรมงานออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ซึ่งสามารถนำไปเปิดใช้งานกับโปรแกรมอื่นๆได้ เช่นโปรแกรม Protel99 , AutoCAD เป็นต้น แต่เนื่องจากเรานำมาใช้กับโปรแกรม MAXPLUS II จึงต้องบันทึกไฟล์ให้มีนามสกุล .gdf จึงจะสามารถดำเนินงานในขั้นตอนการอื่นๆของโปรแกรมต่อไปได้



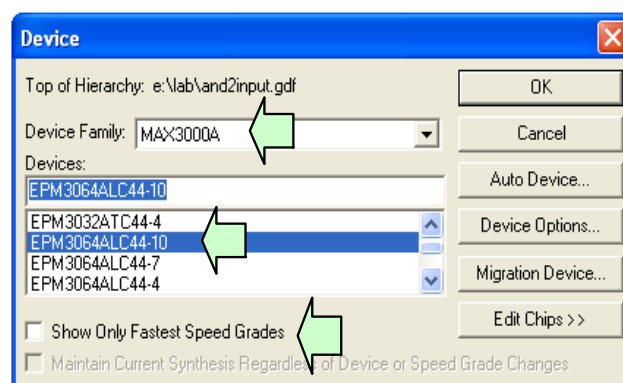
รูปที่ 26 บันทึกไฟล์ข้อมูลลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์

5.9 กำหนดไฟล์ข้อมูลอ้างอิงสำหรับการปฏิบัติงานในโปรแกรม เพื่อแจ้งให้โปรแกรม MAXPLUS II ทราบว่าขณะนี้จะดำเนินงานในขั้นตอนอื่นๆจากไฟล์ข้อมูลที่ต้องการให้ดำเนินงาน จึงต้องตั้งค่าไฟล์ข้อมูลนั้นให้เป็นไฟล์ข้อมูลอ้างอิง โดยคลิกที่เมนู File ⇒ Project ⇒ Set Project To Current File หรือกด Ctrl+Shift+J ก็ได้ จากนั้นข้อความบนแถบบาร์ด้านบนในส่วนที่มีชื่อไครฟ์ จะปรากฏชื่อไครฟ์และไฟล์ข้อมูลอ้างอิงที่ถูกตั้งค่าให้สามารถดำเนินการต่างๆในหน้าต่างอื่นๆของโปรแกรมกับไฟล์ข้อมูลที่ตั้งค่าไว้เช่น Compile , Simulator เป็นต้น



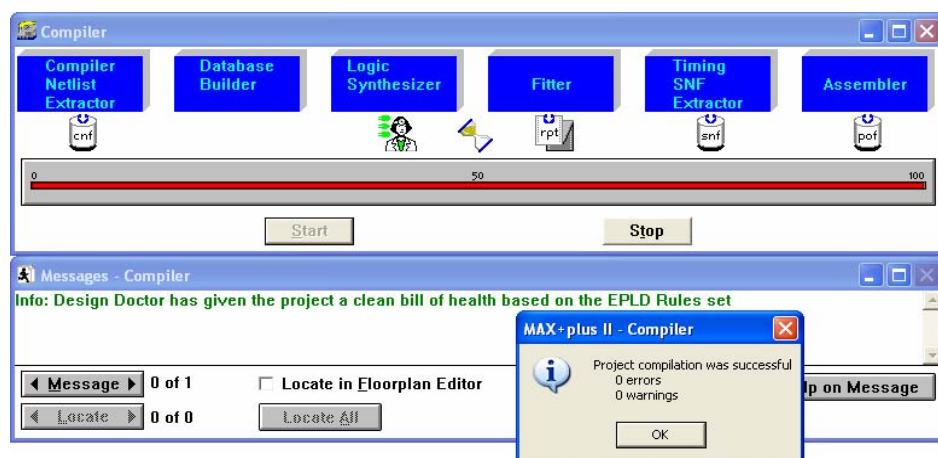
รูปที่ 27 การกำหนดไฟล์ข้อมูลอ้างอิงสำหรับการปฏิบัติงานในโปรแกรม

5.10 กำหนดเบอร์ของวงจรรวมที่ต้องการนำไปใช้งานจริง การออกแบบวงจรดิจิทัลในโปรแกรม MAXPLUS II สามารถนำวงจรที่ได้ออกแบบไว้ ไปใช้งานกับวงจรรวมเบอร์ใดก็ได้ที่ผลิตจากบริษัท ALTERA เท่านั้น และต้องคำนึงถึงขนาดความจุของวงจรรวมที่เกิดขึ้นในวงจรรวมด้วย เช่นกรณีที่ยกออกแบบวงจรไว้มีขนาดการใช้งานจริงของวงจรรวมที่เกิดขึ้นในจำนวนมากสมมุติว่าต้องใช้วงจรรวมที่เกิดขึ้นใน 10,000 เกต แต่เบอร์วงจรรวมที่มีความจุของวงจรรวมที่เกิดขึ้นมีแค่เพียง 2600 เกต ดังนั้นก็ไม่สามารถนำการออกแบบนี้ไปใช้กับวงจรรวมที่มีความจุของวงจรรวมที่เกิดขึ้นที่น้อยกว่าได้ สำหรับการฝึกอบรมในครั้งนี้ ได้ออกแบบชุดทดลองสำหรับงานปฏิบัติเอาไว้ โดยใช้วงจรรวมดิจิทัลเบอร์ **EPM3064ALC44-10** มีขนาดความจุของวงจรรวมที่เกิดขึ้นจำนวน 1250 เกต จำนวนฟลิปฟล็อปภายใน 64 ตัว ดังนั้นสามารถนำไปออกแบบระบบดิจิทัลขนาดเล็กได้ดี การกำหนดเบอร์ของวงจรรวมจะเริ่มจาก เข้าไปคลิกที่เมนู Assign ⇨ Device จะปรากฏหน้าต่าง Device ให้คลิกที่ Device Family เลือกตระกูลของเบอร์วงจรรวมดิจิทัลที่ต้องการ ตอนนี้เลือกตระกูล MAX3000A ตามหมายเลข 1 จากนั้นคลิกเครื่องหมายถูกที่หัวข้อ Show Only Fastest Speed Grades ออกไปตามหมายเลข 2 ถ้ามีเครื่องหมายถูกแสดงในช่องนี้ ชื่อของวงจรรวมดิจิทัลในช่อง Devices จะแสดงเฉพาะเบอร์ของวงจรรวมที่สามารถทำงานด้วยความเร็วสูงเท่านั้น และเลือกเบอร์วงจรรวมที่ต้องการ ขณะนี้ให้เลือกที่ EPM3064ALC44-10 ตามหมายเลข 3 เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK

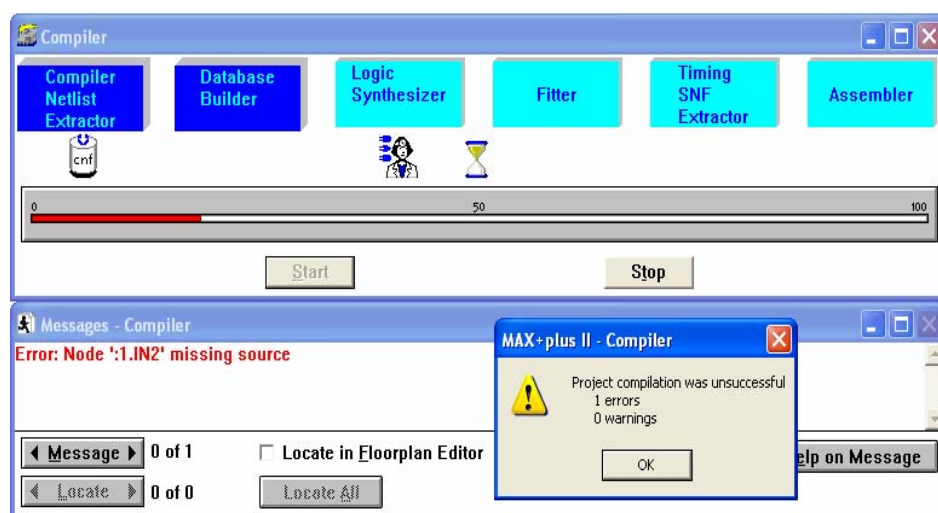


รูปที่ 28 การกำหนดเบอร์ของวงจรรวมที่ต้องการนำไปใช้งานจริง

5.11 ตรวจสอบความถูกต้องและสังเคราะห์วงจรโดยหน้าต่าง Compiler เมื่อออกแบบวงจรดิจิทัลและตั้งค่าที่จำเป็นในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะเป็นขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบและแปลงข้อมูลเป็นภาษาที่วงจรรวมรู้จักเตรียมไว้สำหรับ โปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวม การตรวจสอบจะดำเนินการได้โดยเปิดหน้าต่าง Compiler โดยคลิกที่เมนู MAX+Plus II ⇨ Compiler หรือคลิกที่ไอคอน  จากนั้น ให้คลิกที่ปุ่ม START สังเกตที่แถบบาร์สีว่าจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีแดงแสดงว่ากำลังดำเนินการตั้งแต่ 0 - 100 เปอร์เซ็นต์ ถ้าการแปลภาษาไม่พบข้อผิดพลาดก็จะแสดงข้อความออกมาเป็นจำนวน 0 Error , 0 Warnings แต่ถ้าการดำเนินงานตรวจพบข้อผิดพลาดของการแปลภาษา ก็จะแสดงข้อความออกมาเป็นจำนวน Error และจำนวน Warnings ที่เกิดขึ้นและข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในจุดต่าง ๆ นั้น แสดงผลที่หน้าต่าง Messages - Compiler ซึ่งผู้ออกแบบจะต้องกลับไปแก้ไขข้อมูลการออกแบบของตน จนกว่าจะไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น เมื่อดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะสร้างไฟล์ข้อมูลขึ้นมา 4 ไฟล์ คือนามสกุล cnt ,นามสกุล rpt, นามสกุล snf และนามสกุล pof ตามลำดับ

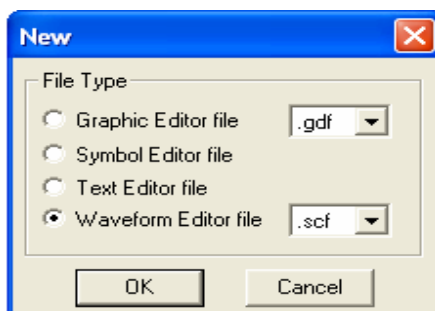


รูปที่ 29 หน้าต่าง Compiler ที่ไม่มีข้อผิดพลาดในการตรวจสอบความถูกต้องและสังเคราะห์วงจร

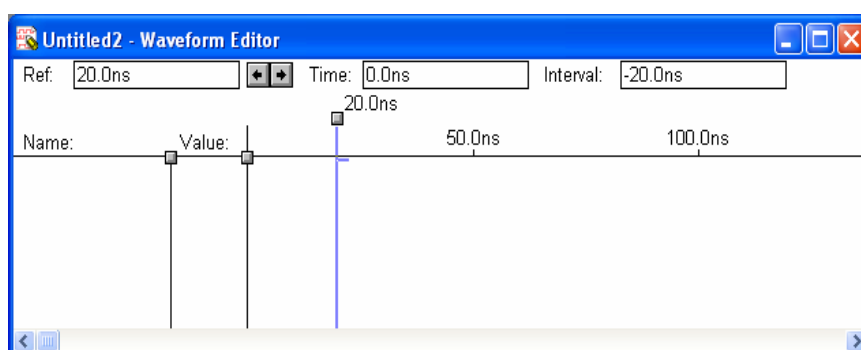


รูปที่ 30 หน้าต่าง Compiler ที่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในการตรวจสอบความถูกต้องและสังเคราะห์วงจร

5.12 สร้างไฟล์ใหม่สำหรับจำลองการทำงานของระบบดิจิทัล เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบเรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานในระบบที่ออกแบบไว้ โดยอาศัยวิธีการจำลองการทำงานของระบบ ซึ่งมองจากระดับสถานะของรูปคลื่นสัญญาณดิจิทัล 0 และ 1 เปรียบเทียบกับคาบเวลาในการทำงานของระบบ โดยเริ่มจากสร้างไฟล์ชื่อเดียวกันกับโปรเจกต์ที่ต้องการ ให้คลิกที่เมนู Files ⇒ New แล้วเลือกที่เมนู Waveform Editor file ใช้นามสกุล .scf แล้วคลิกที่ปุ่ม OK ก็จะปรากฏหน้าต่าง Waveform Editor ขึ้นมาใหม่สำหรับแสดงสัญญาณดิจิทัลในลักษณะของระดับลอจิกโดยเฉพาะ หรือการสร้างอีกวิธีหนึ่งคือคลิกที่เมนู MAX+PLUS II ⇒ Waveform Editor ก็จะปรากฏหน้าต่างของ Waveform Editor เช่นเดียวกัน

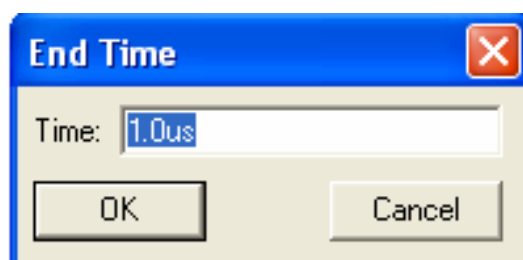


รูปที่ 31 การสร้างไฟล์ใหม่สำหรับจำลองการทำงานของระบบดิจิทัล



รูปที่ 32 หน้าต่างของ Waveform Editor ที่เปิดได้แล้ว

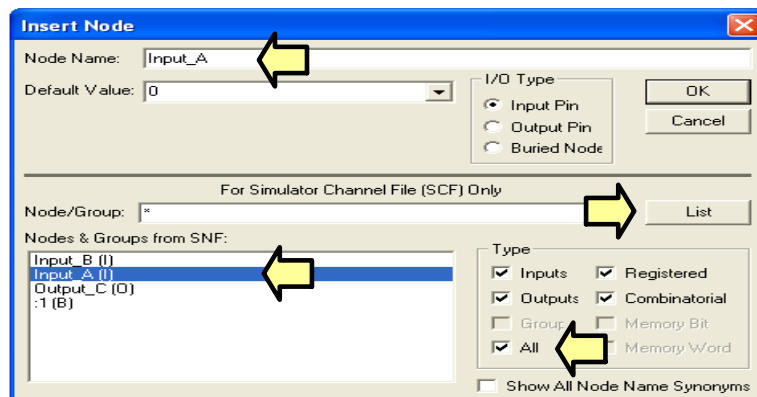
5.13 กำหนดค่าเวลาสิ้นสุดหรือ End Time ในการจำลองการทำงานของระบบ เป็นการกำหนดคาบเวลาสิ้นสุดในการจำลองผลการทำงานของระบบ โดยให้คลิกที่เมนู File $\Rightarrow$ End Time ก็จะปรากฏหน้าต่าง End Time ขึ้นมา สำหรับการกำหนดค่าใดนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนสถานะของการเปลี่ยนแปลงที่เป็นไปได้ทั้งหมดและการกำหนดช่วงว่างของการวิเคราะห์ (Grid Size) จากตัวอย่างเนื่องจากพิจารณาเพียงแอนด์เกต จึงกำหนดค่าเวลา End Time คือ 1 μ s ก็เพียงพอต่อการวิเคราะห์ระบบแล้ว



รูปที่ 33 การกำหนดค่าเวลาสิ้นสุดหรือ End Time

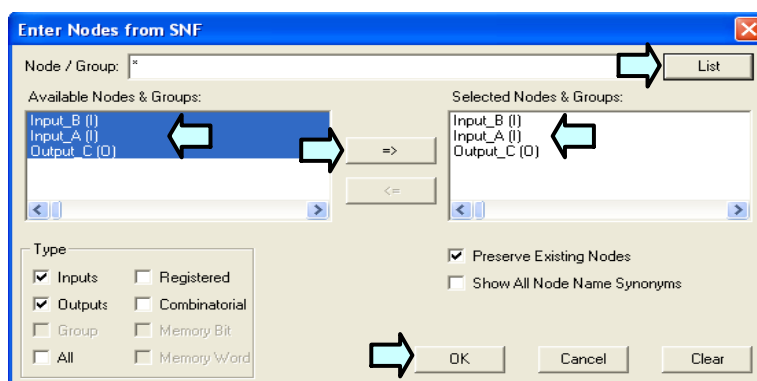
5.14 กำหนดชื่อสายสัญญาณที่ต้องการวิเคราะห์แสดงผลในหน้าต่าง Waveform Editor เป็นการกำหนดสายสัญญาณเข้าและออกที่ต้องการให้แสดงผลรูปสัญญาณในหน้าต่าง Waveform Editor ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี

5.14.1 การกำหนดสายสัญญาณเข้าในหน้าต่าง Waveform Editor แบบทีละเส้น ทำได้โดยคลิกที่เมนู Node⇒ Insert Node หรือดับเบิลคลิกบริเวณพื้นที่ว่างในช่อง Name ของหน้าต่าง Waveform Editor จะปรากฏหน้าต่าง Insert Node จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม List ตามหมายเลข 1 จะปรากฏรายชื่อของสายสัญญาณตามชนิดที่ต้องการ โดยแสดงผลในรายการ Nodes & Groups from SNF: สังเกตในหัวข้อ Type ถ้ามีเครื่องหมายถูกที่หัวข้อ All ตามหมายเลข 2 ก็จะสามารถแสดงรายการของสายสัญญาณและส่วนประกอบอื่นทั้งหมดได้ จากนั้นเลือกสายสัญญาณที่ต้องการ ตามตัวอย่างคลิกที่ Input_A ตามหมายเลข 3 ก็จะปรากฏสายสัญญาณ Input_A ที่ช่อง Node Name ตามหมายเลข 4 เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK ก็จะมีสายสัญญาณ Input_A ปรากฏในหน้าต่าง Waveform Editor



