



ภาควิชาวิศวกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรก สถาบันเทคโนโลยีพระ  
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
KMUTL's E-Learning on Digital Circuit and Logic Design

ชื่อนักศึกษา 1. นายวีระพันธ์ อยู่เสี่ยม รหัสประจำตัว 46035595  
2. นายวีระศักดิ์ หาญวิเศษมงคล รหัสประจำตัว 46035596

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พิชญ์สินี มะโน  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.กิติพงศ์ มะโน

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. ผศ.สุรสิทธิ์ รัตรี	
2. อาจารย์พิชญ์สินี มะโน	
3. ผศ.กิติพงศ์ มะโน	
4. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
5. อาจารย์อำพล ทองระอา	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 เวลา 09.45 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ รัตรี)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



<BT4710352>

บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรก  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ปริญญานิพนธ์

บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**KMITL's E-LEARNING ON DIGITAL CIRCUIT AND**

**LOGIC DESIGN**



นายวีระพันธ์ อยู่เสงี่ยม  
นายวีระศักดิ์ หาญวิเศษมงคล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

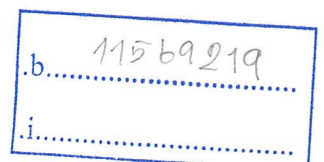
ปีการศึกษา 2547

๒๗.

๗ ๘๔๖๓.

๒๕๔๗

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....**59485**  
วัน,เดือน,ปี..... 6 ส.ย. 2549



## ปริญญานิพนธ์

เรื่อง บทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
KMITL's E-Learning on Digital Circuit and Logic Design

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการใช้ระบบบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง
2. เพื่อออกแบบบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรก
3. เพื่อสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรก
4. เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรก
5. เพื่อนำบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สื่อสำหรับการเรียนการสอนวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรรวม
2. ได้รับความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม Flash MX และโปรแกรมนำเสนออื่นๆ
3. ช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมสื่อการเรียนการสอนวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรก
4. สามารถใช้งานกับระบบอี-เลิร์นนิ่งของ คณะครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5. นำบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและตรรกที่สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

# I

ชื่อหัวข้อ	บทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก	
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
นักศึกษา	นายวีระพันธ์	อยู่เสงี่ยม
	นายวีระศักดิ์	หาญวิเศษมงคล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พิชญ์สินี	มะโน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.กิติพงศ์	มะโน
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2547	

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และพัฒนาบทเรียนอี - เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

วิธีการดำเนินการวิจัย กลุ่มผู้วิจัยได้สร้าง บทเรียนอี - เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ โดยมีเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน โดยจะใช้โปรแกรม Flash MX ในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้ ประกอบกับบทเรียนอี - เลิร์นนิ่ง มีการโต้ตอบกับผู้เรียน มีภาพ และสื่อช่วยกระตุ้นให้บทเรียนมีความน่าสนใจ รวมถึงมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึก ทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในส่วนของเนื้อหา ได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับ ดี ( $\bar{X} = 3.87$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับ ดี ( $\bar{X} = 4.45$ )

## II

<b>Thesis Title</b>	KMITL's E-Learning on Digital Circuit and Logic Design	
<b>Students</b>	Mr. Weerapan	Yousa-ngiam
	Mr. Weerasak	Hanvisedmongkol
<b>Advisor</b>	Ms. Pitsini	Mano
<b>Co-Advisor</b>	Assist. Prof. Kitipong	Mano
<b>Education Level</b>	Bachelor of Science in Industrial Education	
<b>Program in</b>	Electronics and Computer	
<b>Academic Year</b>	2004	

### ABSTRACT

The purposes of this research were to designing and develop the KMITL's E-Learning on Digital Circuit and Logic Design 1.

The research was conducted by the researcher to develop the E-Learning on Digital Circuit and Logic Design of five unit witch consisted of the content lesson and exercises. The Flash MX program has to designing and develop a content. Due to this program is able to make an animation graphics and the E-Learning lesson has respond with learners by color pictures to stimulate the student examination and has a lesson for the learners to make this lesson interesting and high efficiency. The content and the produce are evaluate form the quality of the content is good ( $\bar{X} = 3.87$ ) and the qualifier of the produce is good ( $\bar{X} = 4.45$ )

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์พิชญ์สินี มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์และผศ. กิติพงษ์ มะโน อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ร่วม รวมทั้งอาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางรวมทั้งแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ จนปริญญาานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาบทเรียนให้มีคุณภาพ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สำนักหอสมุดกลาง และสำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ที่อำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูลสุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย	3
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 หลักสูตรวิชา การออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก	4
2.2 บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	7
2.3 เครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	18
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	24
3.1 กล่าวนำ	24
3.2 การสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก	24
3.3 การสร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียนวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก	43
3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบ วงจรดิจิทัลและวงจรตรรก	50
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	55
4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล	55
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	55
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	56
4.4 ผลการพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	60

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป	61
5.1 สรุปผลการวิจัย	61
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	61
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ	62
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	64
ภาคผนวก ข แผนผังการทำงานบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	73
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	75
ภาคผนวก ง ตัวอย่างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	82
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบทดสอบท้ายบทเรียนและเฉลย	91
ประวัติผู้แต่ง	94

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการสอนวิชา รหัสวิชา 0335606	5
2.1 แผนการสอนวิชา รหัสวิชา 0335606 (ต่อ)	6
2.1 แผนการสอนวิชา รหัสวิชา 0335606 (ต่อ)	7
2.2 พฤติกรรมการใช้เว็บที่ส่งผลต่อการออกแบบเว็บไซต์	11
3.1 ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ	51
3.2 เกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ยความคิดเห็น	51
3.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งด้านเนื้อหาวิชา	53
3.4 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งด้านสื่อการเรียนการสอน	54
4.1 คะแนนจากการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหาวิชา	57
4.2 คะแนนจากการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านสื่อการเรียนการสอน	58
4.3 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพด้านเนื้อหาวิชา	59
4.4 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพด้าน สื่อการเรียนการสอน	60
ค.1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง ด้านเนื้อหาวิชา	77
ค.2 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งด้านสื่อการเรียนการสอน	80

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 หน้าจอการเริ่มใช้งาน โปรแกรม Adobe Photoshop 7.0	20
2.2 หน้าจอเข้าสู่ระบบ TEN	21
3.1 การเข้าโปรแกรม Flash MX	25
3.2 หน้าต่างของโปรแกรม Flash MX	25
3.3 Tool box ของโปรแกรม Flash MX	26
3.4 หน้าต่าง Timeline	28
3.5 หน้าต่างไลบรารี	29
3.6 หน้าต่างซิมโบล	30
3.7 การสร้าง Symbol ประเภท Button	31
3.8 หน้าต่างซีน	31
3.9 หน้าจอที่เข้าสู่ระบบ	34
3.10 วิชาที่ต้องการจะบรรจุเนื้อหา	35
3.11 รายละเอียดรายวิชา	35
3.12 หน้าสารบัญหลัก	36
3.13 การเพิ่มหน้าเนื้อหา	36
3.14 การแก้ไขหน้าบทเรียน	37
3.15 การแก้ไขหัวข้อเอกสาร	37
3.16 แก้ไขเนื้อหาภายในหน้าบทเรียน	38
3.17 การเลือกรูปแบบเนื้อหาที่ต้องการ	38
3.18 การแทรกเนื้อหาจากไฟล์ชนิด Flash	39
3.19 การค้นหาไฟล์ Flash	39
3.20 การเลือกไฟล์ Flash	40
3.21 การบันทึกไฟล์ Flash	40
3.22 การออกจากหน้าเนื้อหา	41
3.23 ผลงานแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	42
3.24 หน้าจอเข้าสู่ระบบ TEN	43
3.25 วิชาที่ต้องการบรรจุเนื้อหา	44

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.26 รายละเอียดรายวิชา	44
3.27 หน้าสารบัญหลัก	45
3.28 การเลือกรูปแบบของแบบทดสอบ	45
3.29 การเขียนหรือแก้ไขคำถาม	46
3.30 การเพิ่มข้อความในส่วนคำถาม	46
3.31 การใส่ข้อความคำถาม	47
3.32 การใส่ข้อความลงในตัวเลือก	47
3.33 การใส่ข้อความตัวเลือก	48
3.34 การออกจากขั้นตอนการใส่ข้อความคำถาม	48
3.35 การเลือกคำตอบที่ถูกต้อง	49
3.36 ผังงานขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	50
3.37 ผังงานขั้นตอนการประเมินคุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง	52
ก.1 หน้าจอเข้าสู่บทเรียน	66
ก.2 การกรอกสมัครสมาชิก	66
ก.3 การเลือกหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม	67
ก.4 รายละเอียดอาจารย์ผู้สอนและรายละเอียดต่างๆ	67
ก.5 การลงทะเบียนหลักสูตร	68
ก.6 การลงทะเบียนหลักสูตร วิชาการออกแบบวงจรถิศจิตอลและวงจรรรค	68
ก.7 รายละเอียดของหลักสูตร ของวิชาการออกแบบวงจรถิศจิตอลและวงจรรรค	69
ก.8 การเข้าสู่เนื้อหาของวิชาการออกแบบวงจรถิศจิตอลและวงจรรรค	69
ก.9 การต้อนรับเข้าใช้ระบบ	70
ก.10 สารบัญหลักของบทเรียน	70
ก.11 เนื้อหาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรถิศจิตอลและวงจรรรค	71
ก.12 สารบัญหลักของบทเรียน	71
ก.13 หัวข้อของการสอบบทที่ 1	72
ข.1 ผังการทำงานของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรถิศจิตอล และวงจรรรค	74

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง.1 การจัดหมู่	83
ง.2 ตัวดำเนินการ OR	83
ง.3 ตัวดำเนินการ AND	84
ง.4 พีชคณิตบูลีน	84
ง.5 การจัดหมู่	85
ง.6 การลดรูปด้วยบูลีน	85
ง.7 ตารางความจริงกับ K-Map	86
ง.8 การหาค่า PI จาก K-Map	86
ง.9 การลดรูปด้วย Quine McCluskey	87
ง.10 การลดรูปด้วย Quine McCluskey	87
ง.11 การลดรูปด้วย Quine McCluskey	88
ง.12 การหาค่า PI ด้วย Quine McCluskey	88
ง.13 การหาค่า EPI ด้วย Quine McCluskey	89
ง.14 การตรวจสอบตารางการหาค่า PI และ EPI	89
ง.15 ตารางการลดรูปด้วย Quine McCluskey	90

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การศึกษาในปัจจุบันก็เปิดกว้างสำหรับทุกคนที่ต้องการศึกษาหาความรู้ การศึกษาในโรงเรียนเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถตอบสนองการเรียนรู้ของประชาชนได้อย่างทั่วถึง จึงจำเป็นต้องมีการจัดการศึกษานอกโรงเรียน ซึ่งจะมีลักษณะที่ยืดหยุ่นและง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป เนื่องจากการศึกษาถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับทุกคน

แต่เนื่องจากแต่ละบุคคลมีความรู้ ความสามารถ ความต้องการ และความสนใจที่แตกต่างกัน การเรียนจึงแยกตามความสนใจของผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการเรียนในระดับมหาวิทยาลัยนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนตามบทเรียน หรือตามตำราที่อาจารย์ผู้สอนได้กำหนดขึ้น และอาจมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งอื่นนอกตำราเรียน ซึ่งในบางครั้งอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านการเรียน เช่นปัญหาจากการเรียนไม่ทันเพื่อนร่วมชั้นเรียน ปัญหาจากเวลาเรียนไม่เพียงพอ อันเนื่องมาจากเนื้อหาการเรียนที่มีมาก จึงต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเองและในบางครั้งที่ต้องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาการประมวลผลข้อมูลและเพิ่มข้อมูลก็ต้องใช้เวลาในการสืบค้นหาข้อมูลซึ่งจะทำให้เป็นการเสียเวลาในการรวบรวมข้อมูล

การที่สื่อมีความหลากหลาย น่าสนใจ และมีประโยชน์อย่างมากในการเรียนการสอนในชั้นเรียนเพราะช่วยให้การสื่อสารของครูกับนักเรียนตรงกัน การเรียนการสอนมีความสะดวก และน่าสนใจมากขึ้น ดังนั้นครูผู้สอนจึงมีความจำเป็นที่จะต้องผลิตสื่อการเรียนการสอนเพื่อใช้สอนภายในชั้นเรียน และนักศึกษาที่ศึกษาในวิชาชีพครู มีความจำเป็นจะต้องศึกษาเกี่ยวกับการผลิต การจัดทำ และการใช้งาน สื่อประเภทต่างๆ เพื่อนำไปใช้สอนจริงในเวลาต่อไป

ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดให้มีการนำเอาระบบงานคอมพิวเตอร์มาช่วยในด้านการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากจะช่วยลดปัญหาในด้านต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น และช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่สนใจ กล่าวคือ การใช้งานระบบอินเทอร์เน็ตนั้นขึ้นอยู่กับตัวผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่กว่าตัวผู้เรียนมีเวลา และมีความต้องการที่จะเรียนในช่วงเวลาใด ได้บ้าง ทั้งนี้การเรียนได้มีข้อมูลตัวอย่าง และแบบทดสอบความเข้าใจ ซึ่งสามารถก่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

การจัดการศึกษาตามหลักสูตรอาจไม่เพียงพอ ในการเรียนการสอนของครูและผู้เรียน เพราะในแต่ละรายวิชานั้น มีเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและมากเกินไปความสามารถของผู้เรียนและผู้สอน ทำให้ผู้สอนไม่สามารถสอนรายละเอียดในวิชานั้นให้ครบถ้วนได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นอีกด้านหนึ่ง

คือ การขาดแคลนบุคลากรที่มีความสามารถเฉพาะทาง โดยเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากต่อการศึกษาในยุคปัจจุบัน จึงจำเป็นต้องจัดหาสื่อหรือวิชาสอนที่ช่วยลดบทบาทของครู โดยการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งาน เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพมากกว่าคน โดยเฉพาะภาพ สี เสียง และการรับส่งข้อมูล ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียน เกิดความสนใจในเนื้อหาของวิชามากขึ้น การจัดทำบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง ทำให้ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และยังช่วยลดปัญหา ความแตกต่างระหว่างตัวบุคคลและในรายวิชาวงจรถิศจิตตอลและวงจรถรรก มีนักศึกษาเป็นจำนวนมากทำให้การมอบหมายงานให้นักศึกษาทำแล้วจะติดตามผลมีข้อจำกัด ครอบปัญหาไม่ทั่วถึง

เนื่องจากบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งจัดเป็นสื่อการเรียนการสอนอีกประเภทหนึ่งซึ่งอาจารย์กลุ่มวิชาวงจรถิศจิตตอลและวงจรถรรกเห็นว่าควรมีการพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาวงจรถิศจิตตอลและวงจรถรรกให้เป็นตัวอย่างของสื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่ง

ปัจจุบันเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก เนื่องด้วยเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งรวมความรู้ในรูปแบบของเอกสาร ไฮเปอร์เท็กซ์บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่มีการจัดเก็บข้อมูลจำนวนมาก และเป็นช่องทางสื่อสารที่สะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา อีกทั้งผู้ใช้สามารถโต้ตอบ มีปฏิสัมพันธ์หลากหลายรูปแบบ ทำให้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลายเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนการสอน เพราะการเรียนการสอนบนเว็บ (อี-เลิร์นนิ่งหรือบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์) เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องของข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติ และทรัพยากรของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งสามารถใช้ในการสอนเสริมการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติได้ หรือ ใช้เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนการสอนในหลักสูตร

จากความสำคัญของสื่อการบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งและเพื่อได้ใช้สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพที่เอื้ออำนวยประโยชน์แก่ผู้เรียนผู้สอนให้มากที่สุด สามารถช่วยแก้ปัญหาตั้งผู้วิจัยได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสร้าง บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาวงจรถิศจิตตอลและวงจรถรรก เป็นสื่อในการเรียนการสอนเพื่อใช้ในการสอนเสริมความรู้ในการเรียนการสอนในวิชาวงจรถิศจิตตอลและวงจรถรรก ให้ก้าวทันต่อเทคโนโลยีในปัจจุบันและพัฒนาตำราเรียน และสื่อการเรียนการสอน ที่ช่วยให้ผู้เรียน ได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และนอกจากนี้สามารถนำไปทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลาอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง
2. เพื่อออกแบบบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก
3. เพื่อสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก
4. เพื่อหาคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก
5. เพื่อให้ได้บทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกที่นำไปใช้ได้จริง