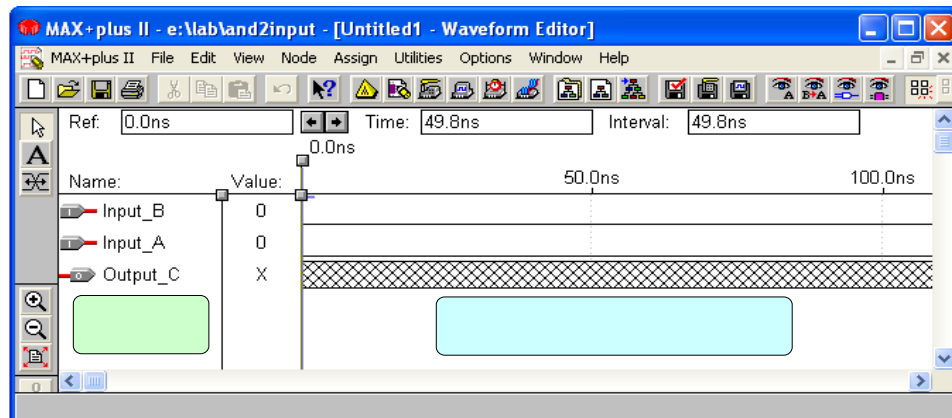
รูปที่ 34 การกำหนดชื่อสัญญาณที่ต้องการลงในหน้าต่าง Waveform Editorแบบครั้งละ 1 สายสัญญาณ

5.14.2 การกำหนดสายสัญญาณเข้าในหน้าต่าง Waveform Editor แบบเป็นกลุ่ม เป็นการนำข้อมูลจากไฟล์นามสกุล SNF มาใช้ โดยให้คลิกที่เมนู Node ⇒ Enter Node from SNF ก็จะปรากฏหน้าต่างดังรูป ให้คลิกที่ปุ่ม List ตามหมายเลข 1 ก็จะปรากฏแถบชื่อของสายสัญญาณเข้าและออกในช่อง Available Nodes & Groups ตามหมายเลข 2 ให้คลิกเลือกสายสัญญาณที่ต้องการ สามารถเลือกได้หลายเส้นโดยคลิกซ้ายค้างแล้วลากเมาส์ ก็จะปรากฏแถบที่บ่งแสดงสีน้ำเงินตามที่ได้เลือกสายสัญญาณไว้ เมื่อเลือกแล้วให้คลิกที่ปุ่มรูปลูกศร ตามหมายเลข 3 ก็จะปรากฏรายชื่อของสายสัญญาณที่ถูกเลือกไว้ในช่อง Selected Nodes & Groups ตามหมายเลข 4 แล้วคลิกที่ปุ่ม OK ก็จะปรากฏสายสัญญาณดังกล่าวบนหน้าต่าง Waveform Editor



3

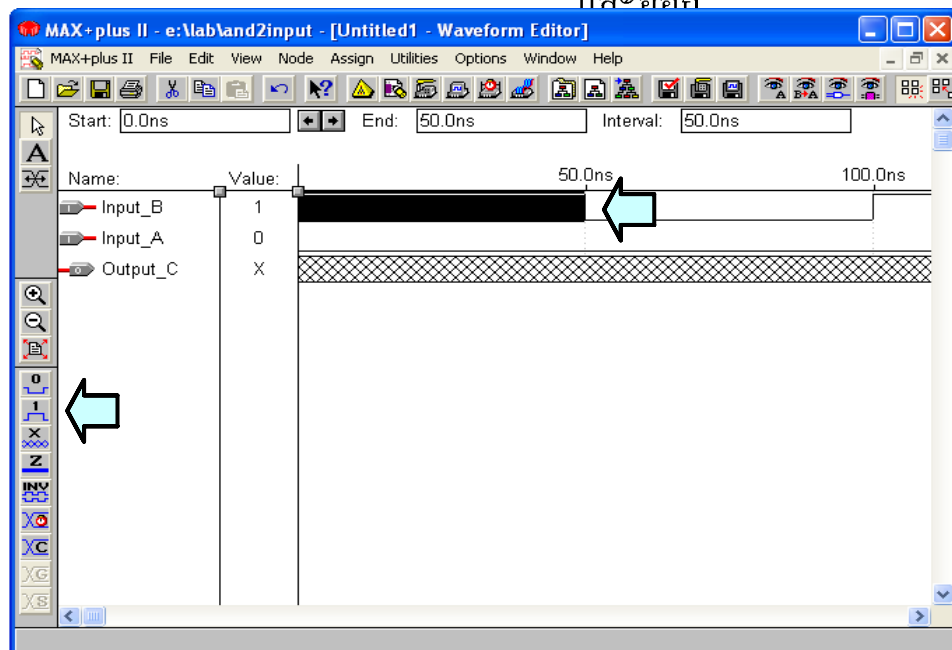
รูปที่ 35 การกำหนดชื่อสัญญาณที่ต้องการลงในหน้าต่าง Waveform Editorแบบเลือกจำนวนสายสัญญาณได้



รูปที่ 36 แสดงการกำหนดชื่อสัญญาณที่ต้องการลงในหน้าต่าง Waveform Editor เรียบร้อยแล้ว

5.15 กำหนดระดับลอจิกให้กับสายสัญญาณเข้า หลังจากกำหนดสายสัญญาณที่ต้องการนำมาวิเคราะห์ให้กับหน้าต่าง Waveform Editor สังเกตสายสัญญาณที่ยังไม่ได้ทำการจำลองการทำงานจะมีลักษณะของสายสัญญาณเข้าเป็นระดับลอจิก 0 และที่สายสัญญาณออกมีระดับลอจิกไม่ทราบสถานะ (X) แสดงผลเป็นสัญญาณเส้นไขว้ตัดกัน แสดงว่าโปรแกรมยังไม่มีผลการจำลองการทำงานของระดับลอจิกในสายสัญญาณออก ดังนั้นจึงต้องกำหนดระดับลอจิกให้กับสายสัญญาณเข้า ซึ่งกำหนดได้มี 2 วิธีคือ

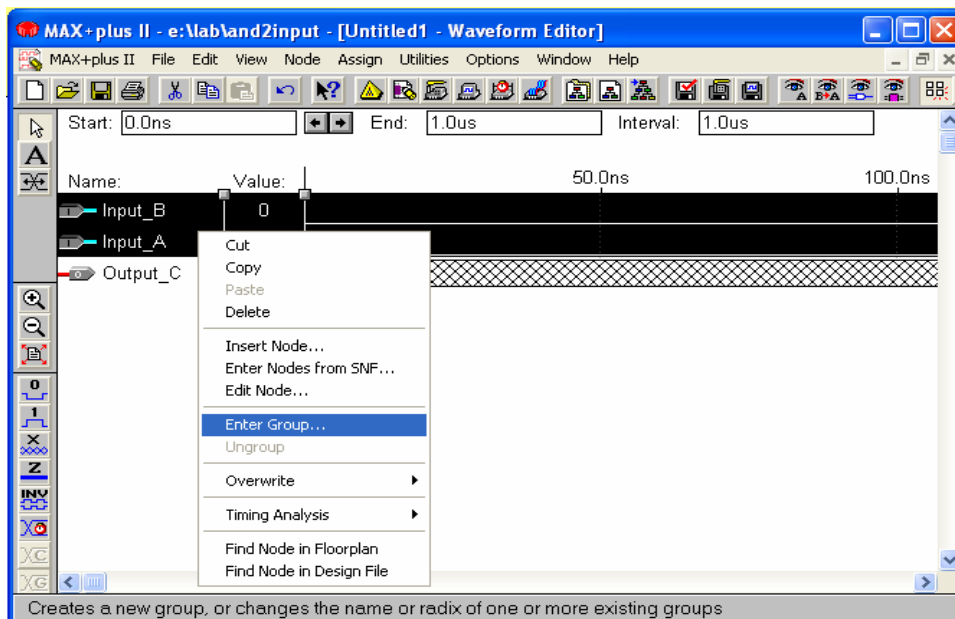
5.15.1 การกำหนดระดับลอจิกแบบครั้งละ 1 สถานะ ทำได้โดยคลิกเมาส์ซ้ายค้าง แล้วลากให้เกิดแถบทึบสีดำตามแนวคาบเวลาที่ต้องการ ตามหมายเลข 1 จากนั้นเลื่อนเมาส์ไปทางซ้ายมือสังเกตสัญญาณที่แสดงถึงระดับลอจิกที่สถานะต่างๆ คลิกเลือกระดับลอจิกที่ต้องการ ในที่นี้คลิกเลือกระดับลอจิก 1 ตามหมายเลข 2 จะสังเกตว่ามีการเปลี่ยนแปลงของระดับลอจิกในแถบทึบสีดำที่ทำการเลือกไว้ และออก



รูปที่ 37 กำหนดระดับลอจิกให้กับสายสัญญาณเข้าแบบทีละส่วน

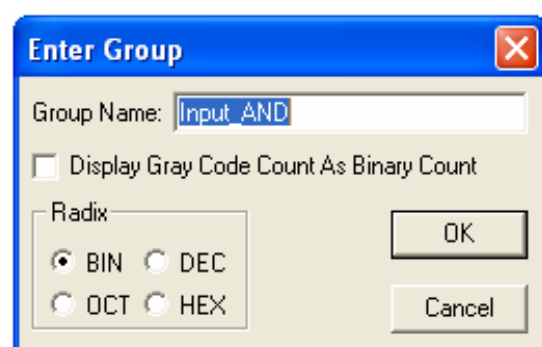
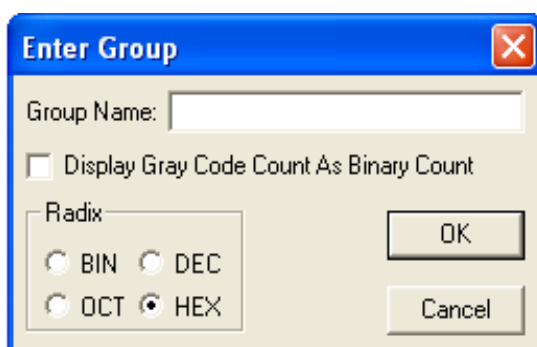
5.15.2 การกำหนดระดับลอจิกแบบจัดกลุ่มสายสัญญาณ โดยเลือกสายสัญญาณที่มีความสัมพันธ์กันจัดแบ่งออกเป็นกลุ่ม

5.15.2.1 ใช้เมาส์คลิกเลือกสายสัญญาณที่ต้องการในช่อง NAME จะปรากฏแถบที่บดสีตามแนวคาบเวลาทั้งหมด ถ้าต้องการเลือกสายสัญญาณมากกว่า 1 ให้กดปุ่ม Shift ค้างไว้ แล้วคลิกที่สายสัญญาณที่ต้องการหรือคลิกเมาส์ลากก็ได้ จากนั้นคลิกเมาส์ขวาจะพบหน้าต่างสำหรับแก้ไขข้อมูลดังรูป ให้เลือกที่หัวข้อ Enter Group ก็จะปรากฏหน้าต่าง Enter Group

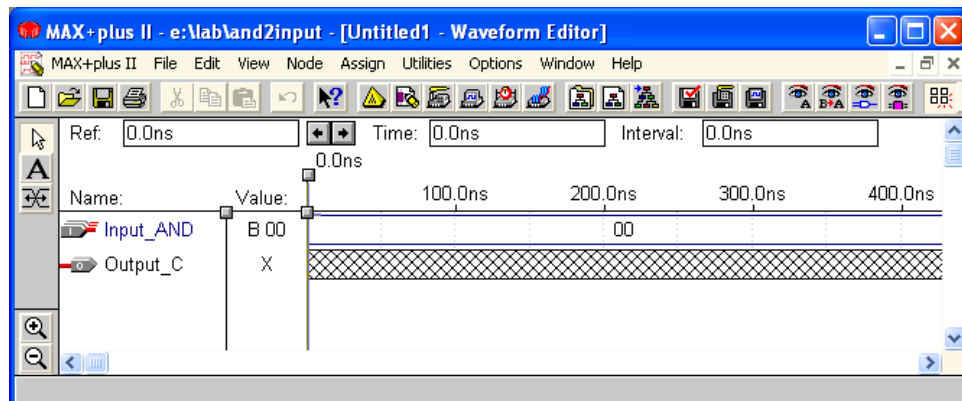


รูปที่ 38 แสดงการจัดกลุ่มสายสัญญาณ

5.15.2.2 เมื่อปรากฏหน้าต่าง Enter Group ให้ตั้งชื่อของกลุ่มที่ต้องการในช่อง Group Name ในที่นี้ตั้งชื่อว่า **Input_AND** เสร็จแล้วให้เลือกลักษณะการแสดงผลเป็นตัวเลขฐานตามต้องการ มีให้เลือกในช่อง Radix คือเลขฐาน 2 = BIN, เลขฐาน 8 = OCT, เลขฐาน 10 = DEC , เลขฐาน 16 = HEX ในที่นี้เลือกแสดงผลเป็นเลขฐาน 2 (BIN) เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK

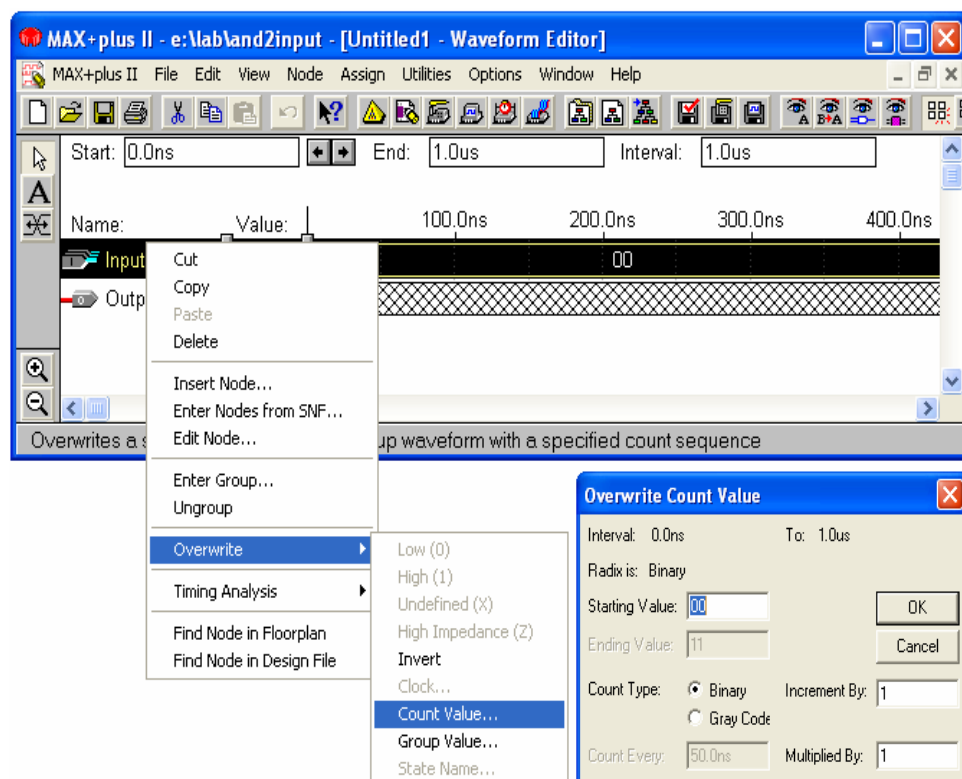


รูปที่ 39 แสดงการใส่ชื่อกลุ่มของสายสัญญาณ



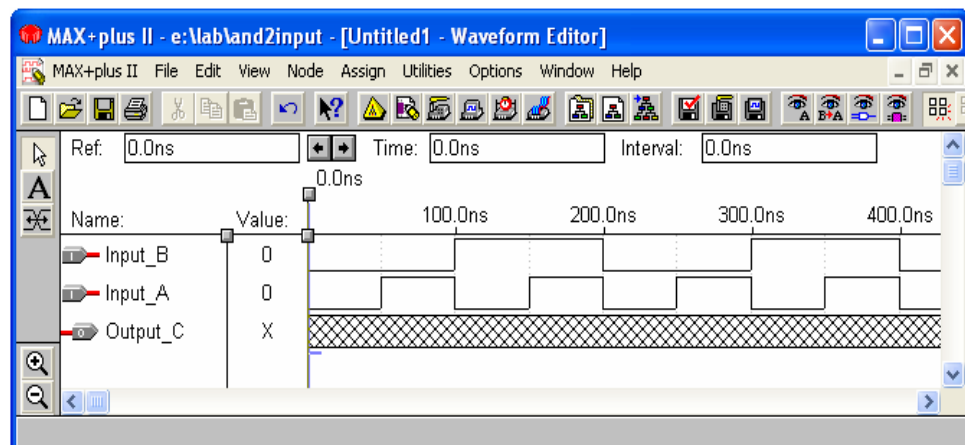
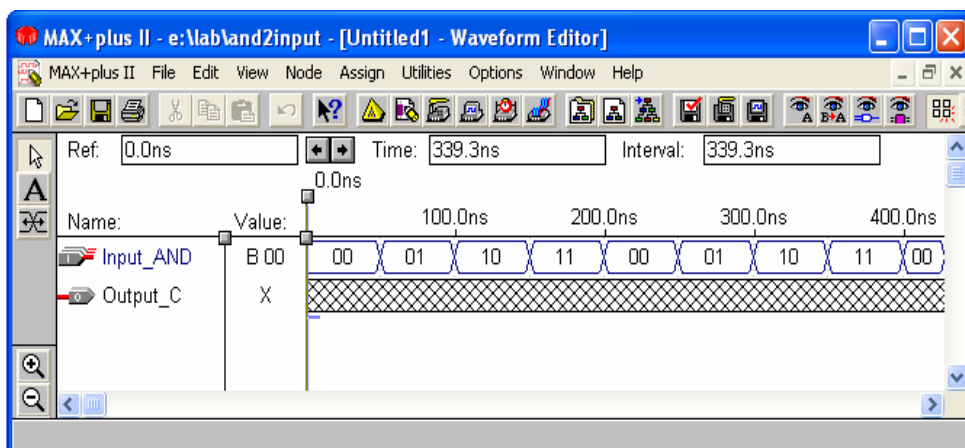
รูปที่ 40 แสดงผลการใส่ชื่อกลุ่มของสายสัญญาณในช่อง NAME