## 1.3 ขีดความสามารถของโครงการ

1. บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกที่สร้างขึ้นเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ
2. บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกที่สร้างขึ้นประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 5 บท
3. บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกที่สร้างขึ้นได้มีแบบทดสอบท้ายบทเรียนในแต่ละบท

## 1.4 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

### 1.4.1 อาจารย์

อาจารย์ หมายถึง ผู้ที่ได้รับสิทธิ์ให้เพิ่ม ลบ หรือแก้ไข บทเรียนสื่อ แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ข้อมูลข่าว ข้อมูลเชื่อมโยง อ่านสมุดเยี่ยม และตอบคำถามให้กับผู้เรียน

### 1.4.2 ผู้เรียน

ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาหรือบุคคลทั่วไปที่สนใจศึกษาในรายวิชาการประมวลผลข้อมูล และเพิ่มข้อมูล ที่สมัครเป็นสมาชิกของเว็บไซต์

### 1.4.3 คุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

คุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก หมายถึง คุณภาพบทเรียนในด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินบทเรียน

### 1.4.4 แบบทดสอบท้ายบทเรียน

แบบทดสอบท้ายบทเรียน หมายถึง ข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับประเมินผลหลังเรียน บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องโดยจะกล่าวถึงหัวข้อต่อไปนี้เป็นหัวข้อหลักของ วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง และเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

#### 2.1 หลักการวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก รหัสวิชา 0335606 เป็นวิชาบังคับสำหรับ นักศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งได้แบ่งการ เรียนการสอนออกเป็น ทฤษฎี 3 คาบ ปฏิบัติ 0 คาบ จำนวน 3 หน่วยกิต (3-0) โดยทำการเรียนการ สอน 3 คาบต่อสัปดาห์

##### 2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

- 1) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบดิจิทัลเบื้องต้น
- 2) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแทนข้อมูลข่าวสารในระบบดิจิทัล
- 3) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคสำหรับการออกแบบวงจร โครงข่าย สองระดับให้ประหยัด
- 4) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะและการออกแบบวงจรดิจิทัล แบบจัดหมู่
- 5) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบรรยายและวิเคราะห์ โครงข่ายเกต
- 6) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเรื่องการสร้างวงจรดิจิทัลระดับ MSI และ LSI
- 7) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการลดจำนวนชิป
- 8) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์และออกแบบวงจรลำดับเข้า จังหวะ
- 9) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตารางสถานะ สถานะ และไดอะแกรม
- 10) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบวงจรไม่เข้าจังหวะ

### 2.1.2 คำอธิบายรายวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก รหัสวิชา 0335606

การแทนข้อมูลข่าวสารในระบบดิจิทัล เทคนิคสำหรับการออกแบบวงจร โครงข่ายสองระดับให้ประหยัด การออกแบบวงจรดิจิทัลแบบจัดหมู่ และการสร้างโดยใช้วงจรรวมดิจิทัลระดับ MSI และ LSI การลดจำนวนชิป การวิเคราะห์และออกแบบวงจรลำดับเข้าจังหวะตารางสถานะ สถานะ และไคอะแกรม การออกแบบวงจรไม่เข้าจังหวะ โมดูลวงจรถูกจัด อุปกรณ์ PLAs และ PAL อุปกรณ์ Gate arrays การออกแบบ CPU เบื้องต้น ภาษาพรรณนาฮาร์ดแวร์ การใช้ภาษา VHDL ออกแบบวงจรถูกจัดทุกๆ ไปในระดับเกด

### 2.1.3 การแบ่งหน่วยการเรียนการสอน

จากสังเขปรายวิชาได้มีการวิเคราะห์เนื้อหาและแบ่งเป็นหน่วยการเรียนได้ 14 บทเรียน แต่นำมาพัฒนาเป็นบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชากรออกแบบวงจรถูกจัดและวงจรตรรก มีเนื้อหาจำนวน 5 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 การแทนข้อมูลข่าวสารในระบบดิจิทัล

บทที่ 3 การออกแบบวงจรถูกจัดสองระดับให้ประหยัด

บทที่ 4 การออกแบบวงจรถูกจัดแบบจัดหมู่และการสร้างโดยใช้วงจรถูกจัดระดับ MSI และ LSI

บทที่ 5 ตารางสถานะ สถานะ และไคอะแกรม

### 2.1.4 การแบ่งหน่วยการสอนการเรียนการสอน

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนวิชาการออกแบบวงจรถูกจัดและวงจรตรรก รหัสวิชา 0335606

หน่วยที่	หัวข้อที่สอน	คาบ
1	บทที่ 1 บทนำ ประวัติความเป็นมาของมนุษย์กับการนับ นิยาม และประโยชน์ของระบบดิจิทัลและแอนาลอก นิยามระบบคอมไบเนชันและซีแควนเชียล การวิเคราะห์และออกแบบระบบ การสร้างวงจร	1

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก รหัสวิชา 0335606 (ต่อ)

หน่วยที่	หัวข้อที่สอน	คาบ
2	<p>บทที่ 2 การแทนข้อมูลข่าวสารในระบบดิจิทัล</p> <p>ระบบจำนวนและเลขฐาน</p> <p>การแปลงเลขฐาน</p> <p>การคำนวณเลขฐาน</p> <p>การคำนวณเลขฐาน การคอมพลิเมนต์</p> <p>รหัสต่างๆ</p> <p>Error Detection Code</p>	2
3	<p>บทที่ 3 การออกแบบวงจร โครงข่ายสองระดับให้ประหยัด</p> <p>นิยามโครงข่ายเกต</p> <p>คุณลักษณะและการวิเคราะห์โครงข่ายเกต</p> <p>การลดรูปสมการโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน</p> <p>การลดรูปสมการโดยใช้แผนผังคาร์นอร์</p> <p>การลดรูปสมการโดยใช้ควิน แมคคลูดกี</p>	3
4	<p>บทที่ 4 การออกแบบวงจรดิจิทัลแบบจัดหมู่และการสร้างโดยใช้วงจร</p> <p>ดิจิทัลระดับ MSI และ LSI</p> <p>วงจรถอดรหัสและเข้ารหัส</p> <p>วงจรมัลติเพล็กซ์เซอร์และดีมัลติเพล็กซ์เซอร์</p> <p>วงจร Adder, Subtractor, ALU</p> <p>การสร้างวงจรจากลอจิกฟังก์ชัน โดยใช้วงจรรวมดิจิทัลระดับ MSI และ LSI</p>	3

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก รหัสวิชา 0335606 (ต่อ)

หน่วยที่	หัวข้อที่สอน	คาบ
5	บทที่ 5 การวิเคราะห์และออกแบบวงจรลำดับเข้าจังหวะ นิยามและคุณลักษณะของวงจร FlipFlop ชนิดต่าง ๆ การวิเคราะห์วงจรลำดับเข้าจังหวะ Finite State Machine Model ตารางสถานะ สถานะ และไดอะแกรม กลไก Mealy และ Moore การแทนการเปลี่ยนสถานะและฟังก์ชันเอาต์พุต การเขียนตารางสถานะและไดอะแกรมสถานะของกลไก Mealy และ Moore ไดอะแกรมสถานะของ RS และ JK FlipFlop	3

## 2.2 บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

คำว่า บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง โดยทั่วไปจะครอบคลุมความหมายที่กว้างมาก กล่าวคือ จะหมายถึง การเรียนในลักษณะใดก็ได้ ซึ่งใช้การถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต เอ็กซ์ทราเน็ต หรือทางสัญญาณโทรทัศน์ หรือสัญญาณดาวเทียม (Satellite) ก็ได้ ซึ่งเนื้อหาสารสนเทศ อาจอยู่ในรูปแบบการเรียน เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) การเรียนออนไลน์ (On-line Learning) การเรียนทางไกลผ่านดาวเทียม หรือ อาจอยู่ในลักษณะที่ยังไม่ค่อยเป็นที่แพร่หลายนัก เช่น การเรียนจากวีดิทัศน์ตามอัธยาศัย (Video On-Demand) เป็นต้น

ในปัจจุบัน คนส่วนใหญ่เมื่อกล่าวถึง บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง จะหมายถึงเฉพาะถึงการเรียนเนื้อหาหรือสารสนเทศ ซึ่งออกแบบมาสำหรับการสอนหรือการอบรม ซึ่งใช้เทคโนโลยีของเว็บ (Web Technology) ในการถ่ายทอดเนื้อหาและเทคโนโลยีระบบการจัดการคอร์ส (Course Management System) ในการบริหารจัดการงานสอนด้านต่างๆ โดยผู้เรียนที่เรียนจาก บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง นี้สามารถศึกษาเนื้อหาในลักษณะออนไลน์ และ/หรือ จากซีดีรอมได้นอกจากนี้ เนื้อหาสารสนเทศ

ของ บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง สามารถนำเสนอ โดยอาศัยเทคโนโลยีมัลติมีเดีย (Multimedia Technology) และเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบ (Interactive Technology)

ถนนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาธิการสสจ จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ให้คำจำกัดความไว้ 2 ลักษณะ คือ

ลักษณะแรก อีเลิร์นนิ่ง หมายถึง การเรียนเนื้อหา หรือสารสนเทศสำหรับการสอนหรือการอบรม ซึ่งใช้การนำเสนอด้วยตัวอักษร ภาพนิ่ง ผสมผสานกับการใช้ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง โดยอาศัยเทคโนโลยีของเว็บ (Web Technology) ในการถ่ายทอดเนื้อหา รวมทั้งใช้เทคโนโลยีการจัดการคอร์ส (Course Management System) ในการบริหารจัดการงานสอนต่างๆ

ลักษณะที่สอง บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง คือ การเรียนในลักษณะใดก็ได้ ซึ่งใช้การถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต เอ็กชทราเน็ต หรือสัญญาณโทรศัพท์ สัญญาณดาวเทียม

สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์ ผู้อำนวยการโครงการการเรียนรู้แบบออนไลน์แห่ง สวทช. (<http://www.thai2learn.com>) ได้ให้คำจำกัดความของ บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง ดังนี้

“การเรียนรู้แบบออนไลน์หรือบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง การศึกษา เรียนรู้ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต (Internet) หรืออินทราเน็ต (Intranet) เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถและความสนใจของตน โดยเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอและมัลติมีเดียอื่นๆ จะถูกส่งไปยังผู้เรียนผ่าน Web Browser โดยผู้เรียน ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคน สามารถติดต่อ ปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันได้เช่นเดียวกับการเรียน ในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยเครื่องมือการติดต่อ สื่อสารที่ทันสมัย (e-mail web-board chat) จึงเป็นการเรียนสำหรับทุกคน, เรียนได้ทุกเวลา และทุกสถานที่ (Learn for all : anyone anywhere and anytime)”

ChulaOnline : ได้ให้ความหมายว่า

ทางเลือกหนึ่งในปัจจุบันที่มีขึ้นเพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ ช่วยให้ผู้เรียนซึ่งอยู่ในจุดที่ห่างไกลจากผู้สอนสามารถที่จะเรียนเนื้อหาวิชา หลักสูตรต่างๆ ได้อย่างไม่จำกัด สถานที่และเวลา

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ ได้ให้ความหมายว่า

การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรืออี-เลิร์นนิ่ง (อีเลิร์นนิ่ง) หมายถึง การเรียนรู้บนฐานเทคโนโลยี (Technology-based learning) ซึ่งครอบคลุมวิธีการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ อาทิ การเรียนรู้บนคอมพิวเตอร์ (computer-based learning) การเรียนรู้บนเว็บ (web-based learning) ห้องเรียนเสมือนจริง (virtual classrooms) และความร่วมมือดิจิทัล (digital collaboration) เป็นต้น

ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท อาทิ อินเทอร์เน็ต (internet) อินทราเน็ต (intranet) เอ็กซ์ทราเน็ต (extranet) การถ่ายทอดผ่านดาวเทียม (satellite broadcast) แถบบันทึกเสียง และวีดิทัศน์ (audio/video tape) โทรทัศน์ที่สามารถโต้ตอบกันได้ (interactive TV) และซีดีรอม (CD-ROM)

ไพฑูริย์ ศรีฟ้า (SriThai.com) ได้ให้ความหมายว่า

อีเลิร์นนิ่ง คือ การเรียนการสอนทางไกลที่ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ผ่านทาง ระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้เรียนและผู้สอนใช้เป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลมากมายที่มีอยู่ทั่วโลกอย่างไร้ขอบเขตจำกัด ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมหรือแบบฝึกปฏิบัติต่างๆ แบบออนไลน์ โดยใช้เครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกอยู่ใน ระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตเป็นการเรียนการสอนออนไลน์ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน เพราะไม่มีขีดจำกัดเรื่องระยะทาง เวลา และสถานที่ อีกทั้งยังสนองตอบต่อศักยภาพและความสามารถของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

### 2.2.1 หลักการออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บัญญัติ 7 ประการในการออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Seven common elements of design principle) (Dick & Reiser, 1989)

#### 1) ให้แรงจูงใจแก่ผู้เรียน (Motivating the learner)

1.1) การใช้การออกแบบบทเรียนโดยการวาง layout ที่น่าสนใจ และการใส่ภาพกราฟิกที่สวยงาม

1.2) การเลือกใช้สีที่ไม่มากจนเกินไป

1.3) การใช้ภาพเคลื่อนไหว ในบางครั้ง ซึ่งควรจะต้องระมัดระวัง ไม่ใช้มากเกินไป จนเป็นที่รำคาญสายตาของผู้เรียนการ

1.4) การใช้คำถามนำก่อนเข้าบทเรียน ที่น่าติดตาม การนำเสนอข้อมูลที่มีความโต้แย้ง อยู่ในตัว (contradictory information) เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนอยากทราบคำตอบโดยการเข้ามาเรียนในบทเรียนของเรา

#### 2) บอกผู้เรียนให้ทราบว่าเขาจะเรียนรู้อะไรบ้าง (Specifying what is to be learn)

2.1) เราสามารถบอกได้ในลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน เพื่อให้เขาทราบได้ ว่าจะต้องเรียนรู้ หรือทำกิจกรรมอะไรบ้าง หลังจากจบบทเรียน

2.2) ปัญหาอย่างหนึ่งในการเรียนบทเว็บก็คือ ถ้ามีการลิงค์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องไปยังหน้าเว็บไซต์อื่นๆ เป็นจำนวนมากและผู้เรียนเข้าไปยังเว็บเหล่านั้นจนหลง/หลุดจาก เป้าหมาย เดิมที่ครู

วางไว้ได้ สามารถแก้ปัญหาได้โดยการทำลิงค์ที่เกี่ยวข้องในบทเรียนของเราเฉพาะที่จำเป็นจริงๆ เท่านั้นเพื่อป้องกันปัญหา การหลงทางใน Hyperspace

### 3) การเชื่อมโยงความรู้เก่า กับความรู้ใหม่ (Reminding learners of past knowledge)

นักจิตวิทยา กลุ่ม Cognitive มีความเชื่อว่าผู้เรียนจะสามารถจดจำข้อมูลต่างๆ ได้ง่ายและนานยิ่งขึ้นถ้าเราสามารถนำเสนอเนื้อหาโดยการเชื่อมโยงความรู้เก่า กับข้อความรู้ใหม่อย่างมีความหมาย เช่น การยกตัวอย่าง โดยการเปรียบเทียบกับสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้ว หรือการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนมาแล้วกับสิ่งที่เขากำลังจะเรียนในการออกแบบเว็บเราสามารถใส่ลิงค์ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อยู่แล้วเพื่อการทบทวน หรือการเปรียบเทียบกับเนื้อหาที่กำลังเรียนอยู่

### 4) นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Providing new information)

การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน ซึ่งในการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนบนเว็บนั้นจำเป็นต้องออกแบบอย่างรอบคอบ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะของเว็บไซต์ และตัวผู้เรียนพิจารณาจาก ตารางที่ 2.2 นอกจากนี้ในการเรียนการสอนบทเรียนบนเว็บยังต้องการผู้เรียนที่มีความกระตือรือร้นระหว่างเรียน (Active learner) โดยการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ระหว่างเรียนหรือจบบทเรียน เช่น มีการทำแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนหน่วยย่อยแต่ละหน่วย ให้นักเรียนทำบทสรุป วิเคราะห์ นำเสนอแง่มุมมองของตนเองต่อเรื่องที่เรียนมา ส่งผู้สอนหลังจากเรียนจบบทเรียนนั้นๆ