5.15.2.3 กำหนดระดับลอจิกของสายสัญญาณเข้าให้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นกลุ่ม และแสดงผลออกเป็นเลขฐาน 2 ตามที่ตั้งค่าไว้ในหน้าต่าง Enter Group การกำหนดค่าทำได้โดยคลิกเลือกกลุ่มสัญญาณเข้าที่ช่อง NAME จนขึ้นแถบที่บสีดำ จากนั้นคลิกเมาส์ขวาจะพบหน้าต่างสำหรับแก้ไขข้อมูล ให้เข้าไปเลือกที่ Overwrite $\Rightarrow$ Count Value จะปรากฏหน้าต่าง Overwrite Count Value ให้กำหนดค่าตามรูป แล้วคลิกที่ปุ่ม OK



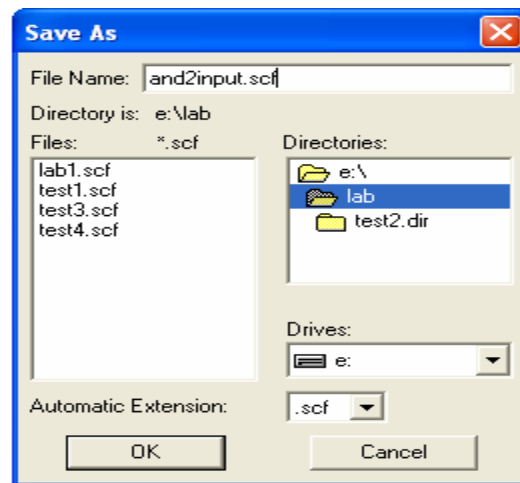
รูปที่ 41 แสดงการกำหนดค่าการนับเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกให้กับกลุ่มสายสัญญาณเข้า

5.15.2.4 สังเกตที่หน้าต่าง Waveform Editor สายสัญญาณกลุ่ม Input_AND มีรูปสัญญาณเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกโดยแสดงค่าออกมาเป็นเลขฐาน 2 จากที่สายสัญญาณในกลุ่มนี้มี 2 เส้น ดังนั้นการนับค่าสถานะจึงมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ซ้ำกันได้ทั้งหมด 4 สถานะคือ 00, 01, 10, 11 ตามลำดับ และถ้าต้องการให้กลุ่มสายสัญญาณเข้าแยกออกจากกัน ทำได้โดยคลิกขวาที่กลุ่มสัญญาณเข้าในช่อง NAME เลื่อนเมาส์มาเลือกที่ **Ungroup** จะสังเกตว่าในสายสัญญาณเข้ามีรายชื่อสายสัญญาณแยกออกมาเหมือนกับก่อนที่จะจัดกลุ่มสายสัญญาณให้ แต่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าระดับลอจิกของสัญญาณเข้าดังรูป สำหรับช่วงของคาบเวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิก สามารถกำหนดขนาดความกว้างคาบเวลาได้โดยคลิกที่เมนู Option $\Rightarrow$ Grid Size ตั้งค่าขนาดช่องของคาบเวลามีหน่วยเป็นวินาที ในที่นี้ตั้งค่า Grid Size = 50 ns ในการวิเคราะห์การทำงานจะดำเนินการตั้งแต่ในช่วงคาบเวลา 0.0 ns จนถึง 1 us ตามการตั้งค่าเวลา End time



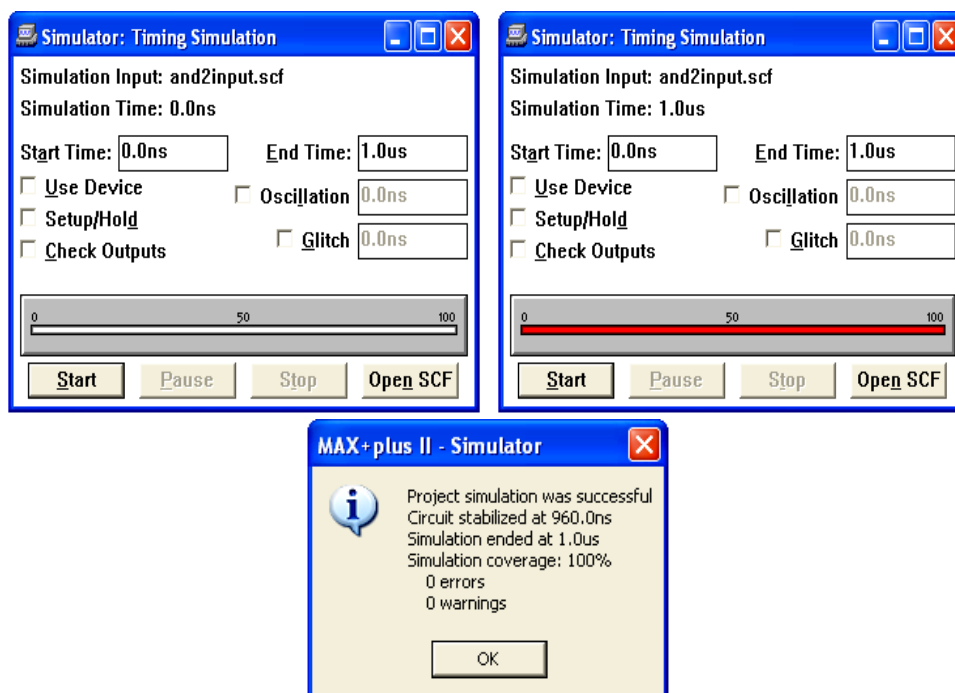
รูปที่ 42 แสดงการเปรียบเทียบเมื่อรวมสายสัญญาณเป็นกลุ่มและแยกกลุ่มสายสัญญาณให้เป็นปกติ

5.16 บันทึกข้อมูลที่ใช้กับของหน้าต่าง Waveform Editor หลังจากตั้งค่าต่างๆแล้ว ให้ทำการบันทึกไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในหน้าต่างนี้โดยควรกำหนดให้ชื่อของไฟล์ข้อมูลตรงกับชื่องานที่ดำเนินการอยู่ และใช้นามสกุล SCF โดยเข้าไปที่ File $\Rightarrow$ Save ตั้งชื่อ แล้วเลือกไครฟ์และไดเรกทอรีเก็บข้อมูลที่ต้องการ เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK

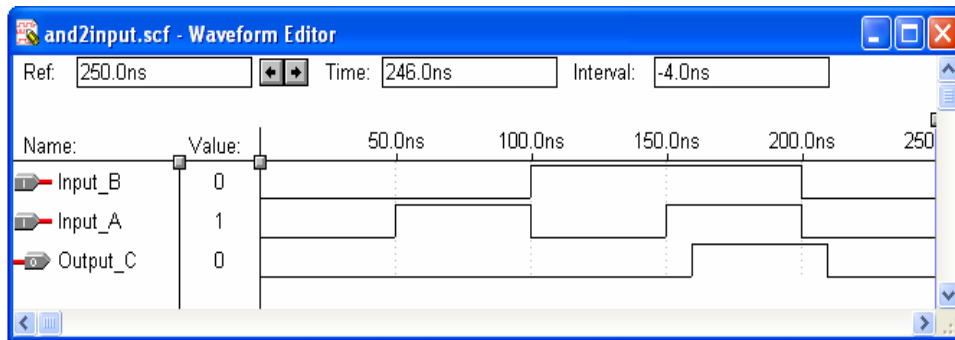


รูปที่ 43 แสดงหน้าต่างสำหรับบันทึกข้อมูลที่ใช้กับของหน้าต่าง Waveform Editor

5.17 จำลองการทำงานโดยใช้หน้าต่าง Simulator เมื่อกำหนดรูปสัญญาณให้กับสายสัญญาณเข้าแล้วต่อไปจะเป็นการจำลองการทำงานของระบบโดยใช้หน้าต่าง Simulator โดยคลิกที่เมนู MAX+PLUS II ⇒ Simulator หรือคลิกที่รูปไอคอน  ก็จะปรากฏหน้าต่าง Simulator : Timing Simulation ดังค่าตามตัวอย่างดังรูป จากนั้นเริ่มจำลองการทำงานโดยคลิกที่ปุ่ม Start โปรแกรมจะเริ่มดำเนินการจำลองการทำงานของระบบในช่วงเวลา Start Time ถึง End Time จนเสร็จถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ก็จะแสดงผลการทำงานว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ ถ้าไม่มีข้อผิดพลาดค่า Error จะเป็น 0 ต่อไปนำเมาส์ไปคลิกที่ Open SCF ปรากฏรูปสัญญาณที่หน้าต่าง Waveform Editor ซึ่งเป็นการแสดงผลจำลองการทำงานที่เรียบร้อยแล้ว

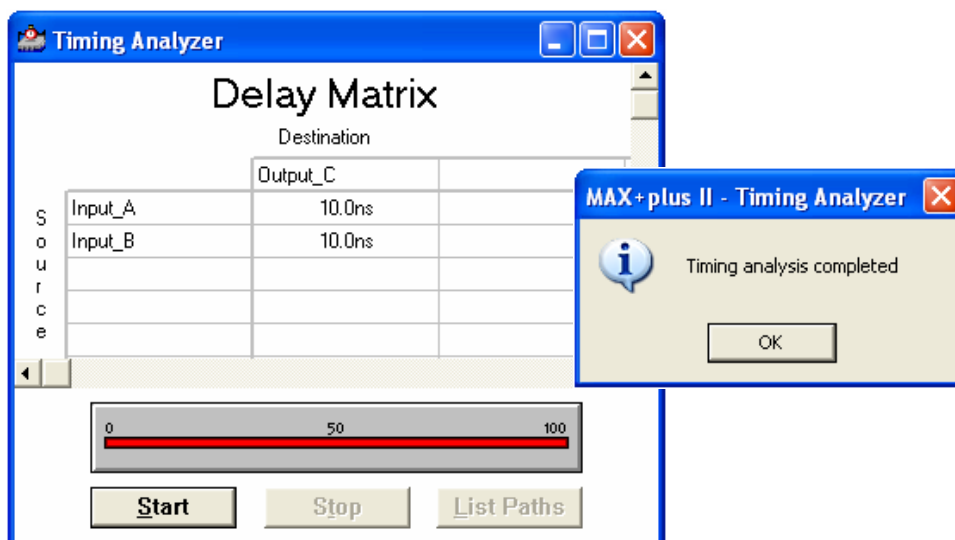


รูปที่ 44 แสดงหน้าต่าง Simulator ที่ใช้จำลองการทำงานของระบบดิจิทัล



รูปที่ 45 แสดงผลจำลองการทำงานลงในหน้าต่าง Waveform Editor

5.18 ตรวจสอบค่าหน่วงเวลาภายในระบบดิจิทัลโดยใช้หน้าต่าง Timing Analyzer เมื่อได้ผลจำลองการทำงานแล้ว ก็สามารถนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เป็นค่าหน่วงเวลาการทำงานของระบบได้ (Delay Time) ซึ่งก็จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าระบบสามารถทำงานได้ความถี่สูงสุดเท่าใดด้วย จากสูตร ความถี่ ($F : \text{Hz}$) = $1 / \text{คาบเวลา (T : Sec)}$ การตรวจสอบค่าหน่วงเวลาทำได้โดยคลิกที่เมนู MAX+PLUS II $\Rightarrow$ Timing Analyzer หรือคลิกที่รูปคอน  ก็จะปรากฏหน้าต่าง Timing Analyzer ให้เลือกการวิเคราะห์แบบ Delay Matrix จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Start โปรแกรมก็จะเริ่มดำเนินการจนเสร็จแล้วแจ้งผลการทำงานให้ทราบในตาราง Delay Matrix ตามค่าสัญญาณเข้าและสัญญาณออกจากระบบ

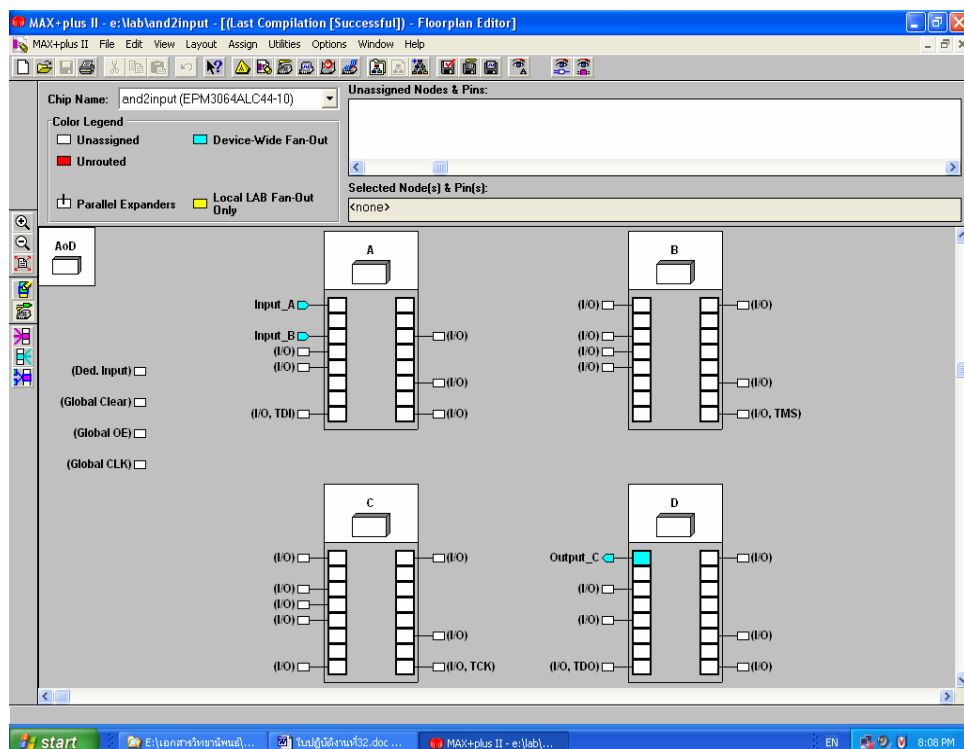


รูปที่ 46 แสดงการตรวจสอบค่าหน่วงเวลาภายในระบบดิจิทัลโดยใช้หน้าต่าง Timing Analyzer

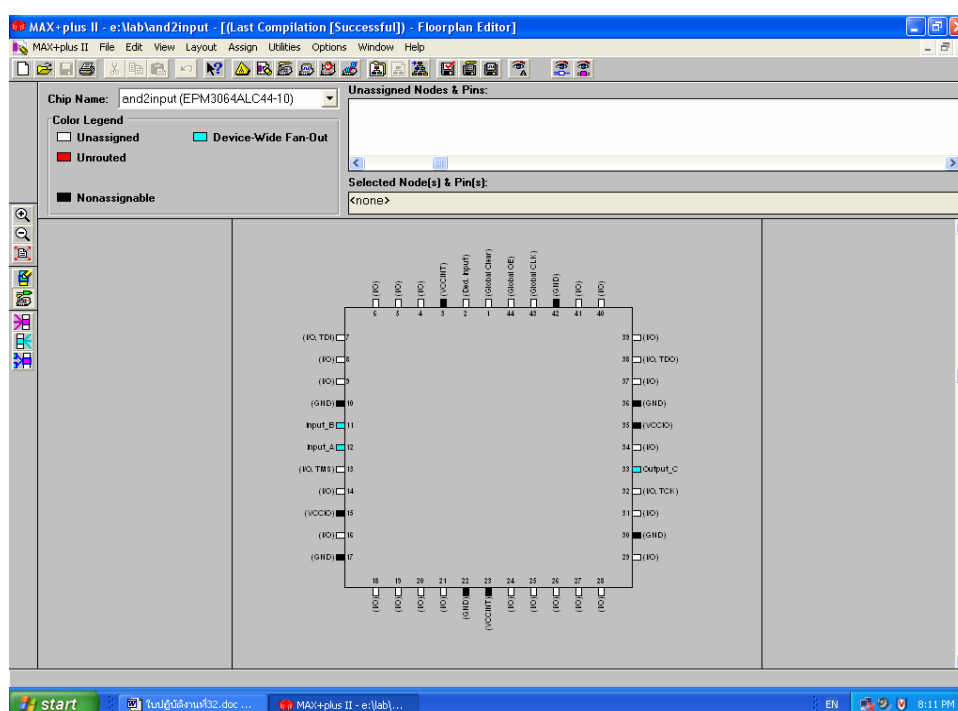
5.19 ตรวจสอบขาของวงจรรวมดิจิทัลที่นำมาใช้งานจากหน้าต่าง Floorplan Editor หลังจากผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและสังเคราะห์วงจรโดยหน้าต่าง Compiler ก็สามารถตรวจสอบขั้นตอนนี้ได้ทันที แต่การแสดงลักษณะของตัววงจรรวมที่นำมาใช้งานจริง จะอ้างอิงจากการกำหนดเบอร์ของวงจรรวมตามขั้นตอนที่ 10 ดังนั้นถ้าต้องการเปลี่ยนตัววงจรรวมดิจิทัลเป็นเบอร์อื่นจะต้องดำเนินการในขั้นตอนที่ 10 และ 11 ใหม่ เพื่อเปลี่ยนเบอร์ของวงจรรวมดิจิทัลที่ต้องการนำมาใช้แล้วตรวจสอบความถูกต้องและแปลงข้อมูลให้สามารถนำ

วงจรดิจิทัลที่ออกแบบไว้ ไปใช้งานกับวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ใหม่ที่กำหนดขึ้น สำหรับการตรวจสอบของวงจรรวมทำได้โดยคลิกที่เมนู MAX+PLUS II ⇒ Floorplan Editor หรือคลิกที่รูปไอคอน  ก็จะปรากฏหน้าต่าง Floorplan Editor มีการแสดงผลได้ 2 โหมดคือโหมด LAB View เป็นโหมดการแสดงผลที่มองเห็นโครงสร้างภายในโดยสังเขปของวงจรรวมดิจิทัลและโหมด Device View จะเป็นการแสดงตัวถังและตำแหน่งขาของวงจรรวมดิจิทัลที่ใช้งานจริง สามารถเปลี่ยนโหมดการแสดงผลได้โดยการดับเบิลคลิกในหน้าต่างงาน การกำหนดตำแหน่งขาสัญญาณที่นำมาใช้งานจริงของวงจรรวม ถ้ายังไม่ได้กำหนดตำแหน่งของขาสัญญาณในขณะที่ทำการออกแบบ โปรแกรม MAXPLUS II จะกำหนดขาสัญญาณที่เหมาะสมให้โดยอัตโนมัติและอาจไม่ซ้ำขาสัญญาณเดิม ดังนั้นขาสัญญาณที่มองเห็นในขณะนี้ เกิดจากการกำหนดตำแหน่งของขาสัญญาณจากโปรแกรมตำแหน่งของขาสัญญาณสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ

5.19.1 หน้าต่าง Floorplan Editor โหมด LAB View จะแสดงผลในรูปแบบของ Logic Array Block (LAB) ถ้าออกแบบวงจรรวมระบบใหญ่ จะสามารถมองเห็นกลุ่มสายสัญญาณและการเลือกใช้งานวงจรลอจิกบล็อกละเอียดภายในวงจรรวมได้ ข้อดีของหน้าต่างนี้เพื่อออกแบบการวางตำแหน่งของขาสัญญาณ ให้สามารถลดค่าเวลาหน่วงได้ดีที่สุด ความเร็วในการทำงานก็จะสูงตามไปด้วย จึงต้องเลือกตำแหน่งของขาสัญญาณ และใช้เทคนิคการออกแบบวงจรดิจิทัลให้เหมาะสม สำหรับรายละเอียดของขาสัญญาณ เมื่อลากเมาส์เข้าไปที่ตำแหน่งของขาสัญญาณ แล้วดับเบิลคลิกจะมีหน้าต่างแสดงคุณสมบัติของขาสัญญาณในตำแหน่งที่เลือก สามารถนำคุณสมบัติของขาสัญญาณมาวิเคราะห์ความเหมาะสมในการออกแบบได้



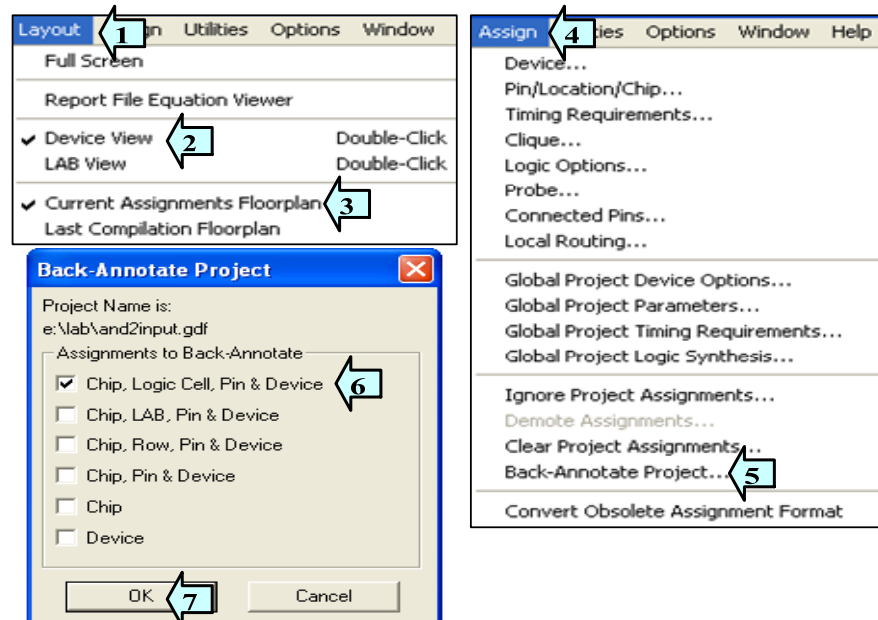
รูปที่ 47 แสดงหน้าต่าง Floorplan Editor ในโหมด LAB View



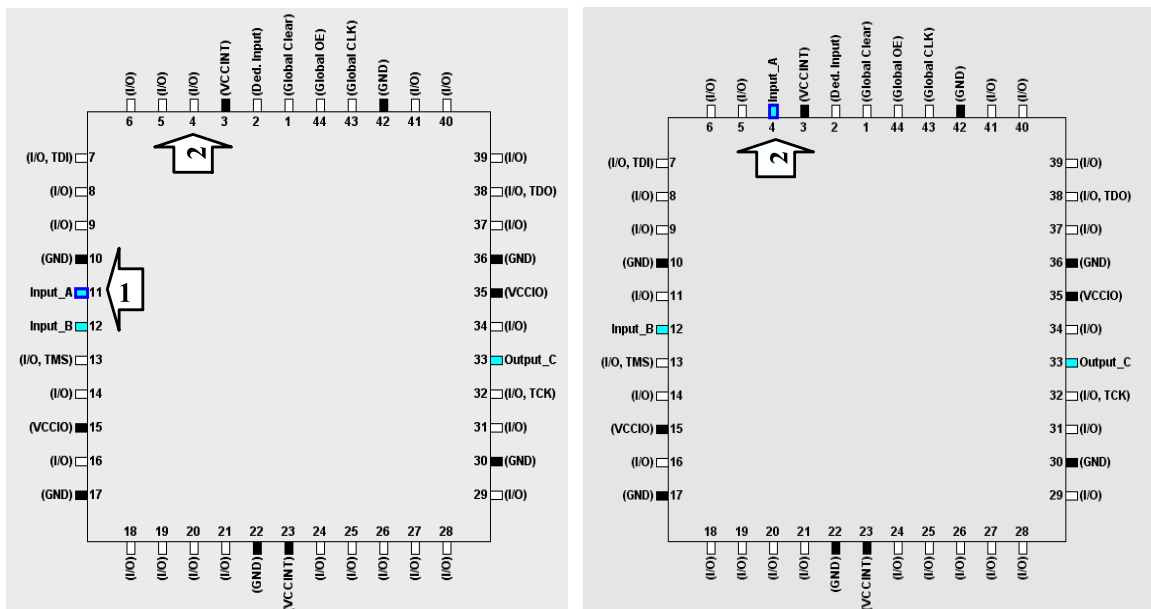
รูปที่ 48 แสดงหน้าต่าง Floorplan Editor ในโหมด Device View

5.20 กำหนดขาสัญญาณของวงจรรวมที่ต้องการนำไปใช้งานจริง เปิดหน้าต่าง Floorplan Editor เลือกการแสดงผลในโหมด Device View โดยคลิกที่เมนู Layout ⇒ Device View เลือกการแสดงผลข้อมูลของตำแหน่งขาสัญญาณจากการแปลงข้อมูลในหน้าต่าง Compiler ครั้งล่าสุด โดยคลิกที่เมนู Layout ⇒ Last Compilation Floorplan สังเกตเห็นว่าตำแหน่งขาสัญญาณจะถูกกำหนดไว้แบบอัตโนมัติ ถ้าต้องการเปลี่ยนตำแหน่งขาสัญญาณมีหลายวิธี ขอล่าวถึงวิธีย้ายขาสัญญาณบนหน้าต่าง Floorplan Editor แบบง่ายก่อน โดยคลิกที่เมนู Layout ⇒ Current Assignments Floorplan สังเกตว่าตำแหน่งขาสัญญาณที่ถูกกำหนดขึ้นหายไปและปรากฏรายการของขาสัญญาณอยู่ในหน้าต่าง **Unassigned Node & Pin** จากนั้นให้เข้าไปคลิกที่เมนู Assign ⇒ Back-Annotate Project จะปรากฏหน้าต่าง Back-Annotate Project ขึ้นมา คลิกเลือกที่ Chip, Logic Cell, Pin & Device แล้วคลิก OK เพื่อให้โปรแกรมแสดงผลภาพของการเลือกขาสัญญาณจากการแปลงข้อมูลในหน้าต่าง Compiler อีกครั้ง

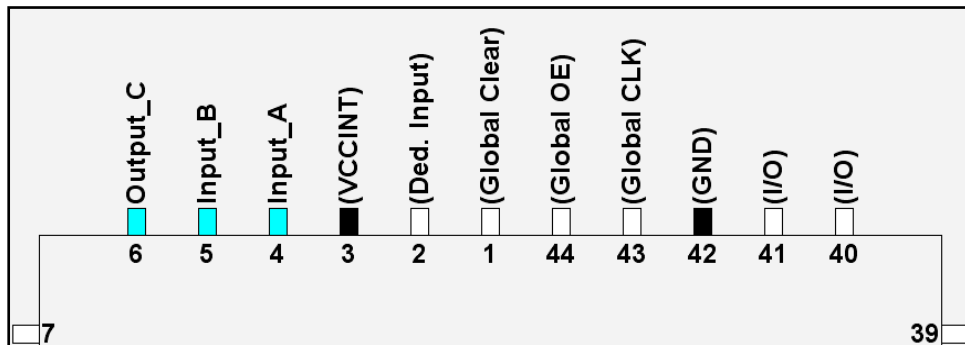
โดยในขณะนี้สามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งขาสัญญาณได้ตามต้องการ โดยใช้วิธีคลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้ที่ตำแหน่งขาสัญญาณที่ต้องการในส่วนที่เป็นสีฟ้า แล้วลากเมาส์ไปยังตำแหน่งของขาสัญญาณใหม่ในส่วนที่เป็นช่องว่างสีขาว แล้วปล่อยเมาส์ก็จะปรากฏขาสัญญาณที่ลากมาถูกเปลี่ยนมายังตำแหน่งเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 49 แสดงขั้นตอนการกำหนดคุณสมบัติของหน้าต่าง Floorplan Editor สำหรับเตรียมกำหนดขาสัญญาณ

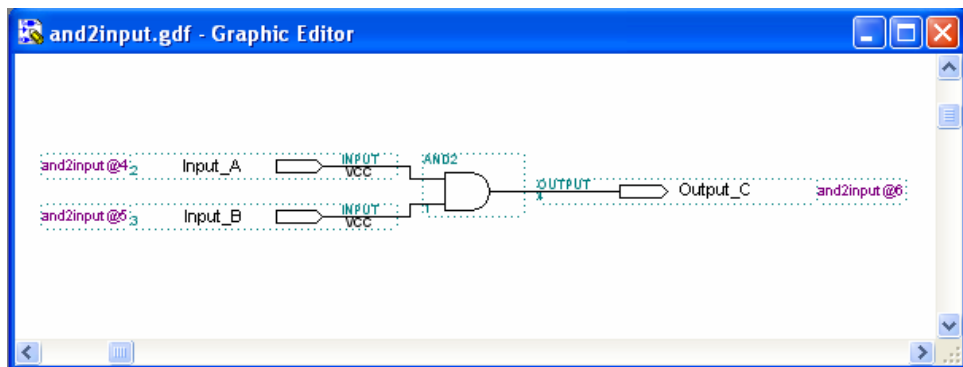


รูปที่ 50 แสดงการย้ายขาสัญญาณโดยการคลิกเมาส์ซ้ายค้าง ลากวางในตำแหน่งใหม่ที่ต้องการ



รูปที่ 51 แสดงการย้ายขาสัญญาณที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว

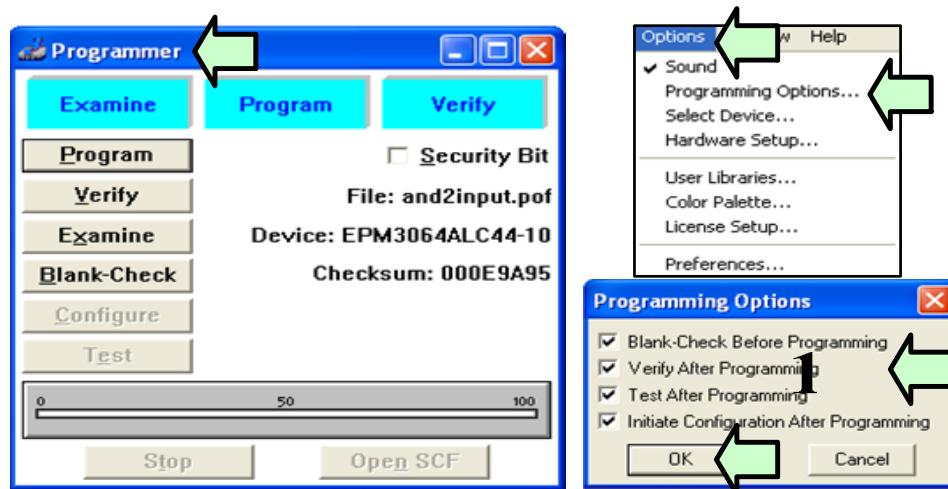
5.21 ตรวจสอบผลการกำหนดตำแหน่งขาสัญญาณใหม่จากหน้าต่าง Graphic Editor เมื่อกำหนดขาสัญญาณเรียบร้อยแล้ว ที่หน้าต่าง Graphic Editor ก็จะแสดงตำแหน่งของขาสัญญาณที่จุดเชื่อมต่อเดียวกับสายสัญญาณ เพิ่มเติมเป็นตัวอักษรสีม่วงระบุหมายเลขขาสัญญาณขึ้นมาดังรูป



รูปที่ 52 ตรวจสอบผลการกำหนดตำแหน่งขาสัญญาณใหม่จากหน้าต่าง Graphic Editor

5.22 บันทึกข้อมูลในหน้าต่าง Graphic Editor และตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งโดยใช้หน้าต่าง Compiler หลังจากย้ายตำแหน่งขาสัญญาณที่ต้องการแล้ว ให้บันทึกข้อมูล โดยคลิกที่เมนู File ⇒ Save ที่หน้าต่าง Graphic Editor แล้วดำเนินการในหน้าต่าง Compiler เหมือนในหัวข้อที่ 5.11 ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบหรือการเปลี่ยนตำแหน่งขาสัญญาณ

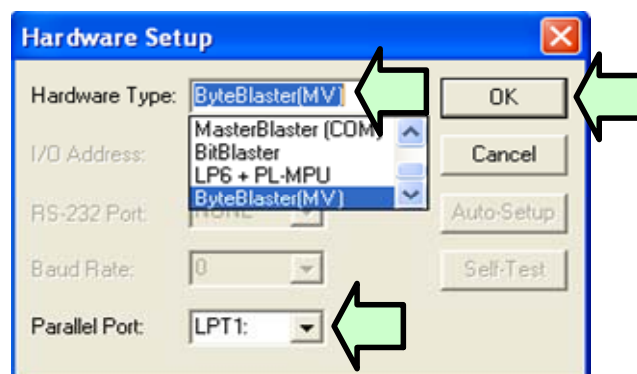
5.23 เปิดหน้าต่าง Programmer แล้วกำหนดคุณสมบัติในการโปรแกรมข้อมูล ในการโปรแกรมข้อมูลลงบนตัววงจรรวมดิจิทัล CPLD สามารถตั้งค่าคุณสมบัติเพื่อเลือกดำเนินการในส่วนต่างๆของหน้าต่าง Programmer ทำได้โดยคลิกที่เมนู MAX+PLUS II ⇒ Programmer หรือคลิกที่ไอคอน  ก็จะปรากฏหน้าต่าง Programmer ถ้าต้องการกำหนดค่าคุณสมบัติในการโปรแกรมข้อมูล ทำได้โดยคลิกที่เมนู Option ⇒ Programming Option จะปรากฏหน้าต่างของ Programming Option สามารถเลือกหัวข้อคุณสมบัติการโปรแกรมข้อมูลได้ตามต้องการ ในที่นี้เลือกใช้ทั้งหมด จากนั้นคลิกที่ปุ่ม OK ในการกำหนดคุณสมบัติจะดำเนินการในครั้งแรกเท่านั้น สามารถใช้งานได้ตลอดจนกว่าต้องการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติใหม่