### 5) การให้ข้อเสนอแนะ และข้อมูลตอบกลับ (Offering guidance and feedback)

การให้ข้อมูลตอบกลับของ โปรแกรมต่อผู้ใช้ค่อนข้างทำได้ยากในบทเรียนบนเว็บ เมื่อเปรียบเทียบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ก็สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมภาษาที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นสามารถให้คำแนะนำ และการตอบกลับในการใช้งานของการตั้งกระทู้ในหน้าเว็บหรือ e-mail ก็ได้

### 6) การทดสอบ (Testing)

สิ่งที่จำเป็นอย่างหนึ่ง คือการทดสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ความจุมุ่งหมายหรือไม่ การทำแบบทดสอบสามารถทำได้จากในบทเรียนออนไลน์ แต่อย่างไรก็ตามมีข้อวิพากษ์วิจารณ์ในเรื่องของผู้ทำข้อสอบว่าเป็นตัวจริงกับผู้เรียนหรือไม่ ถ้าเป็นการทดสอบเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ โดยไม่เก็บคะแนนเพื่อการประเมินผลจริง ก็สามารทำออนไลน์ได้

ตารางที่ 2.2 พฤติกรรมการใช้เว็บที่ส่งผลต่อการออกแบบเว็บไซต์ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2545)

พฤติกรรมของผู้เรียน	หลักในการออกแบบเว็บไซต์
ประมาณ 85 % ของผู้เรียนที่ไม่อ่านข้อความจนจบ	ในกรณีที่มีเนื้อหามาก ควรจัดแบ่งออกเป็นประเด็นย่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนไม่รู้สึกว่ามีเนื้อหาจำนวนมากจนเกินไป
ประมาณ 10 % ของผู้ใช้ที่ไม่เคยเลื่อนหน้าเพื่ออ่านเนื้อหาในส่วนล่างของหน้าจอ	เนื้อหาที่สำคัญ และจำเป็นสำหรับผู้เรียนจะต้องออกแบบให้อยู่ส่วนบนของหน้าจอเสมอ
ผู้ใช้ส่วนใหญ่พบว่าเป็นการไม่สะดวกนักที่จะอ่านเนื้อหาบนหน้าจอ	ออกแบบเนื้อหาไม่ยาวเกินไปในแต่ละหน้าและควรจัดเตรียม Version สำหรับดาวน์โหลดและสั่งพิมพ์ได้
ผู้ใช้จะไม่อดทนต่อการรอการดาวน์โหลดของข้อมูลในเว็บที่ช้าเกินไป	ไม่ออกแบบเนื้อหาที่ยาวเกินไป หรือมีรูปภาพมากเกินไปในแต่ละหน้า ถ้ามีเนื้อหาเป็นจำนวนมากต้องมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ เพื่อการเข้าไปดูเนื้อหานั้นๆ โดยตรง
ผู้ใช้ไม่ชอบที่จะเปิดผ่านเว็บเพจจำนวนมากหลายลิงค์เกินไปกว่าจะพบเนื้อหาที่ต้องการอ่าน	บทเรียน หรือ โครงสร้างบทเรียนที่มีความซับซ้อนมาก ควรแบ่งโครงสร้างเนื้อหาให้ดีขึ้น

### 7) ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม (Supplying enrichment)

การให้แหล่งข้อมูลเพิ่มเติมสามารถทำได้อย่างง่ายดายโดยการทำลิงค์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนที่ผู้เรียนต้องการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป ส่วนการให้ข้อมูลซ่อมเสริมก็สามารถทำได้เช่นกัน โดยการสร้างขึ้นเอง หรือการลิงค์ไปยังเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องที่มีเนื้อหาว่างไม่ซับซ้อนจนเกินไป สำหรับผู้เรียนที่เรียนอ่อน

### 8) หลักการเพิ่มเติม

- 8.1) ออกแบบให้เรียบง่าย
- 8.2) ออกแบบให้ยืดหยุ่น ให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาที่หลากหลาย หน้าเว็บทุกหน้าต้องมีทางกลับไปสู่หน้าหลัก
- 8.3) ออกแบบให้ผู้เรียนถึงเนื้อหาสาระที่ต้องการ โดยไม่ต้องผ่านการคลิกที่มากเกินไป (เป็น hierarchy ที่ซับซ้อน)
- 8.4) ออกแบบส่วนที่สำคัญต่างๆ ให้ครบ

8.5) ชื่อเรื่อง สวยงาม เด่นชัด

8.6) มีการออกแบบโดยคำนึงถึงความสม่ำเสมอ Consistency

## 2.2.2 ประโยชน์และข้อดีของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

1) สามารถเรียนผ่านระบบสถานศึกษา สถานที่ทำงาน ที่บ้าน หรือจะเรียนในที่ใดและเรียนขณะเดินทาง หรือในสภาวะใดก็ได้ ที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์สื่อสารผ่านเครือข่ายต่างๆ ได้และเรียนได้ที่ละหลายๆ คน

2) สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง หรือเรียนร่วมประสมไปกับระบบการเรียนในชั้นเรียน การฝึกอบรม หรือการฝึกปฏิบัติต่างๆ ไป

3) สื่อผสม ภาพและเสียง

4) มีการร่วมมือกันระหว่างเรียน

5) สามารถตรวจสอบเป็นรายบุคคลได้อย่างทั่วถึง

6) มีระบบการประเมินผลในการเรียนทั้งในระดับบุคคลและกลุ่ม

7) เป็นการเรียนแบบ Online

8) มีระบบบริหารจัดการรายวิชา

9) ค่าใช้จ่ายในการเรียนต่ำในกรณีที่มีอุปกรณ์

10) เป็นระบบการเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ทั้งกับบทเรียน เพื่อน ครูอาจารย์ผู้สอน บางกรณีเปิดกว้างในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลทั่วไปผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 2.2.3 ปัญหาและข้อเสียของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

การพัฒนา WBI และบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง ในประเทศไทย ต่างก็ประสบปัญหาต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) จำเป็นต้องพึ่งพาคอมพิวเตอร์

2) จำเป็นต้องพึ่งพาเครือข่าย อินเทอร์เน็ต

3) ขาดการสนับสนุนด้านงบประมาณ บุคลากร และการสนับสนุนจากผู้บริหาร

4) ขาดความรู้ด้านเทคโนโลยีอีเลิร์นนิ่งและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

5) เรื่องราคาของซอฟต์แวร์ CMS/LMS และการลิขสิทธิ์

6) เรื่องทีมงานดำเนินการ ทั้งด้านความรู้ การคิดสร้างสรรค์ และเงินสนับสนุน

7) ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหา แหล่งที่มา ผลตอบแทน และการละเมิดเมื่อเผยแพร่ ผ่านเว็บไซต์

8) ปัญหาเกี่ยวกับ Infrastructure ของประเทศ ที่ยังขาดความพร้อม

9) ปัญหาเกี่ยวกับมาตรฐานการจัดทำระบบ CMS/LMS

10) ปัญหาเกี่ยวกับมาตรฐานการพัฒนาภาษาไทยทั้งการเข้ารหัส การใช้ฟอนต์ และรูปแบบ

## 2.2.4 องค์ประกอบของการสอนบนเว็บ

องค์ประกอบในการสอนบนเว็บจะมีหลายอย่าง โดยอาจใช้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งหมดในการสอนก็ได้ องค์ประกอบมีดังต่อไปนี้

### 1) ข้อความหลายมิติ

ข้อความหลายมิติ (Hypertext) เป็นการเสนอเนื้อหาตัวอักษร ภาพกราฟิกอย่างง่ายๆ รวมถึงเสียง ในลักษณะที่ไม่เรียงลำดับกันเป็นเส้นตรง ในสภาพแวดล้อมของเว็บนี้การใช้ข้อความหลายมิติจะให้ผู้คลิกส่วนที่เป็น“จุดพร้อมโยง” (Hot Spot) ซึ่งก็คือ“จุดเชื่อมโยงหลายมิติ” (Hypertext) นั้นเอง โดยอาจเป็นภาพหรือข้อความสีขีดเส้นใต้ เพื่อเข้าถึงแฟ้มที่เชื่อมโยงกับจุดเชื่อมโยงนั้น

### 2) สื่อหลายมิติ

สื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งเป็นการพัฒนาการของข้อความหลายมิติ (Hypertext) เป็นวิธีการในการรวบรวมและเสนอข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ซึ่งต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะที่สูงขึ้นไป ในการประมวลผล เพราะมีต้องใช้โปรแกรมช่วยในการแสดงผลภาพและเสียง เช่น เรียลเพลเยอร์ (Real Player)

### 3) การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction : CAI) และการอบรมใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน (Computer-Based Training : CBT) หรือที่เรียกรวมกัน โดยทั่วไปว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” นับเป็นรูปแบบพื้นฐานสำคัญอย่างหนึ่งของการสอนบนเว็บ ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถมีการโต้ตอบกับ โปรแกรมบทเรียนได้ กิจกรรมนี้อาจอยู่ในลักษณะของคำถาม การทดสอบ เกม ฯลฯ

### 4) การสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์

การสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer-Mediated Communication : CMC) เป็นวิธีการที่ข้อมูลหรือข้อความถูกส่งหรือได้รับทางคอมพิวเตอร์ การใช้อินเทอร์เน็ตจะทำให้สามารถใช้ความสามารถของอินเทอร์เน็ตได้หลายอย่าง เพื่อจุดประสงค์ด้านการเรียนการสอน เช่น การใช้อีเมลและการประชุมทางไกล ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารกันได้ทันที

## 2.2.5 องค์ประกอบของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ในการออกแบบและพัฒนา บทเรียนอี-เลิร์นนิ่งประกอบด้วย องค์ประกอบหลัก ได้แก่

### 1) เนื้อหา (Content)

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดสำหรับบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง คุณภาพของการเรียนการสอนของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง และการที่ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือไม่อย่างไร สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือ เนื้อหาการเรียนซึ่งผู้สอน ได้จัดทำให้แก่ผู้เรียนซึ่งผู้เรียนมีหน้าที่ในการใช้เวลาส่วนใหญ่

ศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง เพื่อทำการปรับเปลี่ยน (Convent) เนื้อหาสารสนเทศที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ เกิดเป็นความรู้ โดยผ่านการคิดค้น วิเคราะห์อย่างมีหลักการและเหตุผลด้วยตัวของผู้เรียนเองซึ่งองค์ประกอบของเนื้อหาที่สำคัญ ได้แก่

#### 1.1) โสมเพจ หรือ เว็บเพจ

องค์ประกอบแรกของเนื้อหา ซึ่งการออกแบบ โสมเพจ ให้สวยงามและตามหลักการการออกแบบเว็บเพจเพราะการออกแบบเว็บเพจที่ดีเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะกลับมาเรียนมากขึ้น ในโสมเพจยังจะต้องประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ต่อไปนี้คือ

1.1.1) คำประกาศ/คำแนะนำ การเรียนทางบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งโดยรวม ในที่นี้อาจยังไม่ใช่คำประกาศหรือคำแนะนำการเรียนที่เฉพาะเจาะจง สำหรับวิชาใดๆ เพราะผู้สอนจะไม่สามารถไปกำหนดประกาศหรือคำประกาศหรือคำแนะนำที่สำคัญต่างๆ ด้วยตนเองไว้ในส่วนของรายวิชาที่ตนรับผิดชอบ ซึ่งผู้เรียนจะได้อ่านข้อความหลังจากที่ผู้เรียนเข้าใช้ระบบและเลือกที่จะไปยังรายวิชานั้นๆ แล้ว นอกจากนี้ในส่วนนี้ยังสามารถเพิ่มเติมข้อความทักทวนต้อนรับผู้เรียนเข้าสู่การเรียนบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งได้

1.1.2) ระบบสำหรับใส่ชื่อผู้เรียนและรหัสผ่านสำหรับเข้าใช้ระบบ (Login) ก่อตั้งสำหรับการใส่ชื่อผู้เรียนและรหัสผ่านนี้ควรวางไว้ในส่วนของหน้าเว็บที่เห็นได้ชัดเจนเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใช้ระบบของผู้เรียน

1.1.3) รายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมที่จำเป็นสำหรับการเรียกดูเนื้อหาอย่างสมบูรณ์ ซึ่งควรแจ้งให้ผู้เรียนทราบล่วงหน้าเกี่ยวกับโปรแกรมต่างๆ พร้อมทั้งสิ่งจำเป็นอื่นๆ เช่น การปรับคุณสมบัติหน้าจอ เป็นต้น ที่ผู้ใช้ต้องทำในการเรียกดูเนื้อหาต่างๆ ได้

1.1.4) ชื่อหน่วยงานและวิธีการติดต่อกับหน่วยงานที่รับผิดชอบ ควรมีการแสดงชื่อผู้รับผิดชอบ รวมทั้งวิธีการติดต่อกลับมายังผู้รับผิดชอบ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เข้ามาเรียนหรือเยี่ยมชมสามารถส่งข้อความคำติชมรวมทั้งข้อความต่างๆ ที่อาจมีส่งมายังหน่วยงานที่รับผิดชอบได้

1.1.5) ควรมีการแสดงวันที่และเวลาที่ทำการปรับปรุงแก้ไขเว็บไซต์ครั้งล่าสุดเพื่อประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการอ้างอิง

1.1.6) แคนเนเตอร์เพื่อนับจำนวนผู้เรียนที่เข้ามาเรียน ผู้สร้างสามารถเลือกใส่ไว้หรือไม่ก็ได้ ข้อดีของการแคนเนเตอร์คือช่วยผู้ในการนับจำนวนผู้เข้าใช้และยังอาจช่วยกระตุ้นผู้เรียน

#### 1.2) หน้าแสดงรายชื่อยวิชา

หลังจากที่ผู้เรียนได้มีการเข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะแสดงชื่อรายวิชาทั้งหมดที่ผู้เรียนมีสิทธิ์เข้าเรียนในลักษณะ บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

#### 1.3) เว็บเพจแรกของรายวิชาซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

1.3.1) คำประกาศ / คำแนะนำ การเรียนทางบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เฉพาะรายวิชา หมายถึง คำประกาศหรือคำแนะนำการเรียนที่เฉพาะเจาะจงสำหรับวิชาใดวิชาหนึ่ง นอกจากนี้ยังควรใส่ข้อความทักทายต้อนรับผู้เรียนเข้าสู่การเรียนในรายวิชาด้วย

1.3.2) รายชื่อผู้สอน ควรมีรายชื่อผู้สอนและรายละเอียดรวมทั้งวิธีการติดต่อผู้สอน เช่น E-mail address ของผู้สอน โหมดเพจส่วนตัวของผู้สอน เป็นต้น

1.3.3) ประมวลรายวิชา (Syllabus) หมายถึงส่วนที่แสดงภาพรวมของคอร์ส แสดงสังเขปรายวิชา มีคำอธิบายสั้นๆ เกี่ยวกับหน่วยการเรียน วิธีการเรียน วัตถุประสงค์ และเป้าหมายของวิชา สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนในการเรียน กำหนดการส่งงานที่ได้รับมอบหมาย วิธีหรือเกณฑ์การประเมิน การกำหนดกิจกรรมหรืองานให้ผู้เรียนทำไม่ว่าจะเป็นในลักษณะรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยรวมทั้งการกำหนดวันและเวลาการส่งงาน

1.3.4) ห้องเรียน (Class) ได้แก่ บทเรียน หรือ คอร์สแวร์ ซึ่งผู้สอนได้จัดทำไว้สำหรับผู้เรียนนั่นเอง สามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะของสื่อที่ใช้นำเสนอเนื้อหา ได้แก่ เนื้อหาในลักษณะตัวอักษร (Text-based) เนื้อหาในลักษณะตัวอักษรภาพ วิดีโอทัศน์ หรือ สื่อประสมอื่นๆ ที่ผลิตขึ้นมาอย่างง่าย ๆ (Low cost Interactive) และในลักษณะคุณภาพสูง (High quality) ซึ่งเนื้อหาจะมีลักษณะเป็นมัลติมีเดียที่ได้รับการออกแบบและผลิตอย่างมีระบบ

1.3.5) เว็บเพจสนับสนุนการเรียน (Resource) การจัดเตรียมแหล่งความรู้อื่นๆ บนเว็บที่เหมาะสมในแต่ละหัวข้อสำหรับผู้เรียนในการเข้าไปศึกษา รวมทั้งข้อมูลทางวิชาการอื่นๆ ที่เหมาะสม เช่น วารสารวิชาการ หนังสือพิมพ์ รายการวิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจมีการเชื่อมโยงไปยังห้องสมุด หรือ ฐานข้อมูลงานวิจัยต่างๆ