รูปที่ 53 หน้าต่าง Programmer และการกำหนดคุณสมบัติในการโปรแกรมข้อมูล

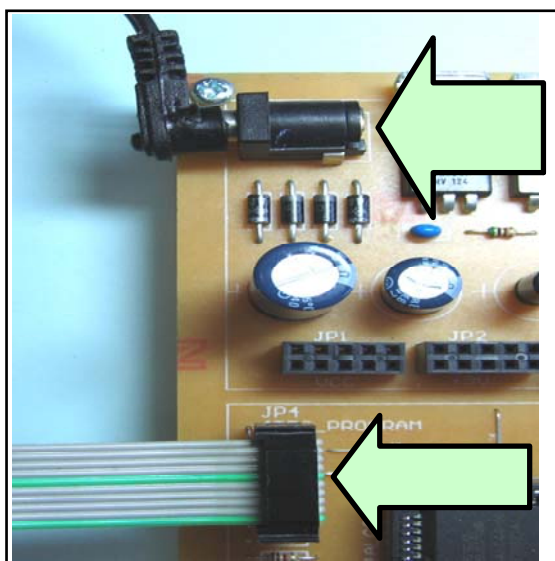
5.24 กำหนดชนิดของเครื่องโปรแกรมข้อมูลในหน้าต่าง Programmer หลังจากกำหนดคุณสมบัติในการโปรแกรมข้อมูลแล้ว ก็จะต้องเลือกชนิดของเครื่องโปรแกรม ซึ่งเป็นชื่อของเครื่องโปรแกรมวงจรรวมดิจิทัลที่ทางบริษัท ALTERA สร้างขึ้นเพื่อจำหน่ายมีอยู่หลายชนิด แต่มีอยู่ 1 ชนิดที่ท่านสามารถสร้างวงจรเครื่องโปรแกรมเองได้และการฝึกอบรมในครั้งนี้นำมาใช้งาน คือเครื่องโปรแกรม **ByteBlasterMV** เป็นเครื่องโปรแกรมที่สามารถโปรแกรมข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต Printer หรือพอร์ตขนาน ส่งข้อมูลไปยังวงจรรวมได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการถอดวงจรรวมออกจากแผ่นวงจรพิมพ์แต่อย่างใด เป็นการโปรแกรมแบบ In circuit Programming ข้อมูลของเครื่องโปรแกรมนี้หาข้อมูลเพิ่มเติมที่ www.altera.com การกำหนดชนิดของเครื่องโปรแกรมทำได้โดย คลิกที่เมนู Options⇒ Hardware Setup จะปรากฏหน้าต่าง Hardware Setup เลือกชนิดของเครื่องโปรแกรมเป็น ByteBlasterMV ตามหมายเลข 1 ที่ช่อง Parallel Port ให้เลือกใช้ช่องสัญญาณเป็น LPT1 เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK ก็จะจบขั้นตอนการกำหนดค่าต่างๆของหน้าต่าง Programmer พร้อมที่จะโปรแกรมข้อมูลลงบนตัววงจรรวมแล้ว

หมายเหตุ การกำหนดชนิดของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV จะต้องติดตั้ง Driver ให้กับระบบปฏิบัติการ Windows เสียก่อน จึงจะสามารถตั้งค่า Hardware Setup ได้



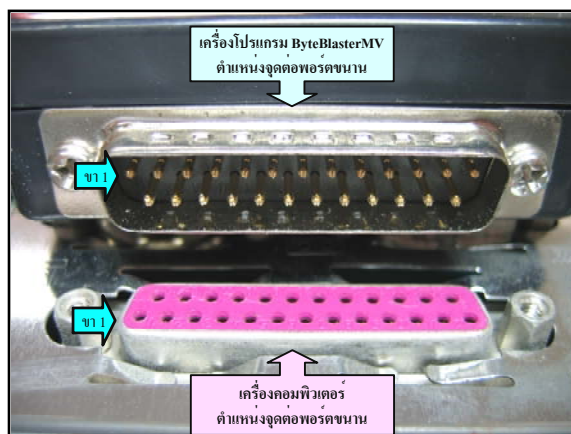
รูปที่ 54 การกำหนดชนิดของเครื่องโปรแกรมข้อมูลในหน้าต่าง Programmer

5.25 ต่อสายสัญญาณให้กับบอร์ดทดลอง CPLD นำบอร์ดทดลอง CPLD ,หม้อแปลงไฟฟ้าและสายคาวน์ โหลดโปรแกรมมาประกอบ โดยนำหม้อแปลงไปเสียบปลั๊ก สายไฟของหม้อแปลงอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับบอร์ดทดลอง CPLD ดังรูปจะสังเกตเห็นหลอดไฟ POWER LED สีเขียวที่มุมบนด้านซ้ายมือติดสว่าง แสดงว่าต่อไฟเลี้ยงให้กับบอร์ดทดลองเสร็จแล้ว จากนั้นนำสายคาวน์โหลดโปรแกรมของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ในส่วนที่เป็นแจ็คเสียบ IDC ขนาด 10 PIN ไปต่อที่ตำแหน่ง JP4 โดยสังเกตที่ขา 1 จะต้องอยู่ติดกับด้านวงจรรวม ในการติดตั้งต้องสังเกตว่ามีจุดเครื่องหมายวงกลมสีน้ำเงินบนบอร์ดทดลอง CPLD ตรงกับเครื่องหมายสามเหลี่ยมที่ติดอยู่บนแจ็คเสียบ IDC ขนาด 10 PIN

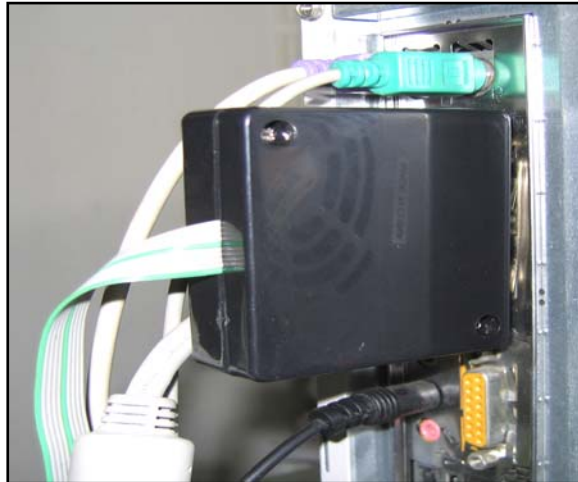


รูปที่ 55 ก่อนดำเนินการโปรแกรมข้อมูลต้องเสียบสายหม้อแปลงไฟฟ้าและสายของเครื่องโปรแกรมให้ถูกต้อง

5.26 ต่อเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ นำตัวถังของเครื่องโปรแกรมด้านที่มีจุดต่อพอร์ตขนาน เสียบเข้ากับจุดต่อพอร์ตขนานของเครื่องคอมพิวเตอร์ สังเกตว่าต้องเสียบพอร์ตขนานของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV เข้ากับพอร์ตขนานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ตำแหน่งของขา 1 ตรงกัน จึงจะสามารถเสียบพอร์ตขนานได้พอดี

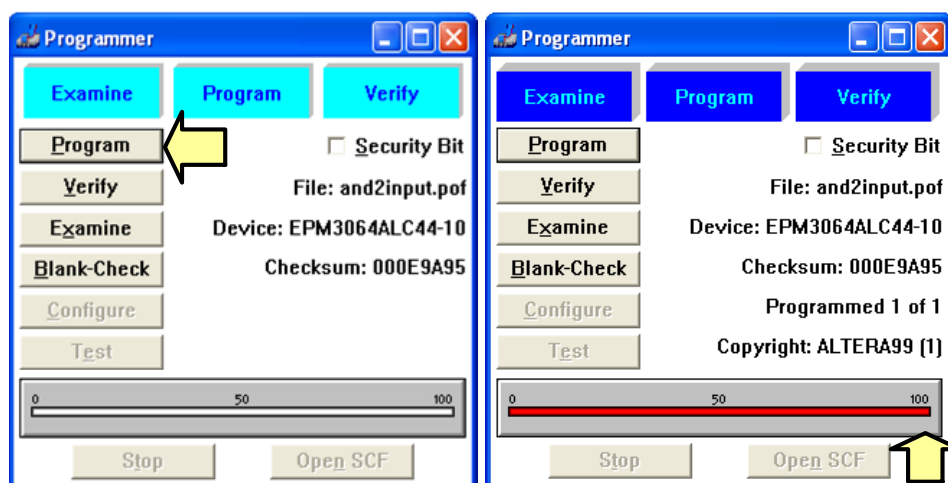


รูปที่ 56 ตำแหน่งจุดต่อพอร์ตขนานของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV และเครื่องคอมพิวเตอร์

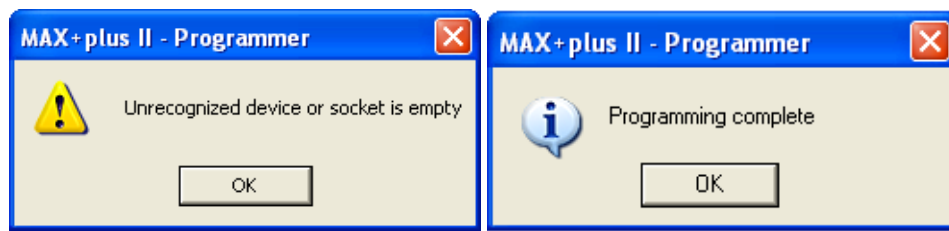


รูปที่ 57 แสดงการต่อเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว

5.27 โปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัล CPLD เมื่อต่อบอร์ดทดลองวงจรเรียบร้อยแล้ว เริ่มโปรแกรมข้อมูลโดยคลิกที่ปุ่ม Program ตามหมายเลข 1 โปรแกรมก็จะเริ่มดำเนินการ Examine ⇒ Program ⇒ Verify ตามลำดับ สังเกตจะมีหลอดไฟ LED สีแดงตัวที่อยู่ใกล้สายโปรแกรมกระพริบขณะกำลังโปรแกรมข้อมูล รอจนจบขบวนการโปรแกรมข้อมูลที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามหมายเลข 2 แล้วจะปรากฏหน้าต่างแจ้งผลการโปรแกรมข้อมูลออกมา ถ้าโปรแกรมข้อมูลได้สมบูรณ์ก็จะแสดงข้อความ Programming Complete แต่ถ้าโปรแกรมไม่ได้จะปรากฏข้อความ Unrecognized device or socket is empty หรือข้อความอื่นๆ แสดงว่าอาจยังไม่ได้ต่อแจ็ก เสียบ IDC ขนาด 10 PIN เข้ากับจุดต่อ JP4 (JTEG_PROGRAM) หรือยังไม่ได้ต่อสายไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้าเข้ากับชุดทดลองวงจรรวม CPLD หรืออาจเสียบเครื่องโปรแกรมไม่แน่น ให้ตรวจสอบอีกครั้ง แล้วจึงเริ่มดำเนินการโปรแกรมข้อมูลใหม่



รูปที่ 58 ภาพด้านซ้ายขณะยังไม่โปรแกรมข้อมูล และภาพด้านขวาขณะโปรแกรมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 59 ภาพด้านซ้ายแสดงข้อความให้ตรวจสอบอุปกรณ์และจุดต่อต่างๆและภาพด้านขวาโปรแกรมข้อมูล
สมบูรณ์แล้ว

5.28 ตัวอย่างการทดลองจริงบอร์ดทดลอง CPLD จะดำเนินงานในใบปฏิบัติงานที่ 5 ต่อไป

งานปฏิบัติที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II ได้

คำชี้แจง : ให้นักศึกษาปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอนในตารางที่ 1 เมื่อท่านปฏิบัติงานผ่านขั้นตอนในแต่ละหัวข้อให้บันทึกผลการปฏิบัติงานตามความเป็นจริงลงในช่องผลการดำเนินงาน โดยถ้าปฏิบัติงานได้ถูกต้องให้ทำเครื่องหมายถูก ☒ ในช่องถูกต้อง แต่ถ้าปฏิบัติงานได้ไม่ถูกต้องให้ทำเครื่องหมาย ☒ ในช่องไม่ถูกต้อง เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของท่าน

ตารางที่ 1 ลำดับขั้นตอนปฏิบัติงานการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ผลการดำเนินงาน	
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
1. เปิดหน้าต่างของโปรแกรม MAXPLUS II โดยดับเบิลคลิกที่ไอคอน 	☐	☐
2. สร้างไฟล์ข้อมูลขึ้นมาใหม่ โดยคลิกที่เมนู File $\Rightarrow$ New $\Rightarrow$ Graphic Editor File $\Rightarrow$ OK	☐	☐
3. ค้นหาและเลือกสัญลักษณ์วงจรดิจิทัล ดับเบิลคลิกบนพื้นที่ว่างของหน้าต่าง Graphic Editor จะปรากฏหน้าต่าง Enter Symbol	☐	☐
4. คลิกเลือกห้องสมุดสัญลักษณ์ในช่อง Symbol Libraries ที่ใดก็ได้ที่ทอริ C:\Maxplus2\max2lib\prim	☐	☐
5. ค้นหาชื่อสัญลักษณ์ and2 หมายถึง แอนด์เกต 2 อินพุต ในช่อง Symbol files:	☐	☐
6. คลิกเลือกชื่อสัญลักษณ์ and2 แล้วคลิกที่ OK วางลงบนพื้นที่ว่างของหน้าต่าง Graphic Editor	☐	☐
7. ปรากฏสัญลักษณ์ and2 ในหน้าต่าง Graphic Editor	☐	☐
8. ดับเบิลคลิกบนพื้นที่ว่างของหน้าต่าง Graphic Editor จะปรากฏหน้าต่าง Enter Symbol	☐	☐
9. คลิกเลือกห้องสมุดสัญลักษณ์ในช่อง Symbol Libraries ที่ใดก็ได้ที่ทอริ C:\Maxplus2\max2lib\prim	☐	☐
10. ค้นหาสัญลักษณ์ของ input หมายถึง สายสัญญาณเข้าหรืออินพุต ในช่อง Symbol files	☐	☐
11. คลิกเลือกชื่อสัญลักษณ์ input แล้วคลิกที่ OK วางลงบนพื้นที่ว่างของหน้าต่าง Graphic Editor	☐	☐
12. ปรากฏสัญลักษณ์ input ในหน้าต่าง Graphic Editor	☐	☐
13. ใช้วิธีหนึ่งถ้าทราบชื่อ โดยพิมพ์ชื่อสัญลักษณ์ output หมายถึงสายสัญญาณออก หรือเอาต์พุต ลงในช่อง Symbol Name: แล้วคลิกที่ OK	☐	☐
14. ปรากฏสัญลักษณ์ output ในหน้าต่าง Graphic Editor	☐	☐
15. ต่อสายสัญญาณเข้าและสัญญาณออก คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้ แล้วลากเส้นเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างสายสัญญาณของ input เชื่อมต่อกับสายสัญญาณเข้าของ and2	☐	☐

ตารางที่ 1 ลำดับขั้นตอนปฏิบัติงานการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ผลการดำเนินงาน	
	ถูกต้อง	ไม่ถูก
16. ปรากฏการเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างสายสัญญาณ input กับสายสัญญาณเข้าของ and2 ในหน้าต่าง Graphic Editor	☐	☐
17. คลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้ แล้วลากเส้นเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างสายสัญญาณของ Output เชื่อมต่อกับสายสัญญาณออกของ and2	☐	☐
18. ปรากฏการเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างสายสัญญาณ output กับสายสัญญาณออกของ and2 ในหน้าต่าง Graphic Editor	☐	☐
19. ตั้งชื่อสายสัญญาณในตำแหน่ง PIN_NAME โดยคลิกที่ PIN_NAME พิมพ์ชื่อที่ต้องการลงไป แล้วคลิกอีกหนึ่งครั้ง	☐	☐
20. ปรากฏการเปลี่ยนชื่อของสายสัญญาณ input และ output ที่แก้ไขแล้ว ในหน้าต่าง Graphic Editor	☐	☐
21. บันทึกไฟล์ข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ คลิกที่เมนู File⇒ Save หรือกด Ctrl + S	☐	☐
22. ปรากฏหน้าต่าง Save As ให้ตั้งชื่อไฟล์ที่ต้องการในช่อง File name: ในที่นี้สมมุติว่าเป็นชื่อ and2input.gdf	☐	☐
23. คลิกเลือกที่ช่อง Drives: เลือกที่ไดรฟ์ C: จากนั้นคลิกเลือกที่ช่อง Directories: เลือกที่ c:\lab และในส่วนของ Automatic Extension จะเป็นการบันทึกไฟล์ที่มีนามสกุล .gdf แล้วคลิกที่ OK	☐	☐
24. ปรากฏชื่อ and2input.gdf ที่แถบบาร์ด้านบนของโปรแกรม MAXPLUS II	☐	☐
25. กำหนดไฟล์ข้อมูลอ้างอิงสำหรับการปฏิบัติงานในโปรแกรม คลิกที่เมนู File ⇒ Project ⇒ Set Project To Current File หรือกด Ctrl+Shift+J	☐	☐
26. ปรากฏตำแหน่งของไฟล์ข้อมูลที่ไดรฟ์ C:\lab\and2input.gdf ที่แถบบาร์ด้านบนของโปรแกรม	☐	☐
27. กำหนดเบอร์ของวงจรรวมที่ต้องการ โดยคลิกที่เมนู Assign ⇒ Device จะปรากฏหน้าต่าง Device	☐	☐
28. ให้คลิกที่ Device Family เลือกตระกูลของเบอร์วงจรรวมดิจิทัล ตระกูล MAX3000A	☐	☐
29. ขกเลิกเครื่องหมายถูกที่หัวข้อ Show Only Fastest Speed Grades เพื่อแสดงเบอร์วงจรรวมทั้งหมด	☐	☐
30. เลือกที่ EPM3064ALC44-10 เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK	☐	☐

ตารางที่ 1 ลำดับขั้นตอนปฏิบัติงานการออกแบบโคไนซ์วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ผลการดำเนินงาน	
	ถูกต้อง	ไม่ถูก
31. ตรวจสอบความถูกต้องและสังเคราะห์วงจรโดยหน้าต่าง Compiler โดยคลิกที่เมนู MAX+Plus II ⇒ Compiler คลิกที่ไอคอน 	☐	☐
32. ปรากฏหน้าต่าง Compiler คลิกที่ปุ่ม START สังเกตที่แถบบาร์สีขวาจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีแดงแสดงว่ากำลังดำเนินการตั้งแต่ 0 -100 เปอร์เซ็นต์	☐	☐
33. ปรากฏหน้าต่าง Messages – Compiler แสดงข้อความออกมาเป็นจำนวน 0 Error , 0 Warnings หมายเหตุ ถ้ามีจำนวน Error และ Warning มากกว่า 0 ให้เรียกวิทยากรทันที	☐	☐
34. สร้างไฟล์ใหม่สำหรับจำลองการทำงานของระบบดิจิทัล ให้คลิกที่เมนู Files ⇒ New	☐	☐
35. เลือกที่เมนู Waveform Editor file ใช้นามสกุล .scf แล้วคลิกที่ปุ่ม OK	☐	☐
36. ปรากฏหน้าต่าง Waveform Editor ขึ้นมาใหม่สำหรับแสดงรูปคลื่นสัญญาณของระบบดิจิทัล	☐	☐
37. กำหนดค่าเวลาสิ้นสุดหรือ End Time ในการจำลองการทำงาน คลิกที่เมนู File⇒ End Time	☐	☐
38. ปรากฏหน้าต่าง End Time กำหนดค่าเวลา End Time ที่เหมาะสมคือ 1 uS	☐	☐
39. ทดลองคลิกเมาส์ซ้ายค้างที่แถบบาร์ด้านล่างของหน้าต่าง Waveform Editor ลากเมาส์ไปทางขวาสุดของหน้าต่าง ต้องพบค่าเวลาสิ้นสุดที่ 1 uS	☐	☐
40. กำหนดชื่อสายสัญญาณในหน้าต่าง Waveform Editorแบบที่ละเส้น โดยคลิกที่เมนู Node⇒ Insert Node หรือดับเบิลคลิกบริเวณพื้นที่ว่างในช่อง Name ของหน้าต่าง Waveform Editor	☐	☐
41. ปรากฏหน้าต่าง Insert Node จากนั้นให้คลิกที่ปุ่ม List	☐	☐
42. ปรากฏรายชื่อของสายสัญญาณ แสดงผลในรายการ Nodes & Groups from SNF:	☐	☐
43. เลือกสายสัญญาณที่ต้องการ ตามตัวอย่างคลิกที่ Input_A ก็จะปรากฏสายสัญญาณ Input_A ที่ช่อง Node Name แล้วคลิกที่ปุ่ม OK	☐	☐
44. ปรากฏสายสัญญาณ Input_A ในหน้าต่าง Waveform Editor	☐	☐
45. กำหนดชื่อสายสัญญาณเข้าในหน้าต่าง Waveform Editor แบบเป็นกลุ่ม คลิกที่เมนู Node ⇒ Enter Node from SNF	☐	☐
46. ปรากฏหน้าต่าง Enter Node from SNF ให้คลิกที่ปุ่ม List	☐	☐
47. ปรากฏแถบชื่อของสายสัญญาณเข้าและออกในช่อง Available Nodes & Groups	☐	☐

ตารางที่ 1 ลำดับขั้นตอนปฏิบัติงานการออกแบบโคไนซ์วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ผลการดำเนินงาน	
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
48. เลือกสายสัญญาณแบบหลายเส้น โดยคลิกเมาส์ซ้ายค้างแล้วลากเมาส์ ก็จะปรากฏแถบทึบแสงสีน้ำเงิน จากนั้นคลิกที่ปุ่มรูปลูกศร	☐	☐
49. ปรากฏชื่อของสายสัญญาณที่ถูกเลือกในช่อง Selected Nodes & Groups คลิกที่ปุ่ม OK	☐	☐
50. ปรากฏสายสัญญาณดังกล่าวบนหน้าต่าง Waveform Editor	☐	☐
51. ทดลองกำหนดขนาดความกว้างคาบเวลาในการวิเคราะห์ โดยคลิกที่เมนู Option ⇒ Grid Size	☐	☐
52. ปรากฏหน้าต่าง Grid Size ตั้งค่าขนาดช่องของคาบเวลาที่วิเคราะห์ ในที่นี้ตั้งค่า Grid Size = 50 nS	☐	☐
53. สังเกตเส้นแบ่งคาบเวลาบนหน้าต่าง Waveform Editor มีช่วงระยะห่างเท่ากับ 50 nS		
54. การกำหนดระดับลอจิกแบบครั้งละ 1 สถานะ คลิกเมาส์ซ้ายค้าง แล้วลากให้เกิดแถบทึบสีดำตามแนวคาบเวลาที่ต้องการ เลือกเฉพาะสายสัญญาณ input เท่านั้น	☐	☐
55. คลิกเลือกระดับลอจิกที่ต้องการ ในที่นี้คลิกเลือกที่ระดับลอจิก 1	☐	☐
56. มีการเปลี่ยนแปลงของระดับลอจิกในแถบทึบสีดำที่ทำการเลือกไว้ ที่ระดับลอจิก 1	☐	☐
57. การกำหนดระดับลอจิกแบบจัดกลุ่มสายสัญญาณ ใช้เมาส์คลิกเลือกสายสัญญาณที่ต้องการในช่อง NAME ถ้ากดปุ่ม Shift ค้างไว้จะเลือกสายสัญญาณได้มากกว่า 1 เส้น แล้วจะปรากฏแถบทึบสีดำตามแนวคาบเวลาทั้งหมด เลือกเฉพาะสายสัญญาณ input เท่านั้น	☐	☐
58. คลิกเมาส์ขวาจะพบหน้าต่างสำหรับแก้ไขข้อมูล ให้เลือกที่หัวข้อ Enter Group	☐	☐
59. ปรากฏหน้าต่าง Enter Group ตั้งชื่อกลุ่มที่ต้องการในช่อง Group Name ในที่นี้ชื่อว่า Input_AND	☐	☐
60. เลือกลักษณะการแสดงผลเป็นตัวเลขฐานที่ต้องการในช่อง Radix ในที่นี้เลือกแสดงผลเป็นเลขฐาน 2 (BIN) เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK	☐	☐
61. กำหนดระดับลอจิกของสายสัญญาณเข้าเป็นกลุ่ม คลิกเลือกกลุ่มสัญญาณเข้าที่ช่อง NAME จนขึ้นแถบทึบสีดำ	☐	☐
62. คลิกเมาส์ขวาจะพบหน้าต่างสำหรับแก้ไขข้อมูล เลือกที่ Overwrite ⇒ Count Value จะปรากฏหน้าต่าง Overwrite Count Value	☐	☐
63. ตั้งค่าข้อกำหนดตามที่ปรากฏคือ Count Type = Binary , Increment By = 1 , Multiplied By = 1 แล้วคลิกที่ปุ่ม OK	☐	☐

ตารางที่ 1 ลำดับขั้นตอนปฏิบัติงานการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ผลการดำเนินงาน	
	ถูกต้อง	ไม่ถูก
64. ปรากฏสายสัญญาณกลุ่ม Input_AND มีรูปสัญญาณเปลี่ยนแปลงระดับลอจิก แสดงค่าออกมาเป็นเลขฐาน 2 ที่หน้าต่าง Waveform Editor	☐	☐
65. แยกกลุ่มสายสัญญาณออกจากกัน โดยคลิกขวาที่กลุ่มสัญญาณเข้าในช่อง NAME เลื่อนเมาส์มาเลือกที่ Ungroup	☐	☐
66. ปรากฏสายสัญญาณเข้ามีรายชื่อเหมือนกับตอนก่อนการจัดกลุ่ม และระดับลอจิกเปลี่ยนแปลงตามการนับค่าเหมือนวงจรนับสัญญาณนาฬิกา จำนวน 2 บิต	☐	☐
67. บันทึกข้อมูลที่ใช้กับของหน้าต่าง Waveform Editor ใช้นามสกุล SCF โดยเข้าไปที่ File ⇒ Save ตั้งชื่อตามเดิม and2input.scf เก็บข้อมูลที่ไดร์ฟ C:\lab แล้วคลิกที่ปุ่ม OK	☐	☐
68. ปรากฏชื่อไฟล์ที่บันทึกแล้ว ในแถบบาร์ด้านบนของหน้าต่าง Waveform Editor	☐	☐
69. จำลองการทำงานโดยใช้หน้าต่าง Simulator โดยคลิกที่เมนู MAX+PLUS II ⇒ Simulator หรือคลิกที่รูปไอคอน  ก็จะปรากฏหน้าต่าง Simulator : Timing Simulation	☐	☐
70. เริ่มจำลองการทำงานโดยคลิกที่ปุ่ม Start โปรแกรมจะเริ่มดำเนินการในช่วงเวลา Start Time ถึง End Time จนเสร็จถึง 100 เปอร์เซ็นต์	☐	☐
71. ถ้าไม่มีข้อผิดพลาด ค่า Error จะเป็น 0 จากนั้นนำเมาส์ไปคลิกที่ Open SCF จะปรากฏรูปสัญญาณที่หน้าต่าง Waveform Editor หมายเหตุ ถ้ามีจำนวน Error และ Warning มากกว่า 0 ให้เรียกวิทยากรทันที	☐	☐
72. ตรวจสอบค่าหน่วยเวลาภายในระบบโดยใช้หน้าต่าง Timing Analyzer คลิกที่เมนู MAX+PLUS II ⇒ Timing Analyzer หรือคลิกที่รูปไอคอน  ก็จะปรากฏหน้าต่าง Timing Analyzer	☐	☐
73. เลือกการวิเคราะห์แบบ Delay Matrix จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Start โปรแกรมก็จะเริ่มดำเนินการจนเสร็จแจ้งผลการทำงานให้ทราบในตาราง Delay Matrix	☐	☐
74. ตรวจสอบขาของวงจรรวมดิจิทัลจากหน้าต่าง Floorplan Editor โดยคลิกที่เมนู MAX+PLUS II ⇒ Floorplan Editor หรือคลิกที่รูปไอคอน  จะปรากฏหน้าต่าง Floorplan Editor	☐	☐
75. เปลี่ยนโหมดการแสดงผลได้โดยการดับเบิลคลิกในหน้าต่าง Floorplan Editor	☐	☐
76. กำหนดขาสัญญาณของวงจรรวมที่ต้องการนำไปใช้งานจริง เปิดหน้าต่าง Floorplan Editor	☐	☐
77. เลือกการแสดงผลในโหมด Device View โดยคลิกที่เมนู Layout ⇒ Device View	☐	☐
78. เลือกการแสดงผลข้อมูลครั้งสุดท้าย โดยคลิกที่เมนู Layout ⇒ Last Compilation Floorplan	☐	☐

ตารางที่ 1 ลำดับขั้นตอนปฏิบัติงานการออกแบบโคไนซ์วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ผลการดำเนินงาน	
	ถูกต้อง	ไม่ถูก
79. วิธีย้ายขาสัญญาณบนหน้าต่าง Floorplan Editor คลิกที่เมนู Layout ⇨ Current Assignments Floorplan สังเกตว่าตำแหน่งขาสัญญาณที่ถูกกำหนดขึ้นหายไป และปรากฏรายการของขาสัญญาณอยู่ในหน้าต่าง Unassigned Node & Pin	☐	☐
80. คลิกที่เมนู Assign ⇨ Back-Annotate Project จะปรากฏหน้าต่าง Back-Annotate Project	☐	☐
81. คลิกเลือกที่ Chip, Logic Cell, Pin & Device แล้วคลิก OK เพื่อให้โปรแกรมแสดงภาพขาสัญญาณจากการแปลข้อมูลในหน้าต่าง Compiler อีกครั้ง	☐	☐
82. หมายเหตุ ถ้ามีจำนวน Error และ Warning มากกว่า 0 ให้เรียกวิทยากรทันที		
83. เคลื่อนย้ายตำแหน่งขาสัญญาณ โดยคลิกเมาส์ซ้ายค้างไว้ที่ตำแหน่งขาสัญญาณในส่วนที่ขาสี่ขา แล้วลากเมาส์ไปยังตำแหน่งขาสัญญาณใหม่ที่ขาสี่ขา แล้วปล่อยเมาส์ จะปรากฏขาสัญญาณที่ลากถูกเปลี่ยนมายังตำแหน่งใหม่	☐	☐
84. ย้ายขาสัญญาณโดยให้สายสัญญาณ input_A = ขา 4 , input_B = ขา 5 , output_C = ขา 6	☐	☐
85. ตรวจสอบผลการกำหนดตำแหน่งขาสัญญาณใหม่จากหน้าต่าง Graphic Editor แสดงตำแหน่งขาสัญญาณที่จุดเชื่อมต่อเดียวกับสายสัญญาณเพิ่มเติมเป็นตัวอักษรสีม่วงระบุหมายเลขขาสัญญาณ	☐	☐
86. บันทึกข้อมูลในหน้าต่าง Graphic Editor และตรวจสอบอีกครั้งโดยใช้หน้าต่าง Compiler	☐	☐
87. เปิดหน้าต่าง Programmer แล้วกำหนดคุณสมบัติในการโปรแกรมข้อมูล ทำได้โดยคลิกที่เมนู MAX+PLUS II ⇨ Programmer หรือคลิกที่ไอคอน  ปรากฏหน้าต่าง Programmer	☐	☐
88. กำหนดคุณสมบัติในการโปรแกรมข้อมูล ทำได้โดยคลิกที่เมนู Option ⇨ Programming Option	☐	☐
89. ปรากฏหน้าต่างของ Programming Option เลือกหัวข้อคุณสมบัติการโปรแกรมข้อมูลได้ตามต้องการ ในที่นี้เลือกใช้ทั้งหมด จากนั้นคลิกที่ปุ่ม OK	☐	☐
90. กำหนดชนิดของเครื่องโปรแกรมข้อมูลในหน้าต่าง Programmer คลิกที่เมนู Options ⇨ Hardware Setup จะปรากฏหน้าต่าง Hardware Setup	☐	☐
91. เลือกชนิดของเครื่องโปรแกรมเป็น ByteBlasterMV ที่ช่อง Parallel Port ให้เลือกใช้ช่องสัญญาณเป็น LPT1 เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK	☐	☐

ตารางที่ 1 ลำดับขั้นตอนปฏิบัติงานการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II (ต่อ)

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ผลการดำเนินงาน	
	ถูกต้อง	ไม่ถูก
92. ต่อสายสัญญาณให้กับบอร์ดทดลอง CPLD นำสายคาวาน์โฮลด์โปรแกรมของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ในส่วนที่เป็นแจ็คเสียบ IDC ขนาด 10 PIN ไปต่อที่ตำแหน่ง JP4 โดยสังเกตที่ขา 1 จะต้องอยู่ติดกับด้านวงจรรวม	☐	☐
93. นำหม้อแปลงไปเสียบปลั๊ก สายไฟของหม้อแปลงอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับบอร์ดทดลอง CPLD โดยเสียบจุดต่อที่ JACK DC สังเกตหลอดไฟ POWER LED สีเขียวที่มุมบนด้านซ้ายมือติดสว่าง	☐	☐
94. ต่อเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ เสียบพอร์ตนานของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV เข้ากับพอร์ตนานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ตำแหน่งของขา 1 ตรงกัน	☐	☐
95. โปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัล CPLD โดยคลิกที่ปุ่ม Program โปรแกรมก็จะเริ่มดำเนินการ Examine ⇒ Program ⇒ Verify ตามลำดับ จะมีหลอดไฟ LED สีแดงตัวที่อยู่ใกล้สายโปรแกรมกระพริบขณะกำลังโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวม	☐	☐
96. โปรแกรมข้อมูลได้สมบูรณ์ก็จะแสดงข้อความ Programming Complete หมายเหตุ ถ้ามี Error อื่นๆ ให้เรียกวิทยากรทันที	☐	☐

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะจากการปฏิบัติงาน

.....