1.3.6) ความช่วยเหลือ (Help) การเตรียมการเพื่อสนับสนุน ส่งเสริมและให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคแก่ผู้เรียน เช่นการจัดหาเครื่องมือสืบค้น (Search) เพื่อการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ หรือจัดหาแผนที่เว็บไซต์ (Site map) แก่ผู้เรียนเพื่อการเข้าถึงข้อมูลโดยสะดวก

1.3.7) รายวิชาอื่นๆ (Other Course) ในกรณีที่ผู้เรียนมีการลงทะเบียนเรียนในวิชาที่ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหาในบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งไว้มากกว่า 1 รายวิชา ควรจัดหาลิงค์เพื่อกลับไปยังเมนูที่ผู้ใช้สามารถเลือกไปเรียนยังห้องเรียนอื่นๆ ได้ทันทีโดยไม่จำเป็นต้องออกจากระบบ (Logout) ก่อน

1.3.8) เว็บเพจคำถามคำตอบที่พบบ่อย (FAQs) หลังจากที่มีการใช้งานจริงได้สักระยะหนึ่งแล้ว ควรที่จะเก็บรวบรวมคำถามหรือปัญหาที่ผู้ใช้ระบบ ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียน ผู้สอน ผู้ช่วยสอน ก็ตาม พบในขณะที่เรียน (คำถามเกี่ยวกับเนื้อหาการเรียน) หรือในขณะที่ใช้งาน (คำถาม

เกี่ยวกับเทคนิค) และนำมารวบรวมเพื่อนำเสนอในลักษณะของ FAQs ทั้งนี้เพื่อประหยัดเวลาในการตอบคำถามซ้ำๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ผู้ใช้สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

1.3.9) เชื่อมโยงไปยังส่วนของการจัดการการสอนด้านอื่นๆ (Management) ในส่วนนี้ยังควรมีการเชื่อมโยงไปยังหน้าของแบบทดสอบ แบบสอบถาม ผลการทดสอบ รวมทั้งสถิติต่างๆ ที่อนุญาตให้ผู้ใช้เข้าไปดูได้ ซึ่งในส่วนของ การสอบถาม การประเมินผลและการคำนวณสถิติต่างๆ เป็นส่วนหนึ่งของระบบบริหารจัดการรายวิชา (CMS)

1.3.10) การออกจากระบบ (Logout) ควรจัดหาปุ่มสำหรับผู้เรียนในการเลือกเพื่อออกจากระบบ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย (Security) ของผู้เรียนและป้องกันผู้ที่ไม่มีความรู้เข้าใช้ แอบเข้ามาใช้ระบบด้วย

## 2) ระบบบริหารจัดการรายวิชา (Course Management System)

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากเช่นกันสำหรับบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง ได้แก่ ระบบบริหารจัดการรายวิชา ซึ่งเป็นเสมือนระบบที่รวบรวมเครื่องมือซึ่งออกแบบไว้เพื่อให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการจัดเก็บการเรียนการสอนออนไลน์ ส่วนผู้ใช้ในที่นี้ อาจแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้สอน (Instructor) ผู้เรียน (Student) และผู้บริหารเครือข่าย (Network administrator) ซึ่งเครื่องมือและระดับของสิทธิในการเข้าใช้ที่จัดหาไว้ให้ก็จะมีความแตกต่างกันไปตามแต่การใช้งานของแต่ละกลุ่ม ตามปรกติแล้วเครื่องมือที่ระบบบริหารจัดการรายวิชาต้องจัดหาไว้ให้กับผู้ใช้ ได้แก่ พื้นที่และเครื่องมือสำหรับการช่วยผู้เรียนในการเตรียมเนื้อหาบทเรียน พื้นที่และเครื่องมือสำหรับการทำแบบทดสอบ แบบสอบถาม การจัดการกับแฟ้มข้อมูลต่างๆ นอกจากนี้ระบบบริหารจัดการรายวิชาที่สมบูรณ์จะจัดหาเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารไว้สำหรับผู้ใช้ระบบ ไม่ว่าจะเป็นในลักษณะของ E-mail, Web Board หรือ Chat บางระบบก็ยังจัดหาองค์ประกอบพิเศษอื่นๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้อีกมากมาย เช่น การจัดให้ผู้ใช้สามารถเข้าดูคะแนนการทดสอบ คุณสถิติการใช้งานในระบบ การอนุญาตให้ผู้ใช้สร้างสร้างตารางเรียนปฏิทินการเรียน เป็นต้น

## 3) ส่วนการติดต่อสื่อสาร (Modes of Communication)

เป็นส่วนที่จัดให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอน วิทยากร ผู้เชี่ยวชาญอื่นๆ รวมทั้งผู้เรียนด้วยกัน ในลักษณะที่หลากหลาย และสะดวกต่อผู้ใช้ มีเครื่องมือที่จัดหาไว้ให้ผู้เรียนใช้ได้มากกว่า 1 รูปแบบ รวมทั้งเครื่องมือเหล่านั้นจะต้องมีความสะดวกในการใช้ ด้วย เครื่องมือที่บทเรียนอี-เลิร์นนิ่งควรจัดให้ผู้เรียน ได้แก่

3.1) การประชุมทางคอมพิวเตอร์ คือติดต่อสื่อสารแบบต่างเวลา (Asynchronous) เช่น การแลกเปลี่ยนข้อความผ่านทางกระดานข่าวอิเล็กทรอนิกส์ หรือ ที่รู้จักกันในชื่อของ Web Board เป็นต้น หรือในลักษณะของการติดต่อสื่อสารแบบเวลาเดียวกัน (Synchronous) เช่น การสนทนา

ออนไลน์ (Chat) หรือในบางระบบอาจจัดให้มีการถ่ายทอดสัญญาณภาพและเสียงสด (Live Broadcast) ผ่านทางเว็บเป็นต้น ในการนำไปใช้ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถเปิดสัมมนา ในหัวข้อเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในคอร์ส ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการบรรยาย การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การเปิดอภิปรายออนไลน์ เป็นต้น

3.2) ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอน หรือผู้เรียนอื่นๆ ในลักษณะรายบุคคล การส่งงานและผลป้อนกลับให้ผู้เรียน ผู้สอนสามารถให้คำแนะนำปรึกษาแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ผู้สอนสามารถใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ในการให้ความคิดเห็นและผลป้อนกลับที่ทันต่อเหตุการณ์

#### 4) แบบฝึกหัด / แบบทดสอบ

เป็นองค์ประกอบที่จัดให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสในการโต้ตอบกับเนื้อหา ในรูปแบบแบบทดสอบความรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.1) จัดให้มีแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน เนื้อหาที่นำเสนอจำเป็นต้องมีการจัดหาแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจไว้ด้วยเสมอ ทั้งนี้เพราะบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งเป็นระบบการเรียนการสอนซึ่งเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีแบบฝึกหัด เพื่อตรวจสอบว่าตนเข้าใจและรอบรู้ในเรื่องที่ศึกษาด้วยตนเองมาแล้วเป็นอย่างดีหรือไม่อย่างไร อีกทั้งการทำแบบฝึกหัดจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าตนนั้นพร้อมสำหรับการทดสอบและประเมินผลหรือไม่

4.2) การจัดให้มีแบบทดสอบผู้เรียน แบบทดสอบสามารถอยู่ในรูปของแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรือหลังเรียนได้ สำหรับ บทเรียนอี-เลิร์นนิ่งแล้ว ระบบบริหารจัดการรายวิชาทำให้ผู้สอนสามารถสนับสนุนการออกข้อสอบของผู้สอนได้หลากหลายลักษณะกล่าวคือ ผู้สอนสามารถออกแบบการประเมินผลในลักษณะของอัตนัย ปรนัย ถูกผิด การจับคู่ การส่งข้อความให้เพื่อนช่วยตรวจ การส่งข้อความให้ครูผู้สอนสามารถที่จะจัดทำข้อสอบ ในลักษณะคลังข้อสอบไว้เพื่อเลือกในการนำกลับมาใช้ หรือปรับปรุงแก้ไขใหม่ได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้ในการคำนวณและตัดเกรด ระบบบริหารจัดการรายวิชาของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง ยังสามารถช่วยให้การประเมินผลผู้เรียนเป็นไปได้อย่างสะดวก เนื่องจากระบบบริหารจัดการรายวิชาจะช่วยทำให้การคิดคะแนนผู้เรียน การตัดเกรดผู้เรียนเป็นเรื่องง่ายขึ้น

#### 2.2.6 ลักษณะสำคัญของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ปัจจุบันนี้บริษัทหลายบริษัทพัฒนาระบบ ในหลักสูตรต่างๆ ที่เปิดให้บริการ ดังนั้นจึงพอจะสรุปลักษณะสำคัญของ บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง ได้ดังนี้

### 1) Anywhere, Anytime and Anybody

หมายถึง ผู้เรียนจะเป็นใครก็ได้ มาจากที่ใดก็ได้และเรียนเวลาใดก็ได้ตามความต้องการของผู้เรียน เพราะหน่วยงานได้เปิดเว็บไซต์ให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง รวมทั้งบริการจัดทำเป็นชุด CD เพื่อใช้ในลักษณะ Offline ให้กับ โรงเรียนหรือสถานศึกษาที่สนใจ แต่ยังไม่พร้อมในระบบอินเทอร์เน็ต

### 2) Multimedia

หมายถึง สื่อที่นำเสนอในเว็บ ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ตลอดจนวีดิทัศน์ อันจะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

### 3) Non-Linear

หมายถึง ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาที่นำเสนอได้ตามความต้องการ

### 4) Interactive

หมายถึง ความสามารถของเอกสารเว็บที่มีจุดเชื่อมต่อ (Links) ย่อมทำให้เนื้อหาที่มีลักษณะได้ตอบกับผู้ใช้โดยอัตโนมัติอยู่แล้วและผู้เรียนยังมีส่วนร่วมติดต่อกับวิทยากรผ่านระบบเมล ICQ Microsoft Messenger และสมุดเยี่ยม ทำให้ผู้เรียนกับผู้สอนสามารถติดต่อกันได้อย่างรวดเร็ว

## 2.3 เครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

การพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งให้ได้เนื้อหาและรูปแบบที่น่าสนใจจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ช่วยสร้างบทเรียน โดยเครื่องมือที่ใช้สร้างก็จะเป็น โปรแกรมต่างๆ ดังนี้

### 2.3.1 โปรแกรม Macromedia Flash MX

รูปแบบการนำเสนอข้อมูลบนเว็บได้มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างรวดเร็ว จากที่มีแต่การแสดงผลภาพนิ่งธรรมดา ได้มีการนำภาพเคลื่อนไหวเข้ามาประกอบ รวมทั้งเอฟเฟ็คพิเศษต่างๆ ทำให้การนำเสนอข้อมูลเปลี่ยนไปและทำให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้ชมได้มากกว่าเดิม

การเปลี่ยนแปลงในการนำเสนอข้อมูลบนเว็บทำให้พัฒนาเว็บไซต์ได้หาวิธีในการนำเสนอข้อมูลที่ดึงดูดความสนใจ มีลูกเล่นที่หลากหลาย ทั้งภาพและเสียงแต่การนำเสนอข้อมูลแบบนี้ก็เกิดปัญหาขึ้นเพราะการนำเสนอข้อมูลโดยการใช้ลูกเล่นต่างๆ นั้นต้องใช้เทคนิคในการเขียน โปรแกรมที่ซับซ้อนแล้ว ยังมีผลทำให้หน้าเว็บที่สร้างมีขนาดใหญ่ด้วยซึ่งความจำกัดทางด้านความเร็วของอินเทอร์เน็ตผ่านทางสายสัญญาณ โทรศัพท์ อาจทำให้เว็บนั้น โหลดช้าจนผู้ใช้อาจไม่สามารถรอได้

จากการที่บทเรียนและเนื้อหาต่างๆ ที่เป็นบทเรียนยังมีขนาดข้อมูลเป็นจำนวนมากทำให้ผู้เรียนมองบทเรียนว่าน่าเบื่อและขาดความน่าสนใจในบางจุดและการที่ขาดครูผู้สอนมาคอยแนะนำ

และบอกกล่าวข้อสงสัยในเนื้อหาต่างๆ ดังนั้นการใช้ภาพและสื่อต่างๆ มาช่วยสร้างความกระจ่างให้กับเนื้อหาในส่วนนั้นๆ ซึ่งโปรแกรม Macromedia Flash MX เป็นส่วนหนึ่งที่น่ามาใช้ช่วยในการสร้าง ซึ่งตัวโปรแกรมมีเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการใช้งานบนหน้าเว็บ พร้อมกับความสะดวกในระบบสื่อสาร เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อพัฒนา และนำเสนองานประเภทภาพเคลื่อนไหวงานกราฟฟิก สื่อมัลติมีเดีย รวมทั้งเอฟเฟคพิเศษต่างๆ และยังสามารถใช้บรรยาย การทำงานของอุปกรณ์ ระบบต่างๆ ภายในภาพ ถึงเรื่องราวต่างๆ ได้ดีกว่าภาพนิ่งธรรมดาทั่วไป ซึ่งทำให้การนำเสนอข้อมูลและเนื้อหาต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปและมีความน่าสนใจดึงดูดผู้เรียนให้สนใจในเนื้อหาวิชามากขึ้นกว่าบทเรียนธรรมดาทั่วไปจากกล่าวถึงประโยชน์ของการนำโปรแกรม Macromedia Flash MX มาใช้ในการสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งได้ว่า

#### 1) ใช้ตกแต่งภาพ

ใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX ตกแต่งภาพให้มีสีสันสวยงามน่าสนใจ

#### 2) ใช้ สร้างภาพเคลื่อนไหว

ใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX สร้างภาพเคลื่อนไหวต่างๆ ทำให้เห็นการทำงานของอุปกรณ์วงจรระบบต่างๆ ที่ยากต่อการเขียนบรรยายให้เข้าใจได้และช่วยให้ลดการเขียนบรรยายเนื้อหาหลง

#### 3) ใช้สร้างลูกเล่นใส่ให้กับภาพและตัวอักษร

ใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX สร้างลูกเล่นใส่ให้กับภาพและตัวอักษรบนเนื้อหา

#### 4) ใช้สร้างเครื่องมือและตัวช่วย

ใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX สร้างเครื่องมือและตัวช่วยเพื่อให้งานบนบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งมีความสะดวกมากขึ้น

#### 5) ใช้สร้างเครื่องมือที่ใช้ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน

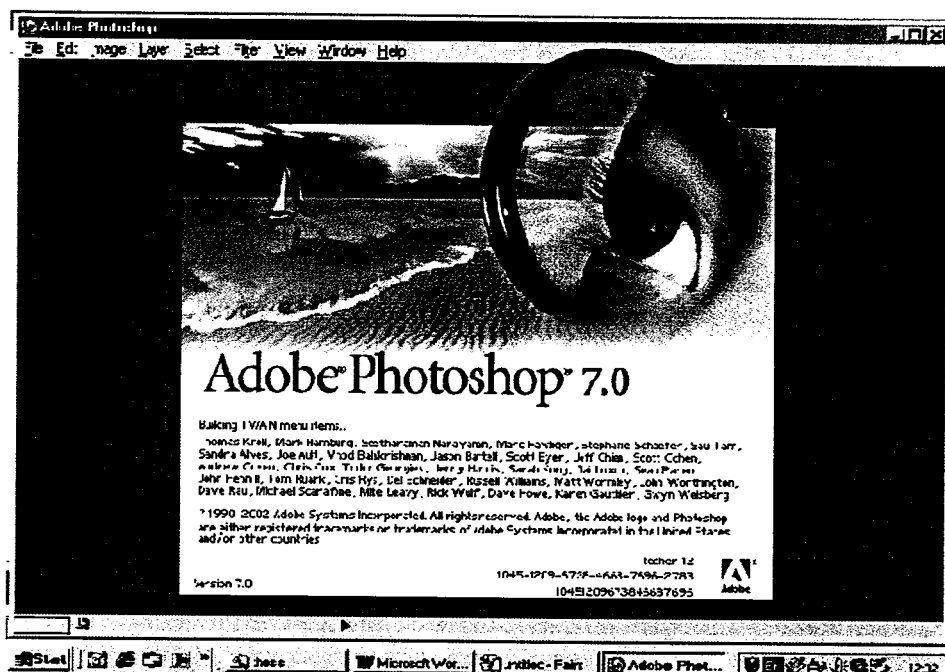
ใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX สร้างเครื่องมือที่ใช้ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานบทเรียน ทำให้การเรียนน่าสนใจ

#### 6) ชิ้นงานที่ได้มีขนาดเล็ก

ชิ้นงานที่ได้จากการใช้ โปรแกรม Macromedia Flash MX มีขนาดเล็กและไม่สร้างปัญหาเมื่อต้องนำมาเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต

### 2.3.2 โปรแกรม Adobe Photoshop 7.0

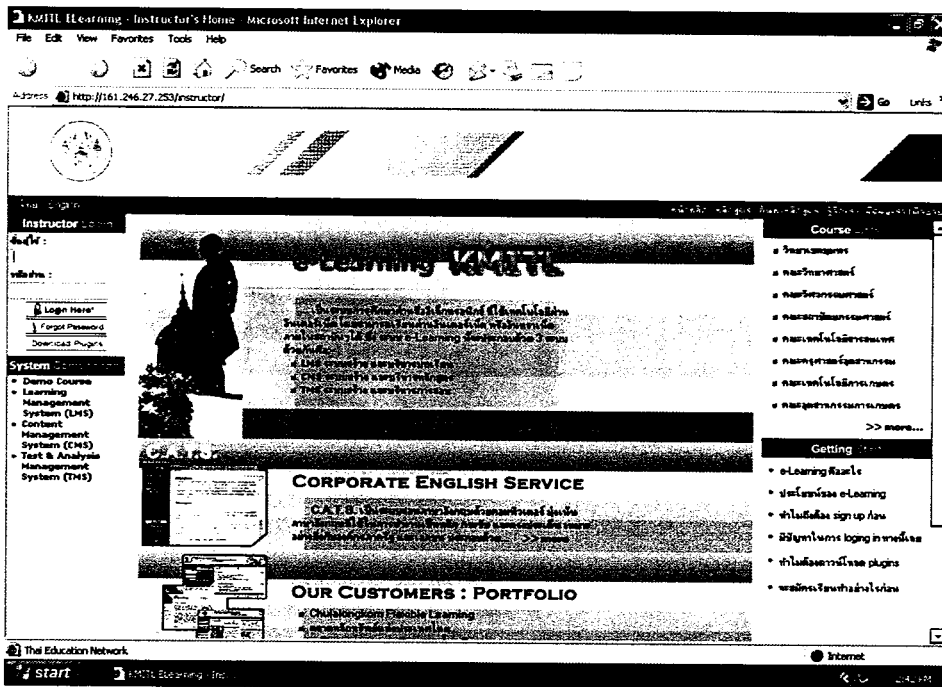
เนื่องจากการสร้างบทเรียนบนอินเทอร์เน็ตนอกจากเนื้อหาที่ดีแล้วผู้ใช้งานยังสนใจในส่วนของความน่าใช้งาน สบายตา อีกด้วยดังนั้นการสร้างงานบนอินเทอร์เน็ตต้องอาศัยโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 ในการสร้างภาพที่มีความสวยงามและใช้ตกแต่งภาพให้น่าสนใจอีกด้วย



รูปที่ 2.1 หน้าเริ่มใช้งาน โปรแกรม Adobe Photoshop 7.0

### 2.3.3 บทเรียนอี-เลิร์นนิ่งระบบ TEN

การสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งด้วยระบบ TEN ต่างจากการเรียนผ่านเว็บโดยทั่วไป จะช่วยในการเรียนของผู้เรียนที่สามารถเรียนผ่านระบบเครือข่ายได้ตลอดเวลา ประกอบกับผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบผ่านระบบเครือข่ายได้ทำให้เกิดความสะดวกทั้งผู้เรียนและผู้สอน อีกทั้งระบบ TEN ยังมีส่วนของระบบจัดการบริหารรายวิชาเกี่ยวกับผู้เรียนและเวลาที่เรียน ช่วยให้ผู้สอนสามารถติดตามผลการเรียนและทราบรายละเอียดการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้สามารถเข้าใช้งานได้ที่ <http://161.246.27.253/instructor/>



รูปที่ 2.2 หน้าจอที่เข้าสู่ระบบ

ส่วนประกอบของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งระบบ TEN

### 1) ระบบบริหารหลักสูตร (CMS)

ระบบบริหารจัดการรายวิชา ออกแบบไว้เพื่อให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งเครื่องมือและระดับของสิทธิในการเข้าใช้ที่จัดหาไว้ให้ก็จะมีความแตกต่างกันไปตามแต่การใช้งานของแต่ละกลุ่ม ตามปรกติแล้วเครื่องมือที่ระบบบริหารจัดการรายวิชาต้องจัดหาไว้ให้กับผู้ใช้ ได้แก่ พื้นที่และเครื่องมือสำหรับการช่วยผู้เรียนในการเตรียมเนื้อหาบทเรียน พื้นที่และเครื่องมือสำหรับการทำแบบทดสอบ แบบสอบถาม การจัดการกับแฟ้มข้อมูลต่างๆ นอกจากนี้ระบบบริหารจัดการรายวิชาที่สมบูรณ์จะจัดหาเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารไว้สำหรับผู้ใช้ระบบ บางระบบก็ยังจัดหาองค์ประกอบพิเศษอื่นๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้อีกมากมาย เช่น การจัดให้ผู้ใช้สามารถเข้าดูคะแนนการทดสอบ คุณติติการเข้าใช้งานในระบบ เป็นต้น

ระบบบริหารหลักสูตรของ TEN ช่วยให้เจ้าของหลักสูตรหรือผู้สอนสามารถแปลงองค์ความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้เป็นหลักสูตรออนไลน์ที่น่าสนใจ สามารถจัดหน้าจอได้ยืดหยุ่นหลากหลายรูปแบบ เพื่อเจ้าของหลักสูตรสามารถประยุกต์ให้เข้ากับเนื้อหาที่ต้องการ

นอกจากนี้ TEN ยังมีผู้เชี่ยวชาญที่พร้อมที่จะให้คำแนะนำปรึกษาในการสร้างหลักสูตร เช่น ข้อมูลชนิดใดควรใช้สื่อประเภทใด และให้บริการในการนำข้อมูลที่ผู้สอนมีอยู่ในรูปแบบสื่อต่างๆ

เช่น ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว สไลด์ฟรีเซ็นเทชั่น สไลด์มัลติมีเดีย วิดีโอ เข้ามาประกอบกันเป็นแบบสื่อผสม (multimedia) จนเป็นหลักสูตรที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ในแต่ละวิชา ทำให้เจ้าของหลักสูตรสามารถสร้างหลักสูตรของตนได้ง่าย ๆ บนระบบอี-เลิร์นนิ่ง แม้ว่าจะไม่มีความรู้ทางด้าน HTML เลย ประกอบด้วยเนื้อหาสารสนเทศที่ผู้สอนเตรียมไว้ ซึ่งองค์ประกอบของเนื้อหาที่สำคัญ ได้แก่

#### 1.1) โหมดเพจ หรือ เว็บเพจ

องค์ประกอบแรกของเนื้อหาในโหมดประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ต่อไปนี้คือ

- 1.1.1) คำประกาศ/คำแนะนำ การเรียนทางบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งโดยรวม
- 1.1.2) ระบบสำหรับใส่ชื่อผู้เรียนและรหัสผ่าน สำหรับเข้าใช้ระบบ (Login)
- 1.1.3) รายละเอียดเกี่ยวกับโปรแกรมสำหรับการเรียกดูเนื้อหา
- 1.1.4) ชื่อหน่วยงานและวิธีการติดต่อกับหน่วยงาน ที่รับผิดชอบ
- 1.1.5) แสดงวันที่และเวลาที่ทำการปรับปรุงแก้ไขเว็บไซต์ครั้งล่าสุด
- 1.1.6) แลนเตอร์เพื่อนับจำนวนผู้เรียนที่เข้ามาเรียน

#### 1.2) หน้าแสดงรายชื่อวิชา

หลังจากที่ผู้เรียน ได้มีการเข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะแสดงชื่อรายวิชาทั้งหมดที่ผู้เรียนมีสิทธิ์เข้าเรียนในลักษณะ บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

#### 1.3) เว็บเพจแรกของรายวิชาซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

- 1.3.1) คำประกาศ / คำแนะนำ การเรียนทางบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เฉพาะรายวิชา
- 1.3.2) รายชื่อผู้สอนและรายละเอียดรวมทั้งวิธีการติดต่อผู้สอน เช่น E-mail address ของผู้สอน โหมดเพจส่วนตัวของผู้สอน
- 1.3.3) ประมวลรายวิชา (Syllabus) ส่วนที่แสดงภาพรวมของคอร์ส สังเขปรายวิชา วิธีการเรียน วัตถุประสงค์ และเป้าหมายของวิชา สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนในการเรียน กำหนดการส่งงานที่ได้รับมอบหมาย วิธีหรือ เกณฑ์การประเมิน การกำหนดกิจกรรมหรืองานให้ผู้เรียนทำไม่ว่าจะเป็นในลักษณะรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยรวมทั้งการกำหนดวันและเวลาการส่งงาน
- 1.3.4) ห้องเรียน (Class) ได้แก่ บทเรียน หรือ คอร์สแวร์ ซึ่งผู้สอนได้จัดทำไว้สำหรับผู้เรียนนั่นเอง สามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะของสื่อที่ใช้นำเสนอเนื้อหา
- 1.3.5) เว็บเพจสนับสนุนการเรียน (Resource) เชื่อมโยงไปยังห้องสมุดหรือฐานข้อมูลงานวิจัยต่างๆ
- 1.3.6) ความช่วยเหลือ (Help) มีเครื่องมือสืบค้น (Search) เพื่อการค้นหาข้อมูล

1.3.7) รายวิชาอื่นๆ (Other Course) กรณีที่ผู้เรียนมีการลงทะเบียนเรียนในวิชาที่ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหาในบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งไว้มากกว่า 1 รายวิชา สามารถลิงค์เพื่อกลับไปยังเมนูที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกไปเรียนยังห้องเรียนอื่นๆ

1.3.8) เว็บไซต์คำถามคำตอบที่พบบ่อย (FAQs)

1.3.9) เชื่อมโยงไปยังส่วนของการจัดการการสอนด้านอื่นๆ (Management) มีการเชื่อมโยงไปยังหน้าของแบบทดสอบ แบบสอบถาม ผลการทดสอบ รวมทั้งสถิติต่างๆ ที่อนุญาตให้ผู้ใช้งานเข้าไปดูได้ ซึ่งในส่วนของการสอบถาม การประเมินผลและการคำนวณสถิติต่างๆ

1.3.10) การออกจากระบบ (Logout)

## 2) ระบบการบริหารการเรียนการสอน (LMS)

ระบบบริหารการเรียนการสอน หรือ LMS ของ TEN เป็นระบบที่จัดการเกี่ยวกับหลักสูตรที่เปิดสอน การนำเสนอรายละเอียดของหลักสูตร การลงทะเบียนวิชา การอนุมัติการเข้าเรียน การบันทึกเวลา การชำระเงิน ฯลฯ โดยข้อมูลทุกอย่างจะถูกจัดเก็บและเชื่อมต่อกันในฐานข้อมูลเดียวกัน ทุกหลักสูตรที่วางไว้บนระบบ LMS ของ TEN ทั้งผู้เรียนและผู้สอนจึงสามารถติดตามความก้าวหน้าในการเรียนและประเมินผลได้ตลอดเวลา

## 3) ระบบสอบและประมวลผล (TAMS)

TEN ได้พัฒนาระบบการสอบแบบออนไลน์ ทั้งข้อสอบแบบปรนัยและอัตนัย โดยข้อสอบสามารถเป็นสื่อรูปแบบต่าง ๆ ได้ทั้งข้อความ เสียง ภาพ ฯลฯ ข้อสอบจะถูกจัดเก็บในคลังข้อสอบและสุ่มเรียกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยระบบการสอบผ่านคอมพิวเตอร์นี้ผู้สอบจะสามารถทราบผลสอบในทันทีและยังมีส่วนการวิเคราะห์จุดอ่อนของผู้สอบ ทำให้ผู้สอบสามารถกลับไปทบทวนเนื้อหาส่วนที่ยังไม่เข้าใจ เพื่อการพัฒนาตนเองอย่างตรงเป้าหมาย

รูปแบบแบบทดสอบความรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1) จัดให้มีแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน เนื้อหาที่นำเสนอจำเป็นต้องมีการจัดหาแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจไว้ด้วยเสมอ ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีแบบฝึกหัด เพื่อตรวจสอบว่าตนเข้าใจและรอบรู้ในเรื่องที่ศึกษาด้วยตนเองมาแล้วหรือไม่อย่างไร

3.2) จัดให้มีแบบทดสอบผู้เรียน แบบทดสอบสามารถอยู่ในรูปของแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรือหลังเรียนก็ได้ ระบบบริหารจัดการรายวิชาทำให้ผู้สอนสามารถออกข้อสอบของผู้สอนได้หลากหลายลักษณะกล่าวคือ ผู้สอนสามารถออกแบบการประเมินผลในลักษณะของอัตนัย ปรนัย ถูกผิด การจับคู่ ในลักษณะคลังข้อสอบไว้เพื่อเลือกในการนำกลับมาใช้ หรือปรับปรุงแก้ไขใหม่ได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้ระบบบริหารจัดการรายวิชาของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง จะช่วยทำให้การคิดคะแนนผู้เรียน การตัดเกรดผู้เรียนเป็นเรื่องง่ายขึ้น

## บทที่ 3

### การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

#### 3.1 กล่าวนำ

ในการสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก รหัสวิชา 0335606 ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หลักสูตรพุทธศักราช 2547 มีองค์ประกอบที่วิจัยผู้วิจัยใช้ในการได้ดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

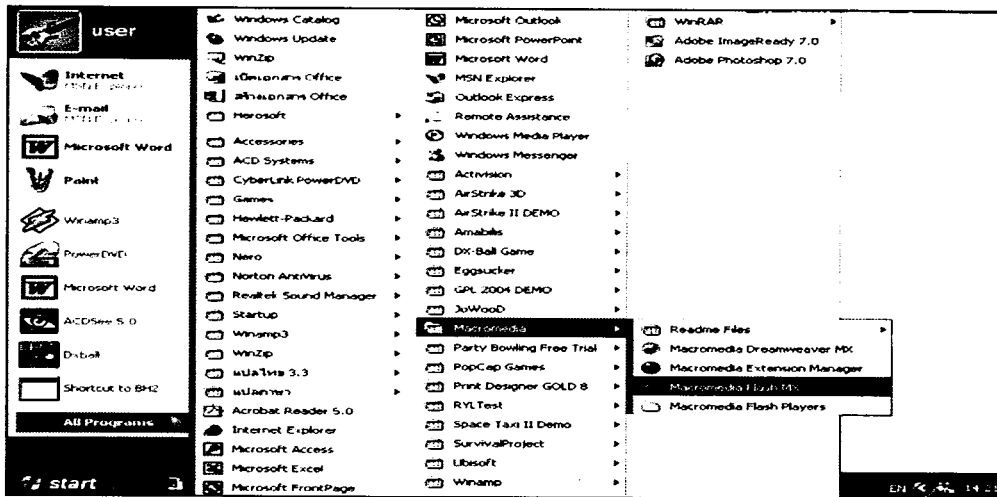
1. การสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก
2. การสร้างแบบทดสอบท้ายบทบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก
3. การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