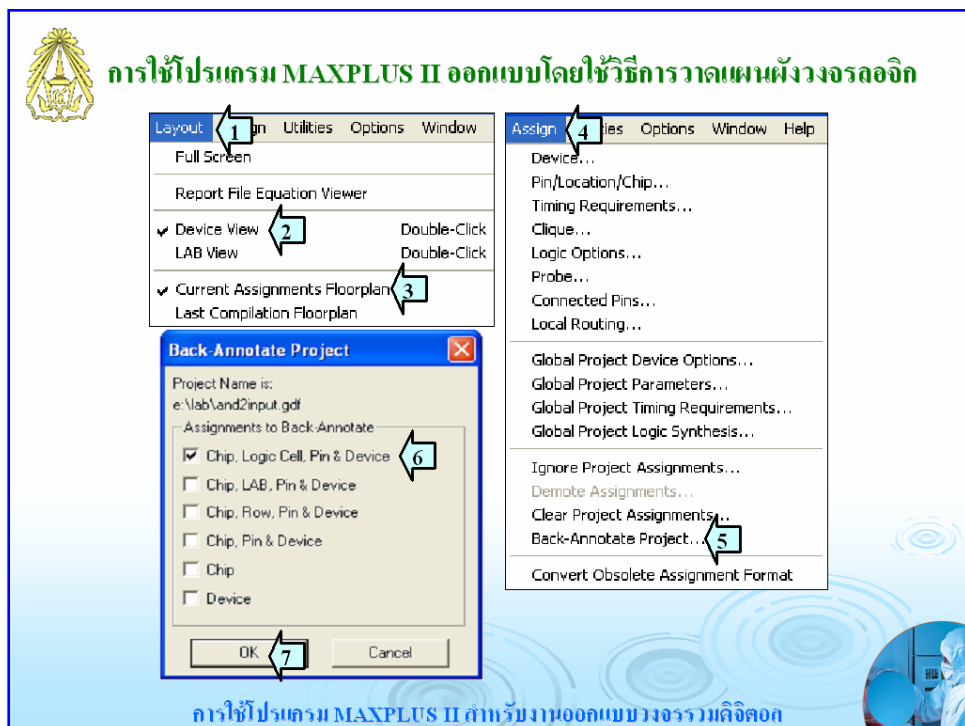
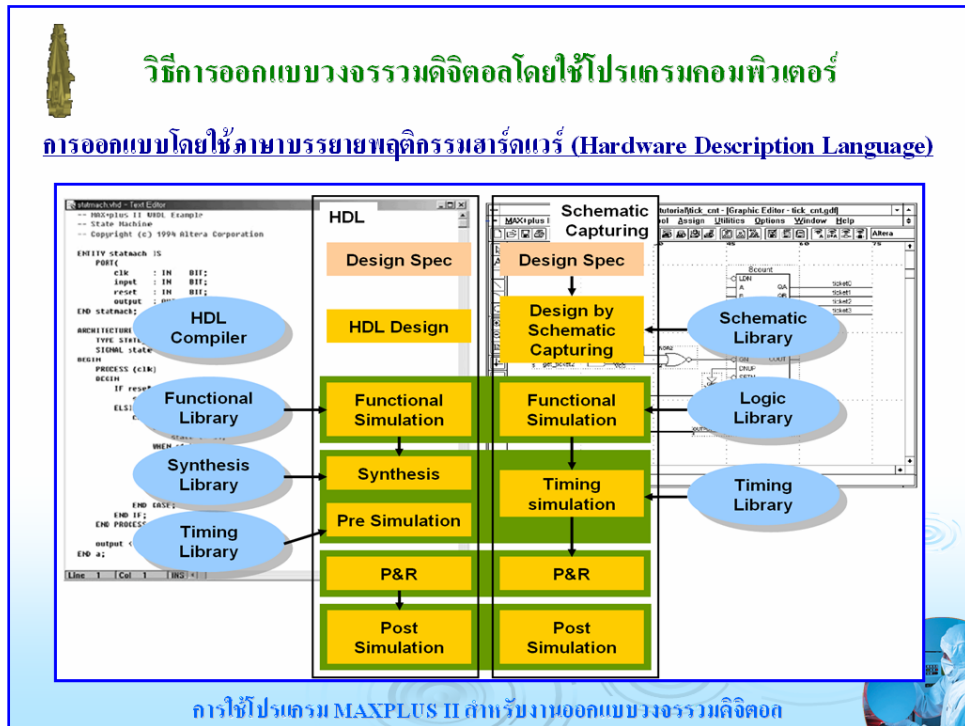
.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างสื่อการนำเสนอด้วยโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างการศึกษา ๒๒๒ บทที่ ๔

คำชี้แจง แบบทดสอบมีทั้งหมด 12 ข้อ ใช้เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบ ☐ ในหัวข้อคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลแบบใด ไม่ใช่วิธีการออกแบบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
 - ก. การออกแบบโดยใช้สมการบูลีน (Designing with Boolean Equations)
 - ข. การออกแบบโดยใช้ตารางความเป็นจริง (True Table)
 - ค. การออกแบบโดยใช้การวาดแผนผังวงจรลอจิก(Schematic-base Design)
 - ง. การออกแบบโดยใช้ภาษาบรรยายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์ (Hardware Description Language)
2. วิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลแบบใด ไม่สามารถนำมาใช้ในกับโปรแกรม MAXPLUS II ได้
 - ก. การออกแบบโดยใช้สมการบูลีน (Designing with Boolean Equations)
 - ข. การออกแบบโดยใช้การวาดแผนผังวงจรลอจิก(Schematic-base Design)
 - ค. การออกแบบโดยใช้ภาษาบรรยายพฤติกรรมฮาร์ดแวร์ (Hardware Description Language)
 - ง. ผิดทุกข้อ
3. การเลือกวิธีการออกแบบวงจรรวมดิจิทัลมีข้อแนะนำข้อใดแนะนำที่ดีที่สุด
 - ก. ควรเลือกวิธีการออกแบบที่มีความชำนาญของผู้ออกแบบมากที่สุด
 - ข. ควรเลือกวิธีการออกแบบตามความต้องการของผู้ออกแบบ
 - ค. ควรเลือกวิธีการออกแบบที่เหมาะสมกับความจุของวงจรรวมดิจิทัล
 - ง. ผิดทุกข้อ
4. การตรวจสอบผลการออกแบบและสังเคราะห์วงจรดิจิทัล มีความหมายตรงกับข้อใด
 - ก. ตรวจสอบผลการกำหนดเบอร์ของวงจรรวมลงในโปรแกรม
 - ข. ตรวจสอบผลการโปรแกรมข้อมูลลงในวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ที่ต้องการ
 - ค. ตรวจสอบการจำลองผลการทำงานโดยอาศัยการวิเคราะห์รูปคลื่นสัญญาณ
 - ง. ตรวจสอบผลการออกแบบตามมาตรฐานการออกแบบที่กำหนดไว้ของโปรแกรม
5. หน้าต่าง Graphic Editor ทำหน้าที่อะไร ในโปรแกรม MAXPLUS II
 - ก. หน้าต่างทำหน้าที่สร้างสัญลักษณ์ของวงจรดิจิทัลเพิ่มเติม
 - ข. หน้าต่างทำหน้าที่แสดงลำดับขั้นตอนการออกแบบวงจรดิจิทัล
 - ค. หน้าต่างทำหน้าที่ดำเนินการออกแบบโดยวิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิก
 - ง. หน้าต่างทำหน้าที่ดำเนินการออกแบบในลักษณะการเขียนเป็นภาษาบรรยายพฤติกรรมการทำงาน
6. หน้าต่างงานย่อยส่วนใด ที่ใช้ในการค้นหาสัญลักษณ์ของวงจรดิจิทัลที่เก็บอยู่ในกลุ่มห้องสมุดสัญลักษณ์ของโปรแกรม MAXPLUS II
 - ก. หน้าต่าง New Symbol
 - ข. หน้าต่าง Enter Symbol
 - ค. หน้าต่าง Input Symbol
 - ง. หน้าต่าง Symbol Editor

7. หลังจากตรวจสอบความถูกต้องและสังเคราะห์วงจรโดยหน้าต่าง Compiler ไฟล์นามสกุลใด ที่จะนำไปโปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัล
 - ก. ไฟล์นามสกุล .cnt
 - ข. ไฟล์นามสกุล .rpt
 - ค. ไฟล์นามสกุล .snf
 - ง. ไฟล์นามสกุล .pof
8. การกำหนดสายสัญญาณเข้าในหน้าต่าง Waveform Editor แบบเป็นกลุ่ม จะดำเนินงานในหน้าต่างงานใด
 - ก. หน้าต่างย่อย Edit Node
 - ข. หน้าต่างย่อย Insert Node
 - ค. หน้าต่างย่อย Enter Group
 - ง. หน้าต่างย่อย Enter Node from SNF
9. นามสกุลของไฟล์ข้อมูลที่ใช้บันทึกการจำลองผลการทำงานในหน้าต่าง Waveform Editor คือข้อใด
 - ก. ไฟล์นามสกุล .rpt
 - ข. ไฟล์นามสกุล .scf
 - ค. ไฟล์นามสกุล .snf
 - ง. ไฟล์นามสกุล .pof
10. หน้าต่าง Floorplan Editor ในโหมดการแสดงผลใด จะแสดงผลอ้างอิงจากตัวถังวงจรรวมที่ใช้งานจริง
 - ก. โหมดการแสดงผล LAB View
 - ข. โหมดการแสดงผล PIN View
 - ค. โหมดการแสดงผล Device View
 - ง. โหมดการแสดงผล Package View
11. ถ้าต้องการกำหนดค่าคุณสมบัติต่างๆในการ โปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวม ท่านจะเข้าไปกำหนดได้ที่เมนูใดของหน้าต่าง Programmer
 - ก. คลิกที่เมนู Option ⇒ Preferences
 - ข. คลิกที่เมนู Option ⇒ Select Device
 - ค. คลิกที่เมนู Option ⇒ Hardware Setup
 - ง. คลิกที่เมนู Option ⇒ Programming Option
12. จุดต่อสายบนบอร์ดทดลอง CPLD ที่จุดต่อใด คือตำแหน่งเสียบสายคาน์โหนดของเครื่องโปรแกรม
 - ก. ที่ตำแหน่ง JP 3GND
 - ข. ที่ตำแหน่ง JP4 JTEG_PROGRAM
 - ค. ที่ตำแหน่ง JP5 CK/OE
 - ง. ที่ตำแหน่ง JP6 I/O PORT

กระดาษคำตอบแบบทดสอบบทที่ 4

ชื่อ-นามสกุล

คะแนน

สถานที่ทำงานหรือสถานศึกษา.....

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.	ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.
1.					21.				
2.					22.				
3.					23.				
4.					24.				
5.					25.				
6.					26.				
7.					27.				
8.					28.				
9.					29.				
10.					30.				
11.					31.				
12.					32.				
13.					33.				
14.					34.				
15.					35.				
16.					36.				
17.					37.				
18.					38.				
19.					39.				
20.					40.				

แบบทดสอบงานปฏิบัติที่ 4

ขั้นตอนการออกแบบโดยใช้วิธีการวาดแผนผังวงจรลอจิกในโปรแกรม MAXPLUS II

คำชี้แจง กำหนดให้วิทยากรประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในแต่ละท่านตามหัวข้อที่แนะนำ ดังนี้

ระดับคะแนน ได้คะแนน 5 คือ ทำได้ถูกต้องทั้งหมด

4 คือ ทำได้ถูกต้องแต่มีข้อแก้ไขบางส่วน

3 คือ ทำได้ถูกต้องปานกลางมีข้อซักถามบ่อยครั้ง

2 คือ ทำได้บ้างต้องแนะนำเกือบทุกขั้นตอน

1 คือ ทำไม่ได้เลย

ลำดับหัวข้อที่วิทยากรต้องประเมินผล	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. สร้างไฟล์ข้อมูลขึ้นมาใหม่ที่หน้าต่าง Graphic Editor ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
2. เปิดหน้าต่าง Enter Symbol ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
3. เลือกสัญลักษณ์ AND2 และขาสัญญาณเข้า-ออกลงบนพื้นที่ว่างของหน้าต่าง Graphic Editor ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
4. เชื่อมต่อสายสัญญาณเข้าและสัญญาณออกในวงจรได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
5. บันทึกไฟล์ข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
6. กำหนดไฟล์ข้อมูลอ้างอิงสำหรับการปฏิบัติงานในโปรแกรม ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
7. กำหนดเบอร์ของวงจรรวม โดยใช้วงจรรวมดิจิทัลเบอร์ EPM3064ALC44-10	☐	☐	☐	☐	☐
8. ตรวจสอบความถูกต้องและสังเคราะห์วงจรโดยหน้าต่าง Compiler ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
9. สร้างไฟล์ใหม่สำหรับจำลองการทำงานของระบบดิจิทัลได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
10. การกำหนดสายสัญญาณเข้าในหน้าต่าง Waveform Editor แบบครั้งละ 1 สถานะได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
11. การกำหนดสายสัญญาณเข้าในหน้าต่าง Waveform Editor แบบจัดกลุ่มสายสัญญาณได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
12. บันทึกข้อมูลที่ใช้กับของหน้าต่าง Waveform Editor ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
13. จำลองการทำงานโดยใช้หน้าต่าง Simulator ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐

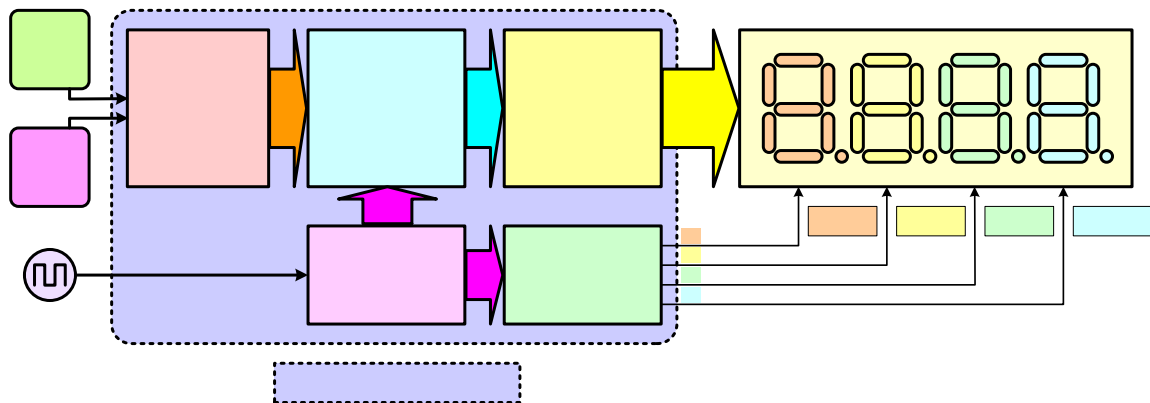
ลำดับหัวข้อที่วิทยากรต้องประเมินผล	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
14. ตรวจสอบค่าหน่วยเวลาภายในระบบดิจิทัลโดยใช้หน้าต่าง Timing Analyzer ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
15. ตรวจสอบขาของวงจรรวมดิจิทัลในหน้าต่าง Floorplan Editor โหมด LAB View ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
16. ตรวจสอบขาของวงจรรวมดิจิทัลในหน้าต่าง Floorplan Editor โหมด Device View ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
17. กำหนดขาสัญญาณของวงจรรวมที่ต้องการนำไปใช้งานจริงได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
18. ตรวจสอบผลการกำหนดตำแหน่งขาสัญญาณใหม่จากหน้าต่าง Graphic Editor ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
19. เปิดหน้าต่าง Programmer แล้วกำหนดคุณสมบัติในการโปรแกรมข้อมูลได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
20. กำหนดชนิดของเครื่องโปรแกรม ByteBlasterMV ในหน้าต่าง Programmer ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
21. ต่อสายสัญญาณให้กับบอร์ดทดลอง CPLD และเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
22. โปรแกรมข้อมูลลงบนวงจรรวมดิจิทัล CPLD ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
ผลคะแนนรวม =	คะแนน				

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์การปฏิบัติงาน

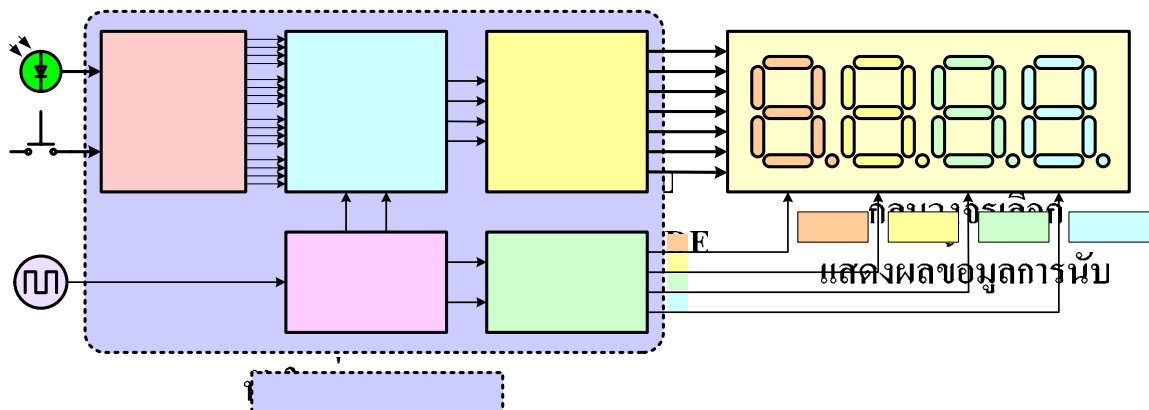
คำชี้แจง ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทดสอบการออกแบบวงจรดิจิทัลลงในโปรแกรม MAXPLUS II