#### 3.2 การสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

##### 3.2.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งและการสร้างภาพเคลื่อนไหว

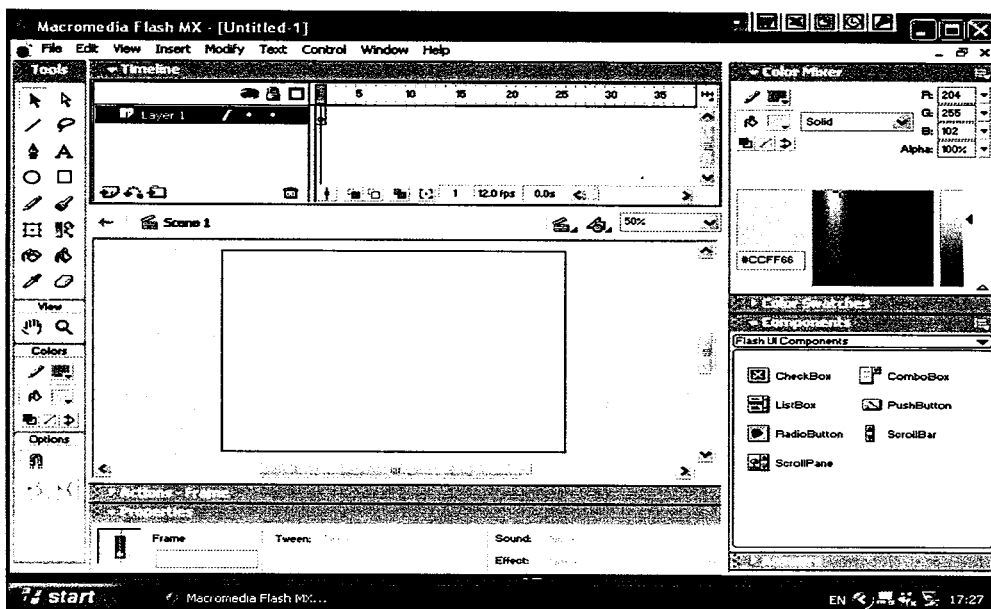
ทำการศึกษาการทำงานของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งรวมถึงการศึกษาสร้างภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่จะสร้างไว้ใช้งานในบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง โปรแกรม Flash MX เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟฟิก และมัลติมีเดียร์ต่าง ๆ ลักษณะของภาพที่ได้มีความสมจริงและสวยงาม การสร้างบทเรียนสามารถทำได้ดังนี้

- 1) การเข้าโปรแกรม Flash MX ดังรูปที่ 3.1
  - 1.1) Click mouse ที่ปุ่ม Start
  - 1.2) เลือกคำสั่ง Program>Macromedia>Macromedia Flash MX จะปรากฏหน้าต่าง Macromedia Flash MX ขึ้น



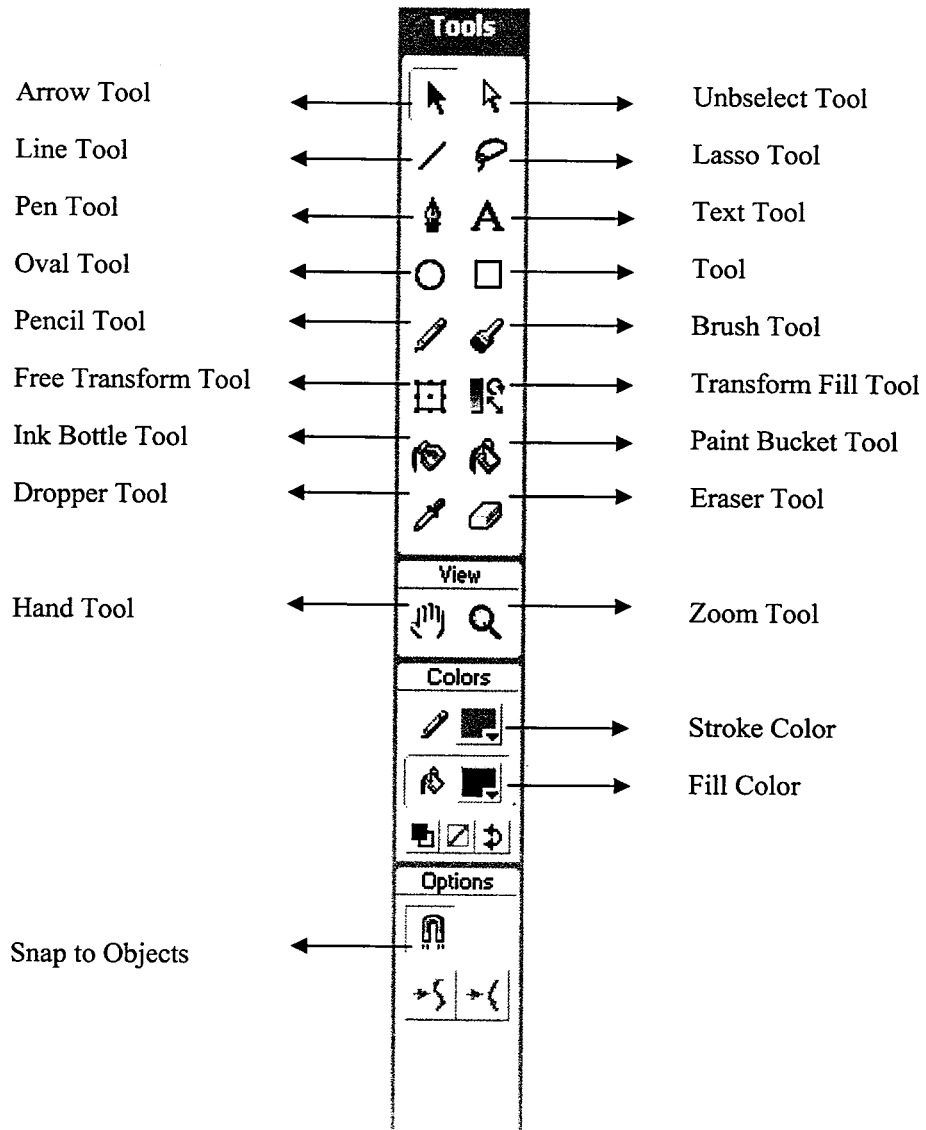
รูปที่ 3.1 การเข้าโปรแกรม Flash MX

2) หน้าตาของโปรแกรม Flash MX จะแสดงเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างเนื้อหาและรูปภาพเคลื่อนไหว ดังนี้



รูปที่ 3.2 หน้าตาของโปรแกรม Flash MX

3) กล่องเครื่องมือ (Tools) ประกอบไปด้วยเครื่องมือที่สำคัญมากสำหรับใช้ในการตกแต่งภาพ และข้อความต่างๆ เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีลักษณะตามที่ต้องการของโปรแกรม Flash MX ดังแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 Tool Box ของโปรแกรม Flash MX

ไอคอนต่างๆ ของกล่องเครื่องมือมีรายละเอียดในการทำงานดังนี้

3.1) Arrow Tool คือเครื่องมือสำหรับเลือกชิ้นงานทั้งหมดหรือเลือกเฉพาะบางส่วนและสามารถเคลื่อนที่ได้ตามต้องการ

3.2) Unbselect Tool คือเครื่องมือที่ใช้ตัดแปลงรูปทรงของชิ้นงานโดยทำให้ขอบของงานบิดเบี้ยวไปตามที่ต้องการ

3.3) Line Tool คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับการลากเส้นให้เป็นเส้นตรง

3.4) Lasso Tool คือเครื่องมือที่ใช้ปรับแต่งภาพได้อย่างอิสระ สามารถทำให้ภาพมีความนุ่มนวลมากขึ้น และมีความยืดหยุ่นสูง

3.5) Pen Tool คือเครื่องมือที่ใช้ลากเส้น และส่วนโค้งต่างๆ

3.6) Text Tool คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับพิมพ์ตัวอักษร และสามารถทำให้อักษรมีขนาดเล็กหรือใหญ่ได้

3.7) Oval Tool คือเครื่องมือที่ใช้วาดรูปวงกลม และวงรีในลักษณะต่างๆ

3.8) Rectangle Tool คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับวาดรูปสี่เหลี่ยม

3.9) Pencil Tool คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับวาดภาพ เน้นทางด้าน การปรับแต่งเส้นแบบร่าง หรือการขีดเส้น

3.10) Free Transform Tool คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับเปลี่ยนชนิดของชิ้นงาน

3.11) Transform Fill Tool คือเครื่องมือที่ใช้ปรับแต่งการไล่โทนสีแบบ Linear

3.12) Ink Bottle Tool คือเครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนสีเส้นของขอบภาพ

3.13) Dropper Tool คือเครื่องมือที่ใช้เก็บสีภาพที่ต้องการนำมาใช้นอกจากสีเดิม

3.14) Eraser Tool คือเครื่องมือที่ใช้ลบส่วนที่ไม่ต้องการของภาพออก

3.15) Hand Tool คือเครื่องมือที่ใช้ในการจับชิ้นงานให้เลื่อนไปตามต้องการได้

3.16) Zoom Tool คือเครื่องมือที่ใช้ย่อภาพและขยายภาพ

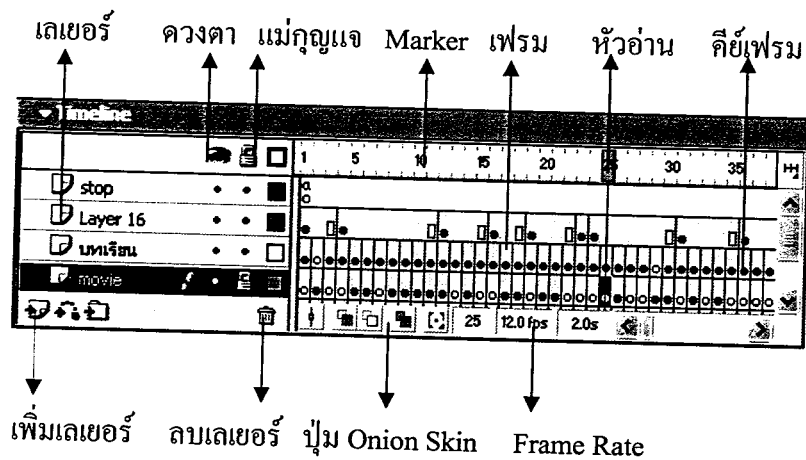
3.17) Stroke Color คือเครื่องมือที่ใช้เลือกสีตามต้องการ

3.18) Fill Color คือเครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนสีพื้น

3.19) Snap to Objects คือเครื่องมือที่ใช้หาจุดสัมผัสของเส้นตรงหรือเส้นโค้งให้สัมผัสกับเส้นอื่นๆ ได้

3.20) Paint Bucket Tool คือเครื่องมือที่ใช้เลือกเติมสีให้กับชิ้นงานยกเว้นขอบรูปของชิ้นงาน

4) หน้าต่าง Timeline ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของโปรแกรม Flash MX ซึ่งเป็นส่วนควบคุมการทำงานของชิ้นงานบนสแตจให้มีการเคลื่อนไหว หรือเปลี่ยนรูปร่างไปตามเวลาที่กำหนดไว้ด้วยหมายเลขกำกับเฟรม ส่วนประกอบของหน้าต่าง Timeline จะประกอบด้วย เลเยอร์, Marker, หัวอ่าน, คีย์เฟรม, ปุ่มควบคุมเลเยอร์, เพิ่มเลเยอร์, ลบเลเยอร์, ปุ่ม Onion Skin และ Frame Rate ดังแสดงในรูปที่ 3.4

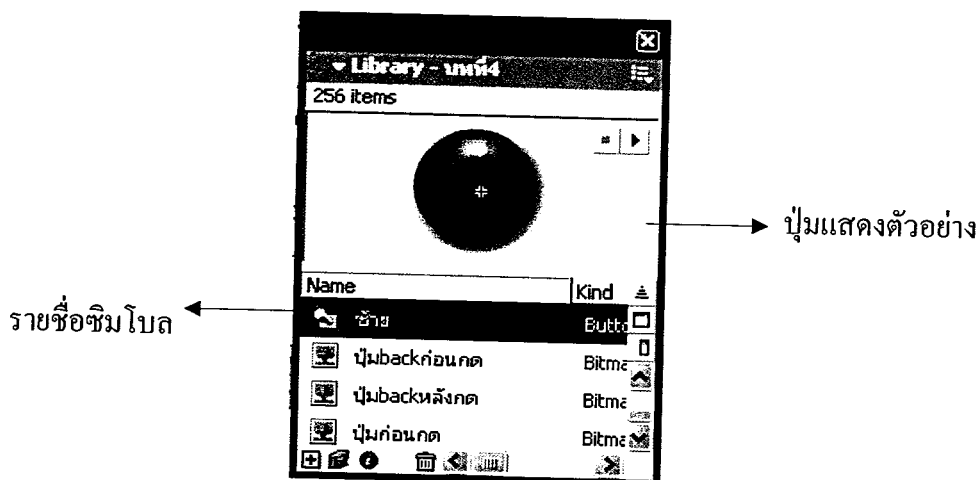


รูปที่ 3.4 แสดงหน้าต่าง Timeline

ส่วนประกอบของหน้าต่าง Timeline มีดังนี้

- 4.1) เลเยอร์ คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับแยกชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ของการสร้างภาพเคลื่อนไหว และควบคุมการเคลื่อนไหวในลักษณะต่างๆ ของซิมโบลและชิ้นงาน
- 4.2) ปุ่ม Onion Skin คือเครื่องมือที่มีคุณสมบัติของการแสดงภาพย้อนหลังแบบเฟรมต่อเฟรมอย่างเป็นลำดับ จะช่วยให้แก้ไขภาพเคลื่อนไหวในเฟรมที่ต้องการได้อย่างสะดวก
- 4.3) Marker คือหมายเลขเฟรมจะหมายถึงลำดับของเฟรมที่เรียงกันไปเรื่อยๆ
- 4.4) หัวอ่าน คือเครื่องมือที่ใช้บอกว่า ได้แสดงการเคลื่อนไหวอยู่ที่เฟรมใดในขณะนั้นหากมีการแสดงมากกว่า 1 เฟรมให้กด Enter ที่คีย์บอร์ด
- 4.5) Frame Rate คือความเร็วในการแสดงภาพเคลื่อนไหว
- 4.6) เฟรม คือช่องสี่เหลี่ยมขนาดเล็กเรียงกันเป็นแถว ทำหน้าที่แจกแจงรายละเอียดการเคลื่อนไหวของชิ้นงานที่ปรากฏบนสแตจ
- 4.7) คีย์เฟรม คือการบอกตำแหน่งให้หัวอ่านแสดงรายละเอียดของเฟรมที่มีคีย์เฟรมอยู่
- 4.8) เพิ่มเลเยอร์ คือเครื่องมือที่ใช้สร้างเลเยอร์ใหม่
- 4.9) ลบเลเยอร์ คือเครื่องมือที่ทำหน้าที่ลบเลเยอร์ที่ไม่ต้องการออก
- 4.10) ดวงตา คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับปิดชิ้นงานไม่ให้มองเห็น และสามารถสร้างชิ้นงานใหม่ขึ้นได้ในเลเยอร์เดิม
- 4.11) แม่กุญแจ คือเครื่องมือที่ทำหน้าที่ล็อกเลเยอร์ที่ต้องการ ไม่ให้เกิดการกระทำใดๆ ได้อีก

5) หน้าต่างไลบรารีเมื่อสร้างชิ้นงานขึ้นมาแล้วทำการแปลงเป็นซิมโบลหรือการนำภาพจากนอกโปรแกรมเข้ามาในโปรแกรม Flash ภาพเหล่านั้นจะถูกบรรจุอยู่ในหน้าต่างไลบรารี ภาพที่สร้างขึ้นสามารถเคลื่อนไหวได้โดยปุ่มแสดงดังอย่างคังรูปที่ 3.5

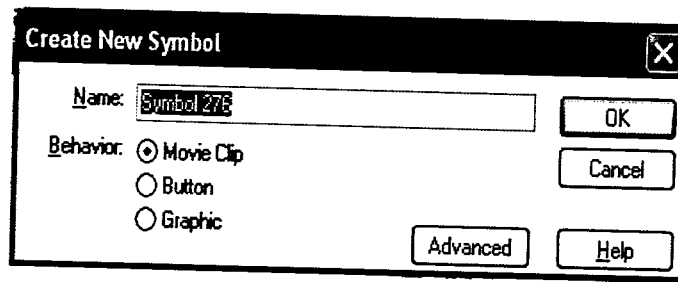


รูปที่ 3.5 แสดงหน้าต่างไลบรารี

ไอคอนต่างๆ ของซิมโบลที่อยู่ในหน้าต่างไลบรารีมีดังนี้

- 5.1) ไอคอนประจำตัวของซิมโบลประเภท Graphic
- 5.2) ไอคอนประจำตัวของซิมโบลประเภท Movie Clip
- 5.3) ไอคอนประจำตัวของซิมโบลประเภท Button
- 5.4) ปุ่มสำหรับการสร้างซิมโบลใหม่
- 5.5) ปุ่มสำหรับการกำหนดคุณสมบัติของซิมโบล
- 5.6) ปุ่มสำหรับการสร้างฟิล์มเคอร์ใหม่
- 5.7) ปุ่มสำหรับลบซิมโบล

6) หน้าต่างซิมโบลใช้ในการกำหนดภาพว่าเป็นภาพแบบใดตามที่ต้องการ ประเภทของซิมโบลแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีการใช้งานที่เป็นลักษณะเฉพาะดังรูปที่ 3.6