ให้เวลาในการดำเนินงาน 20 นาที

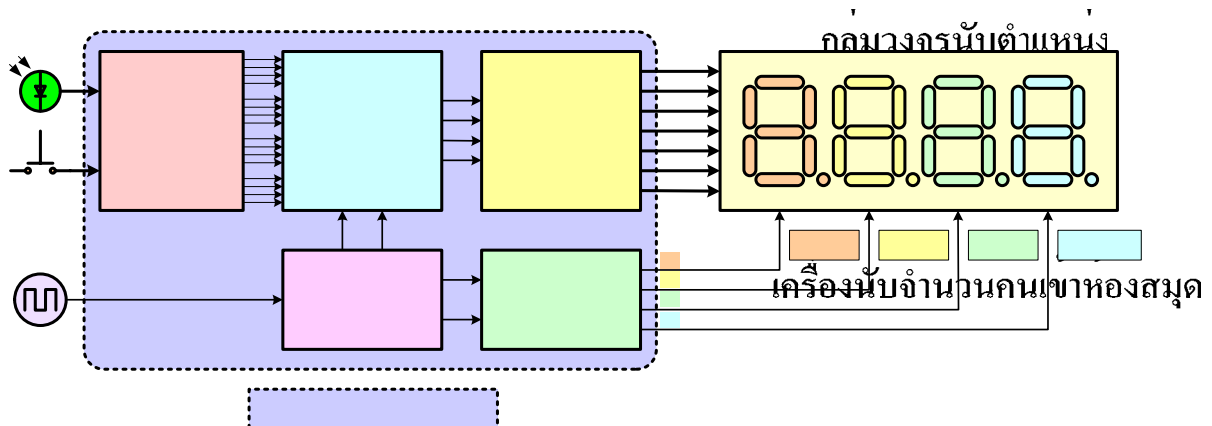
คำสั่ง กำหนดให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมวาดวงจรนับจำนวนคนเข้าห้องสมุดลงในโปรแกรม MAXPLUS II



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องนับจำนวนคนเข้าห้องสมุด



รูปที่ 2 วิเคราะห์สายสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างบล็อกไดอะแกรม



รูปที่ 3 วิเคราะห์วงจรดิจิทัลที่เหมาะสมระบุลงในบล็อกไดอะแกรม

กลุ่มวงจรแสดง
รหัส BCD
เป็น 7-Segm

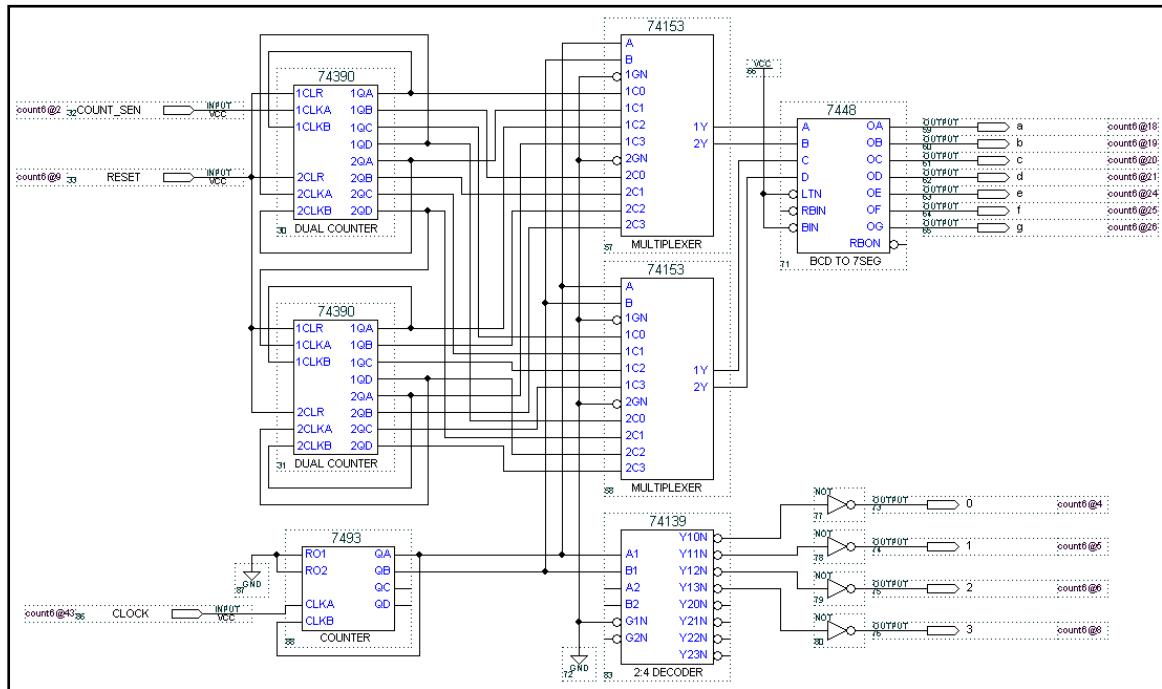
กลุ่มวงจรนับ
หลักตัวเลขแต่ละ

กลุ่มวงจรนับ

กลุ่มวงจรแสดง

1. ให้ท่านวาดวงจรนับจำนวนคนเข้าห้องสมุด กำหนดเบอร์วงจรดิจิทัลและชื่อสายสัญญาณตามรูป ลงในหน้าต่าง Graphic Editor ของโปรแกรม MAXPLUS II

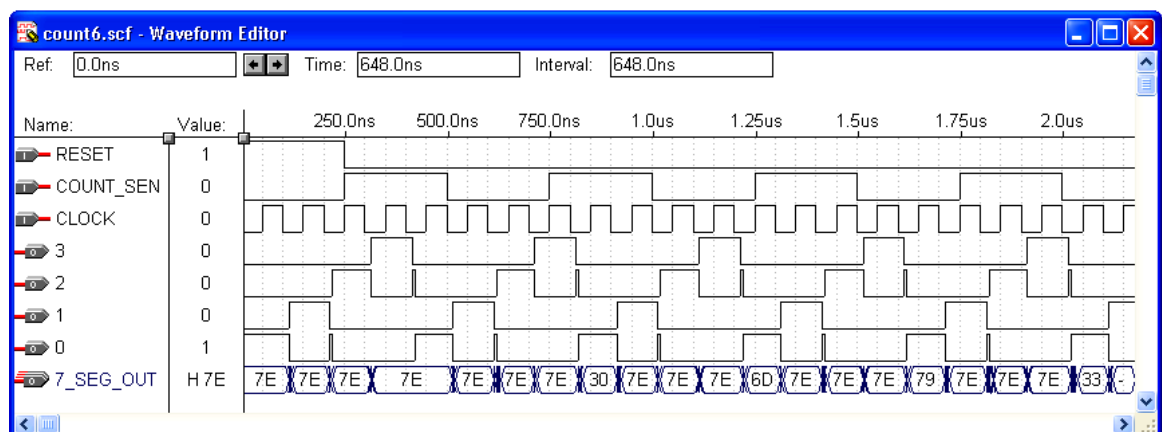
หมายเหตุ เมื่อวาดวงจรเสร็จแล้ว โปรดเรียกวิทยากรเข้าไปตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 4 เครื่องนับจำนวนคนเข้าห้องสมุด

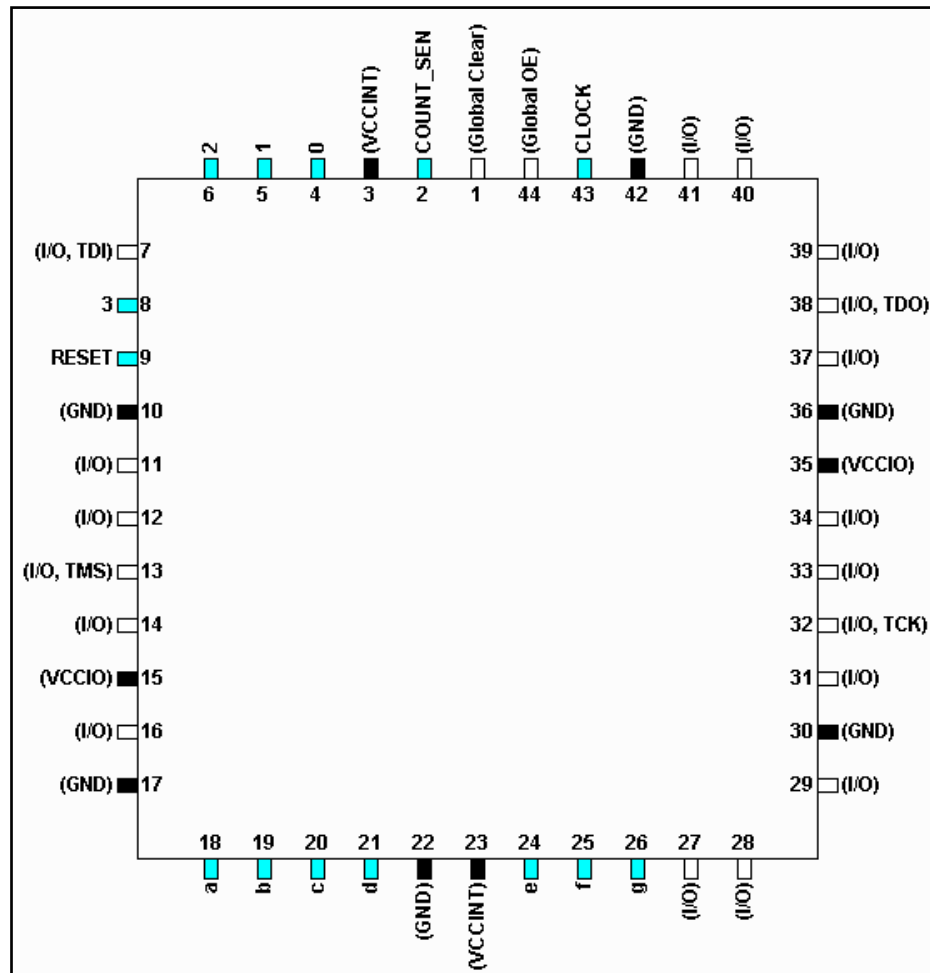
2. ให้ท่านทดลองผลการจำลองการทำงานในหน้าต่าง Waveform Editor

หมายเหตุ เมื่อจำลองผลการทำงานเสร็จแล้ว โปรดเรียกวิทยากรเข้าไปตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 2 ผลจำลองการทำงานของวงจรเครื่องนับจำนวนคนเข้าห้องสมุด

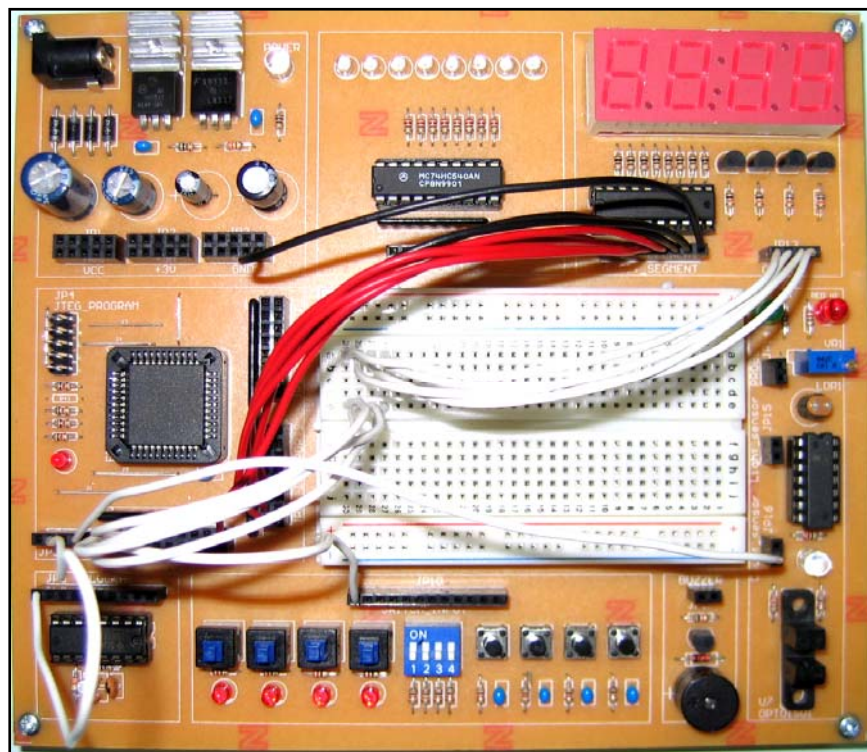
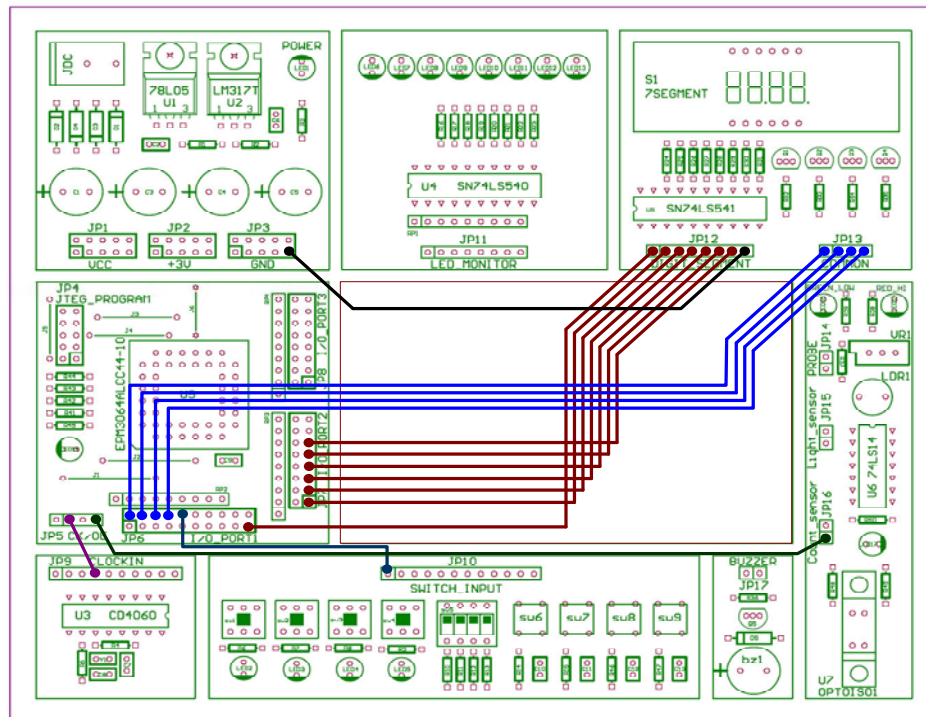
3. ให้ท่านกำหนดตำแหน่งขาสัญญาณของวงจรรวมคิจิตอลเบอร์ EPM3064ALC44-10 ดังรูป
หมายเหตุ เมื่อกำหนดตำแหน่งขาสัญญาณตามรูปเสร็จแล้ว โปรดเรียกวิทยากรเข้าไปตรวจสอบความถูกต้อง



รูปที่ 3 การกำหนดขาวงจรรวมตามความต้องการของผู้ออกแบบ ในหน้าต่าง Floorplan Editor

4. ต่อวงจรในบอร์ดทดลอง CPLD ดังรูป

หมายเหตุ เมื่อต่อวงจรในบอร์ดทดลอง CPLD ตามรูปเสร็จแล้ว โปรดเรียกวิทยากรเข้าไปตรวจสอบความถูกต้อง



แบบทดสอบงานปฏิบัติวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม

คำชี้แจง กำหนดให้วิทยากรประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในแต่ละท่านตามหัวข้อที่แนะนำดังนี้

- ระดับคะแนน** ได้คะแนน 5 คือ ทำได้ถูกต้องทั้งหมด
 4 คือ ทำได้ถูกต้องแต่มีข้อแก้ไขบางส่วน
 3 คือ ทำได้ถูกต้องปานกลางมีข้อซักถามบ่อยครั้ง
 2 คือ ทำได้บ้างต้องแนะนำเกือบทุกขั้นตอน
 1 คือ ทำไม่ได้เลย

ลำดับหัวข้อที่วิทยากรต้องประเมินผล	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. วาดวงจรนับจำนวนคนเข้าห้องสมุด กำหนดเบอร์วงจรดิจิทัลและชื่อสายสัญญาณตามรูปได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
2. ทดลองผลการจำลองการทำงานในหน้าต่าง Waveform Editor ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
3. กำหนดตำแหน่งขาสัญญาณของวงจรรวมดิจิทัลเบอร์ EPM3064ALC44-10 ได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
4. ต่อวงจรลงในบอร์ดทดลอง CPLD ดังรูปได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
5. ทดลองผลการทำงานได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
ผลคะแนนรวม = คะแนน					

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นาย ชัยสิทธิ์ แก้วจรรยา

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องการใช้โปรแกรม Maxplus II
สำหรับงานออกแบบวงจรรวมดิจิทัล

สาขาวิชา : ไฟฟ้า

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2519 ภูมิลำเนาอยู่ที่ 49/6 หมู่ 2 ต. สามโคก อ. สามโคก จ. ปทุมธานี 12160 ข้าพเจ้าทราบดีว่าตนเองชอบประดิษฐ์คิดค้นในงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ มาตั้งแต่ยังเด็กๆ ต้องขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดาที่สนับสนุนให้ข้าพเจ้าได้เรียนในสายงาน อาชีพ ถึงแม้ว่าข้าพเจ้าเรียนไม่เก่ง แต่ยังคงคิดว่า ถ้าเราพยายามค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ จะทำให้ข้าพเจ้ามีความรู้ ความสามารถที่ไม่แพ้คนที่เรียนเก่งได้เช่นกัน ดังนั้นจึงขอให้เพื่อนๆ หรือรุ่นน้องที่ได้หยิบชมวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า มีความพยายามจนประสบความสำเร็จในชีวิตต่อไป...

ประวัติการศึกษา

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี

ระดับปริญญาตรี สาขาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งช่างเทคนิค แผนกควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติและเครื่องบัดกรีแบบ Wave (AI and wave Soldering) บริษัท Sanmina-SCI จำกัด

ตำแหน่งช่างเทคนิค แผนกทดสอบชิ้นงานอิเล็กทรอนิกส์ (TEST) บริษัท SVI จำกัด

ตำแหน่งอาจารย์ แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา

ตำแหน่งอาจารย์ สาขาวิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ จ.ชลบุรี (ปัจจุบัน)