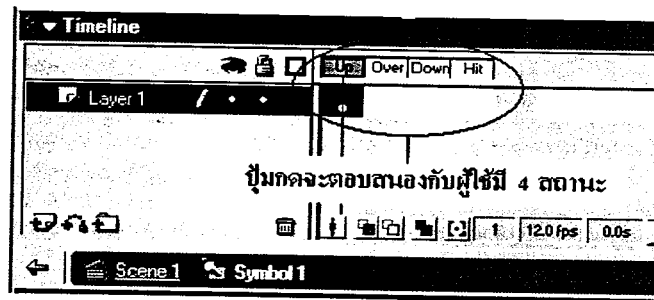
รูปที่ 3.6 แสดงหน้าต่างซิมโบล

ซิมโบลประเภทต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

6.1) Graphic เป็นซิมโบลพื้นฐานที่เป็นรูปภาพสำหรับการสร้างชิ้นงานสร้างซิมโบลชนิดอื่นๆ ซึ่งตามปกติที่มีการดึงภาพเข้ามาจากภายนอก มักจะมีการแปลงภาพจากภาพบิตแมปให้เป็นภาพแบบเวกเตอร์ ด้วยการกำหนดให้รูปภาพเหล่านั้นเป็นซิมโบลแบบ Graphic การใช้งาน ซิมโบลประเภทนี้ มักจะใช้งานเป็นภาพนิ่งหรือแบ็คกราวนด์ มากกว่าที่จะสร้างภาพเคลื่อนไหว เพราะนอกจากจะต้องกำหนดคีย์เฟรมเพิ่มเติมแล้ว การแก้ไขแต่ละเฟรมนั้นค่อนข้างจะมีความยุ่งยากพอสมควร

6.2) Movie Clip การสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยซิมโบลแบบ Movie Clip จะแตกต่างจากซิมโบลแบบ Graphic ตรงที่ซิมโบลแบบนี้ สามารถเคลื่อนไหวได้เองแม้ว่าจะจัดวางไว้บนเลเยอร์ที่มีคีย์เฟรมเดียวเท่านั้น และมักจะนำซิมโบลประเภทนี้ ไปเป็นตัวประกอบในการสร้างภาพเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นไปได้มากมาย

6.3) Button เกิดจากการนำเอาซิมโบลทั้ง 2 ประเภท มาสร้างภาพเคลื่อนไหวตามเหตุการณ์ได้ 4 อย่าง เรียกว่า 4 สถานะคือ รอกดปุ่ม (Up state) วางเมาส์บนปุ่ม (Over state) คลิกบนปุ่ม (Down state) และขอบเขตที่สามารถกดปุ่มได้ (Hit state) การสร้าง Button นี้เหมาะกับการสร้างปุ่มกด สามารถใส่ Animation และ Action Script ได้ด้วย โดยการสร้าง Symbol ประเภท Button ขึ้นมาก่อนและทำการ Double click สัญลักษณ์ ซึ่งแสดงใน Library หรือ Symbol จะสังเกตเห็นว่า Frame บน Timeline จะเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นการแสดงการตอบสนองของปุ่มกดกับผู้ใช้ โดยจะมีอยู่ 4 สถานะ ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงการสร้าง Symbol ประเภท Button

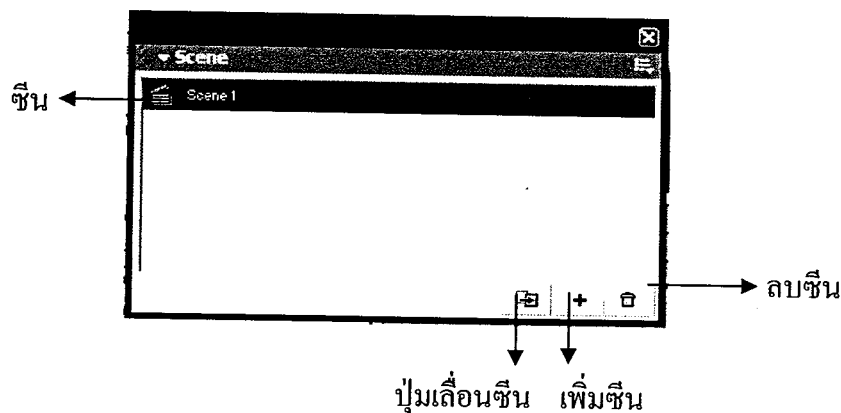
สถานะ Up คือขณะที่เมาส์ยังไม่วางบนปุ่มถูกโจ้วเอาไว้บน Stage

สถานะ Over คือขณะที่เมาส์วางบนปุ่ม โดยที่ไม่มีการกด

สถานะ Down คือขณะที่เมาส์กำลังกดลงไปที่ปุ่มและยังไม่ทำการปล่อย





สถานะ Hit คือขณะที่ปล่อยเมาส์หลังจากกดลงไปที่ให้อยู่ในสถานะเดิม

7) หน้าต่างซีน (Scene) ใช้ในการสร้างเรื่องราวที่เป็นเรื่องเดียวกันหรือเรื่องราวต่างกันได้  
ใน 1 เรื่อง อาจจะประกอบด้วยซีนหลายๆ ซีน ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงหน้าต่างซีน

ส่วนประกอบของหน้าต่างซีนมีดังนี้

- 7.1)  ไอคอนประจำตัวของซีนใช้สำหรับเก็บเรื่องราวต่างๆ
- 7.2)  ปุ่มเลื่อนซีนใช้สำหรับเลื่อนซีนใหม่หรือเลื่อนซีนจากเรื่องที่แล้ว
- 7.3)  ปุ่มเพิ่มซีนใช้สำหรับเพิ่มซีนใหม่
- 7.4)  ปุ่มลบซีนใช้สำหรับลบซีนที่ไม่ต้องการออก

### 3.2.2 ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาวิชา

หลักสูตรและเนื้อหาวิชาวงจรดิจิทัลและวงจรรรกร รหัสวิชา 0335606 เรื่องการแทนข้อมูลข่าวสารในระบบดิจิทัล เทคนิคสำหรับการออกแบบวงจรโครงข่ายสองระดับให้ประหยัด การออกแบบวงจรดิจิทัลแบบจัดหมู่ และการสร้างโดยใช้วงจรรวมดิจิทัลระดับ MSI และ LSI การลดจำนวนชิป การวิเคราะห์และออกแบบวงจรลำดับเข้าจังหวะตารางสถานะ สถานะ และไคอะแกรม การออกแบบวงจรไม่เข้าจังหวะ

### 3.2.3 วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์

วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้โดยศึกษาเนื้อหา บทที่ 1 บทนำ

- 1) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถบอกถึงประวัติของดิจิทัลได้
- 2) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายของระบบบิตและระบบดิจิทัลได้
- 3) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถบอกถึงข้อดีและข้อเสียของระบบบิตและระบบดิจิทัลได้
- 4) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของระบบบิตและระบบดิจิทัลได้
- 5) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและการทำงานของไทม์มิง ไคอะแกรมได้
- 6) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายของการสื่อสารข้อมูลในวงจรดิจิทัลได้
- 7) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายของการจัดประเภทของระบบดิจิทัลได้

บทที่ 2 การแทนข้อมูลข่าวสาร

- 1) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายถึงเลขฐานต่าง ๆ ในระบบดิจิทัลได้
- 2) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการบวก ลบเลขฐานต่าง ๆ ในระบบดิจิทัลได้
- 3) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการคอมพลิเมนต์ฐานต่าง ๆ ในระบบดิจิทัลได้
- 4) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการทำบิตให้สั้นลงในระบบดิจิทัลได้
- 5) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการแปลงไค์ดต่าง ๆ ในระบบดิจิทัลได้
- 6) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการตรวจสอบการผิดพลาดในระบบดิจิทัลได้

บทที่ 3 เทคนิคสำหรับการออกแบบวงจรโครงข่ายสองระดับให้ประหยัด

- 1) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการจัดหมู่ในระบบดิจิทัลได้
- 2) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายถึงตัวดำเนินการแบบต่าง ๆ ได้
- 3) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถลดรูปสมการด้วยทฤษฎีของบูลีนได้
- 4) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถลดรูปสมการด้วยตาราง K-Map ได้
- 5) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถลดรูปสมการด้วย Quin McCluskey ได้

บทที่ 4 การออกแบบวงจรดิจิทัลแบบจัดหมู่ระดับ MSI และ LSI

- 1) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการนำไอซีประเภท MSI และ LSI ไปใช้งานได้
- 2) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการทำงานของวงจรมัลติเพล็กซ์และวงจรมัลติเพล็กซ์ได้
- 3) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการทำงานของวงจรถ่ายรหัสและวงจรถอดรหัสได้
- 4) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการทำงานของวงจรถ่ายรหัสได้
- 5) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการทำงานของวงจรถัดคูณได้

บทที่ 5 ตารางสถานะ สถานะ และไดอะแกรมสถานะ

- 1) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของระบบลำดับได้
- 2) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการทำงานของระบบสถานะจำกัดได้
- 3) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายถึงตารางสถานะได้
- 4) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายถึงไดอะแกรมสถานะได้
- 5) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการวิเคราะห์โครงข่ายลำดับได้
- 6) เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายถึงการออกแบบโครงข่ายลำดับได้

### 3.2.4 ออกแบบหน้าจอและเขียนบทคำนิยามเรื่องของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ออกแบบหน้าจอบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งได้โดยใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX และโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 ช่วยเหลือในการออกแบบและสร้างหน้าจอ

### 3.2.5 ออกแบบส่วนประกอบภายในของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งจะประกอบด้วย

- 1) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 2) บทนำ
- 3) เนื้อหา
- 4) สรุปเนื้อหา

### 3.2.6 สร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

สร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งโดยใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX และโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0

### 3.2.7 อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทพร้อมอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทร่วมตรวจสอบบทเรียน

นำบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทพร้อมอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทร่วมตรวจสอบบทเรียน อี-เลิร์นนิ่งเพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาแก้ไขให้สมบูรณ์

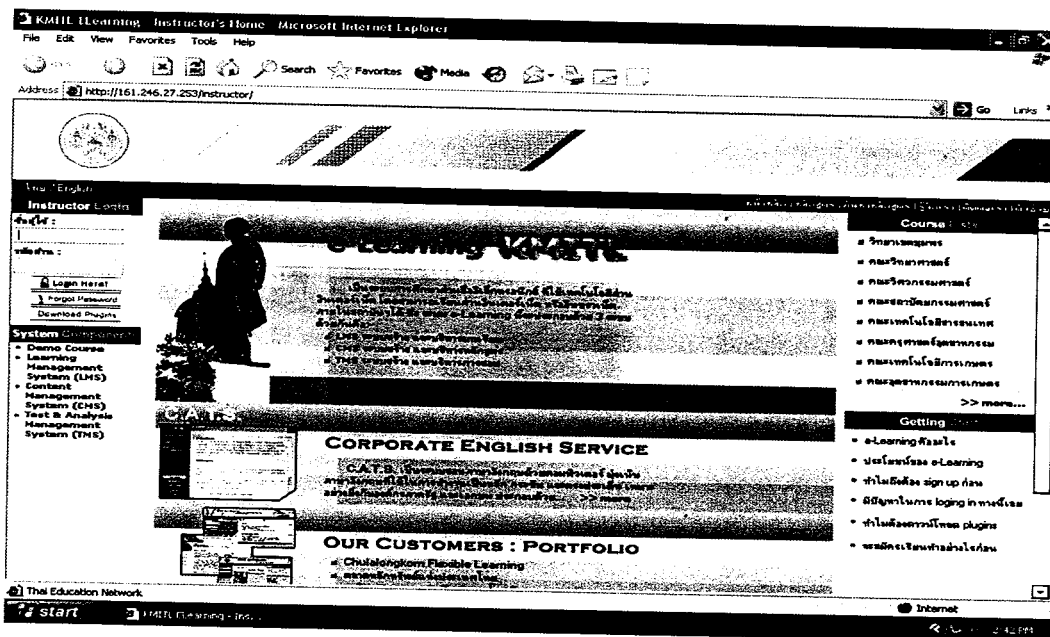
### 3.2.8 ประเมินบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

นำบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งที่สร้างเสร็จสร้างเสร็จเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมินบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก เพื่อหาคุณภาพ และข้อเสนอแนะ

### 3.2.9 นำบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก ที่สร้างขึ้นไปใช้งาน

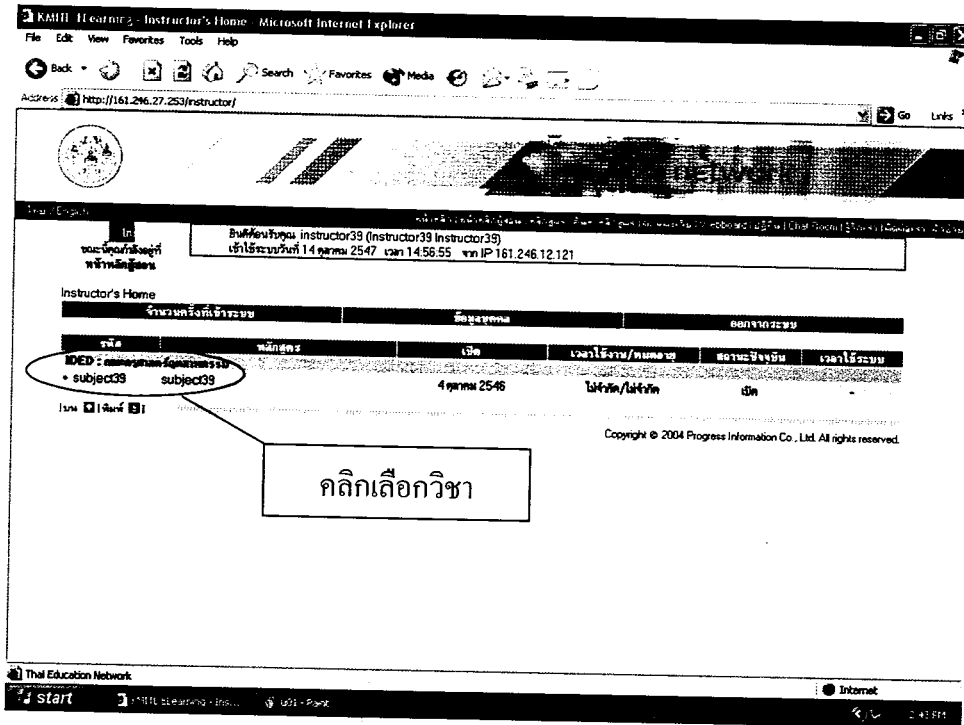
นำบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก ที่สร้างขึ้นไปใช้งานโดยบรรจุ บทเรียน ไว้ที่ <http://161.246.27.253/instructor/> และมีขั้นตอนการบรรจุเนื้อหา ดังนี้

- 1) เริ่มต้นเข้าสู่ระบบ ที่ <http://161.246.27.253/instructor/>



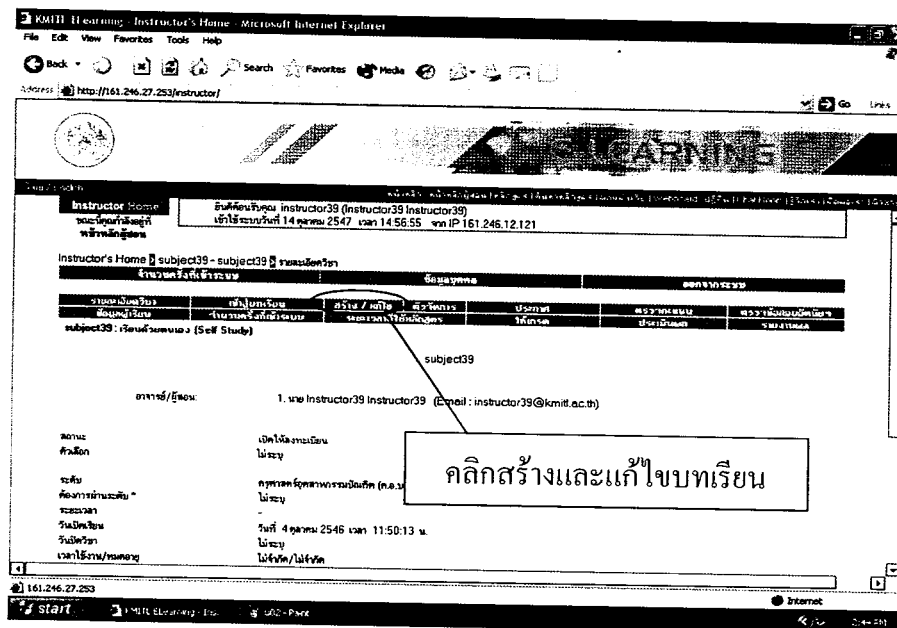
รูปที่ 3.9 หน้าจอที่เข้าสู่ระบบ

- 2) ทำการใส่ ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน เพื่อเข้าสู่หน้าเมนูวิชาของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง



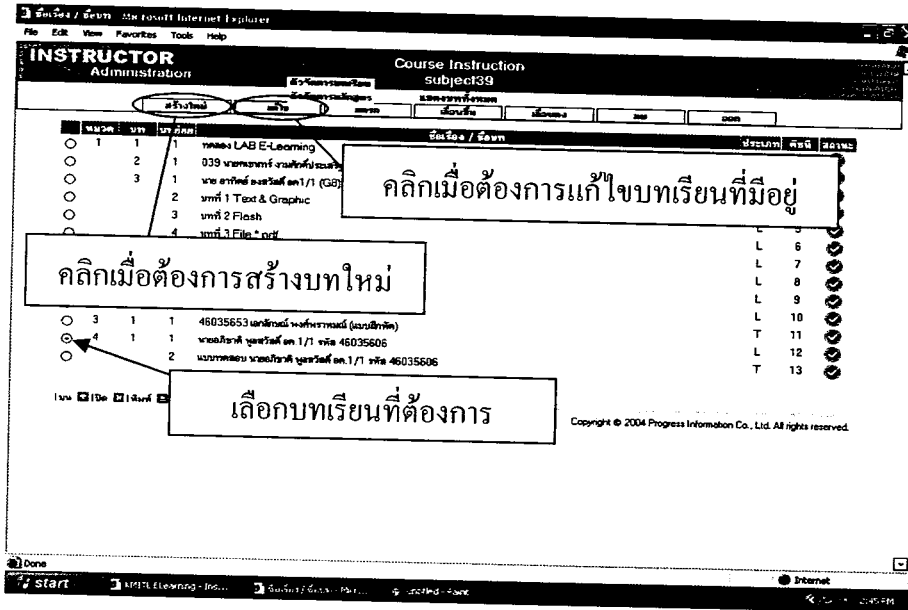
รูปที่ 3.10 วิชาที่ต้องการจะบรรจุเนื้อหา

3) ทำการสร้างและแก้ไขบทเรียนที่ต้องการจะบรรจุเนื้อหาวิชาและแบบทดสอบ



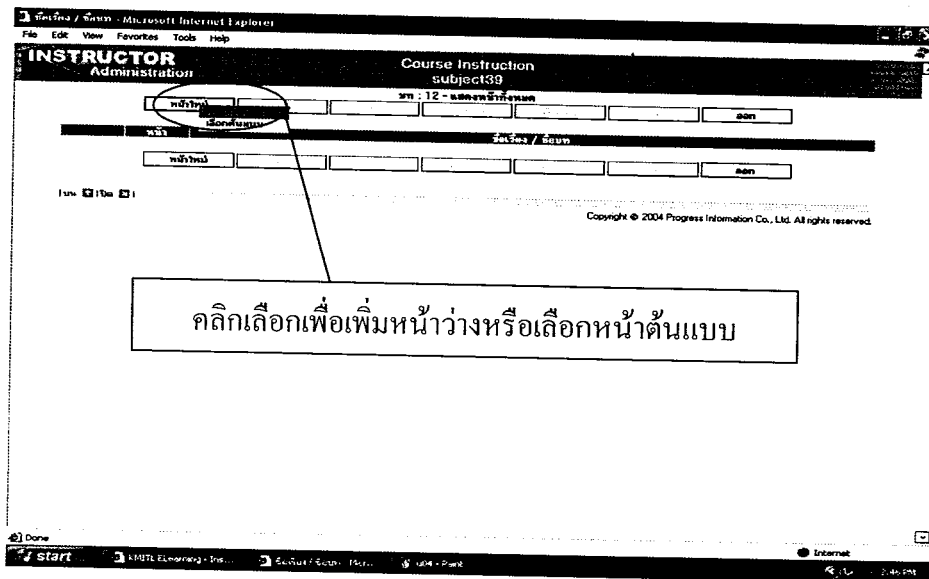
รูปที่ 3.11 รายละเอียดรายวิชา

4) สร้างหรือแก้ไขหน้าบทเรียน



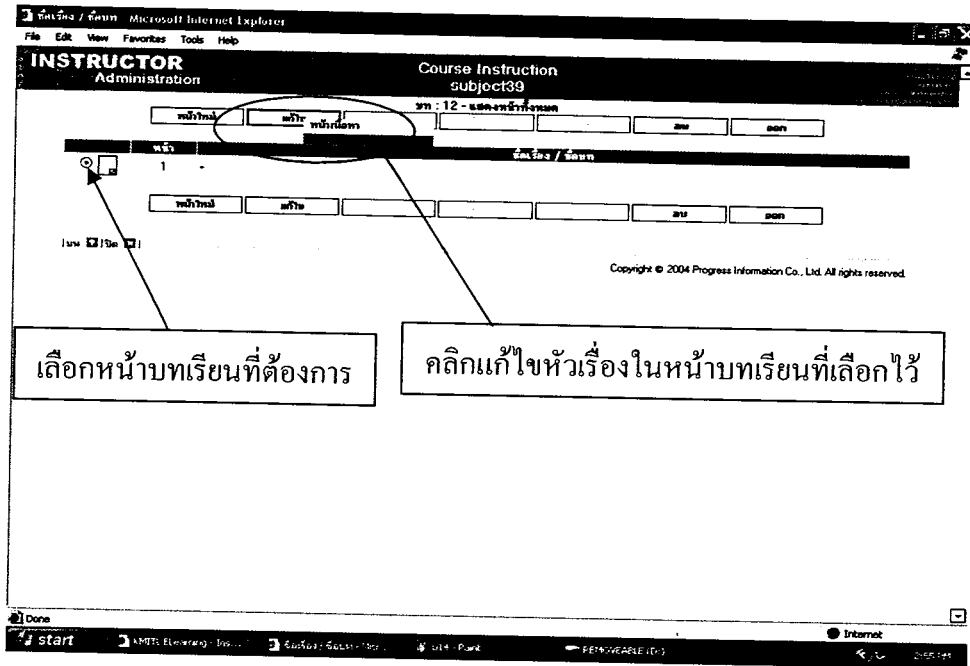
รูปที่ 3.12 หน้าสารบัญหลัก

5) เพิ่มหน้าเนื้อหา



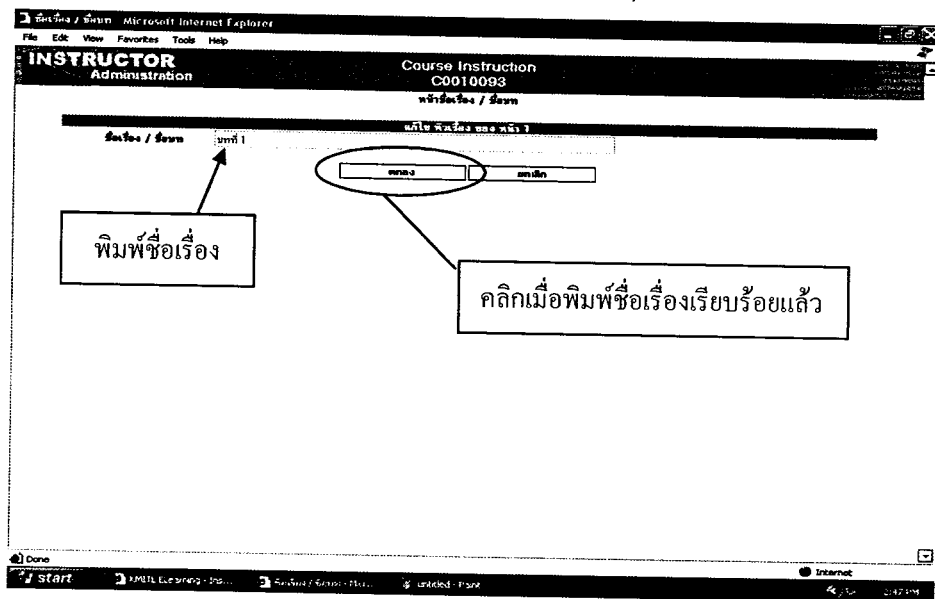
รูปที่ 3.13 การเพิ่มหน้าเนื้อหา

6) แก้ไขหัวข้อเรื่องภายในหน้าบทเรียน



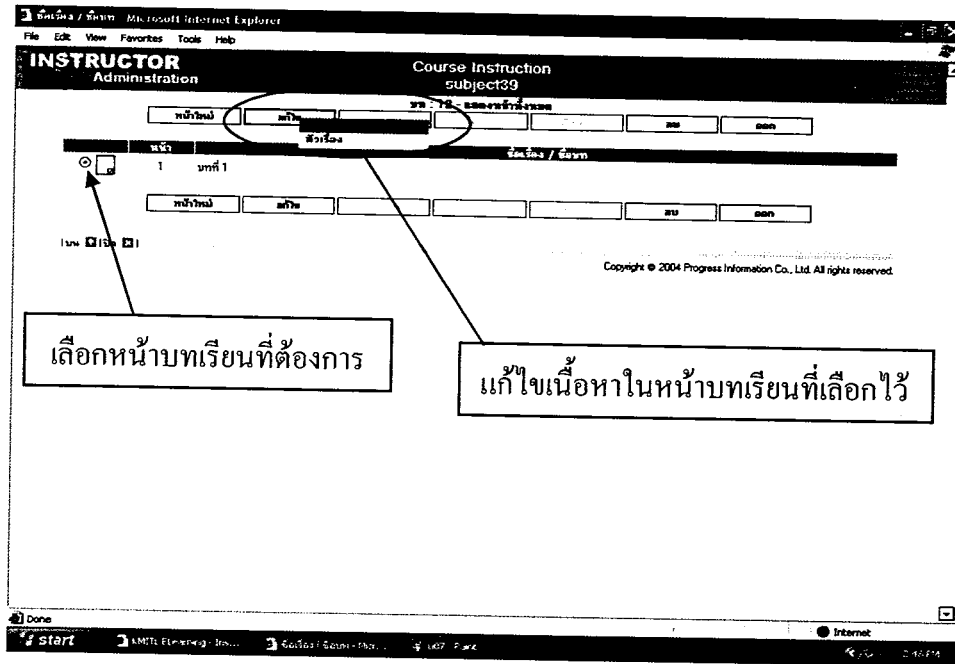
รูปที่ 3.14 การแก้ไขหน้าบทเรียน

7) พิมพ์หัวข้อเอกสาร



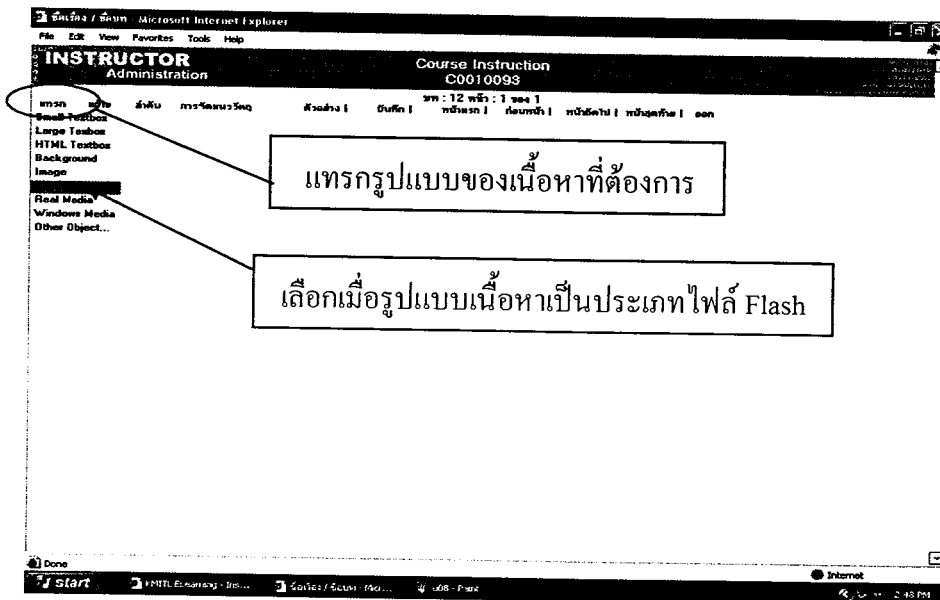
รูปที่ 3.15 การแก้ไขหัวข้อเอกสาร

8) แก้ไขเนื้อหาภายในหน้าบทเรียน



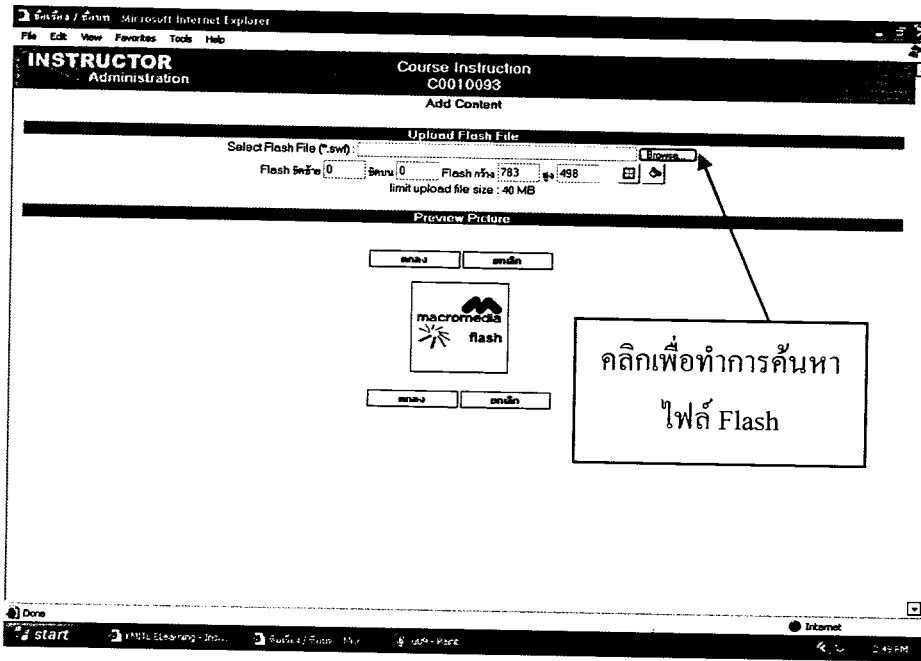
รูปที่ 3.16 แก้ไขเนื้อหาภายในหน้าบทเรียน

9) การเลือกรูปแบบเนื้อหาที่ต้องการ



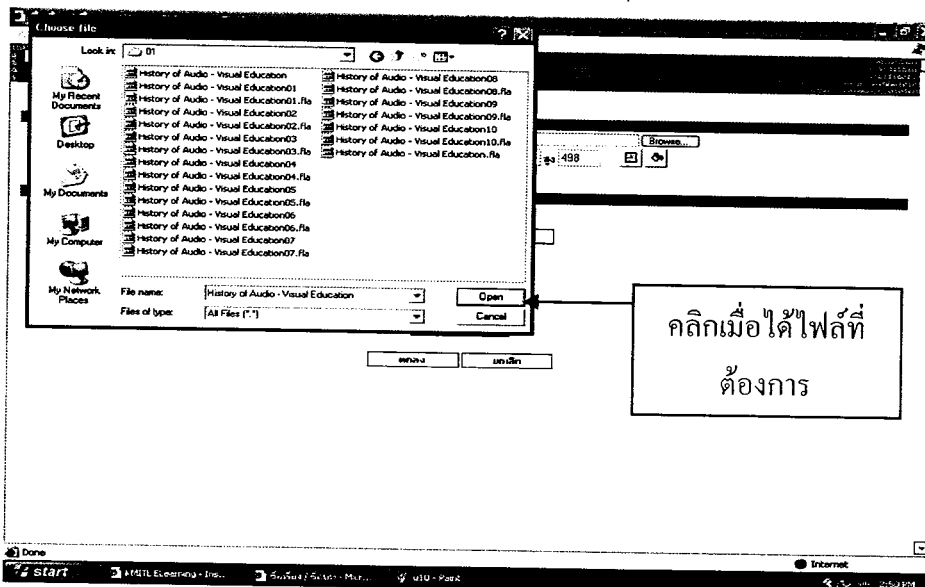
รูปที่ 3.17 การเลือกรูปแบบเนื้อหาที่ต้องการ

### 10) การแทรกเนื้อหาจากไฟล์ชนิด Flash



รูปที่ 3.18 การแทรกเนื้อหาจากไฟล์ชนิด Flash

### 11) การค้นหาไฟล์ Flash



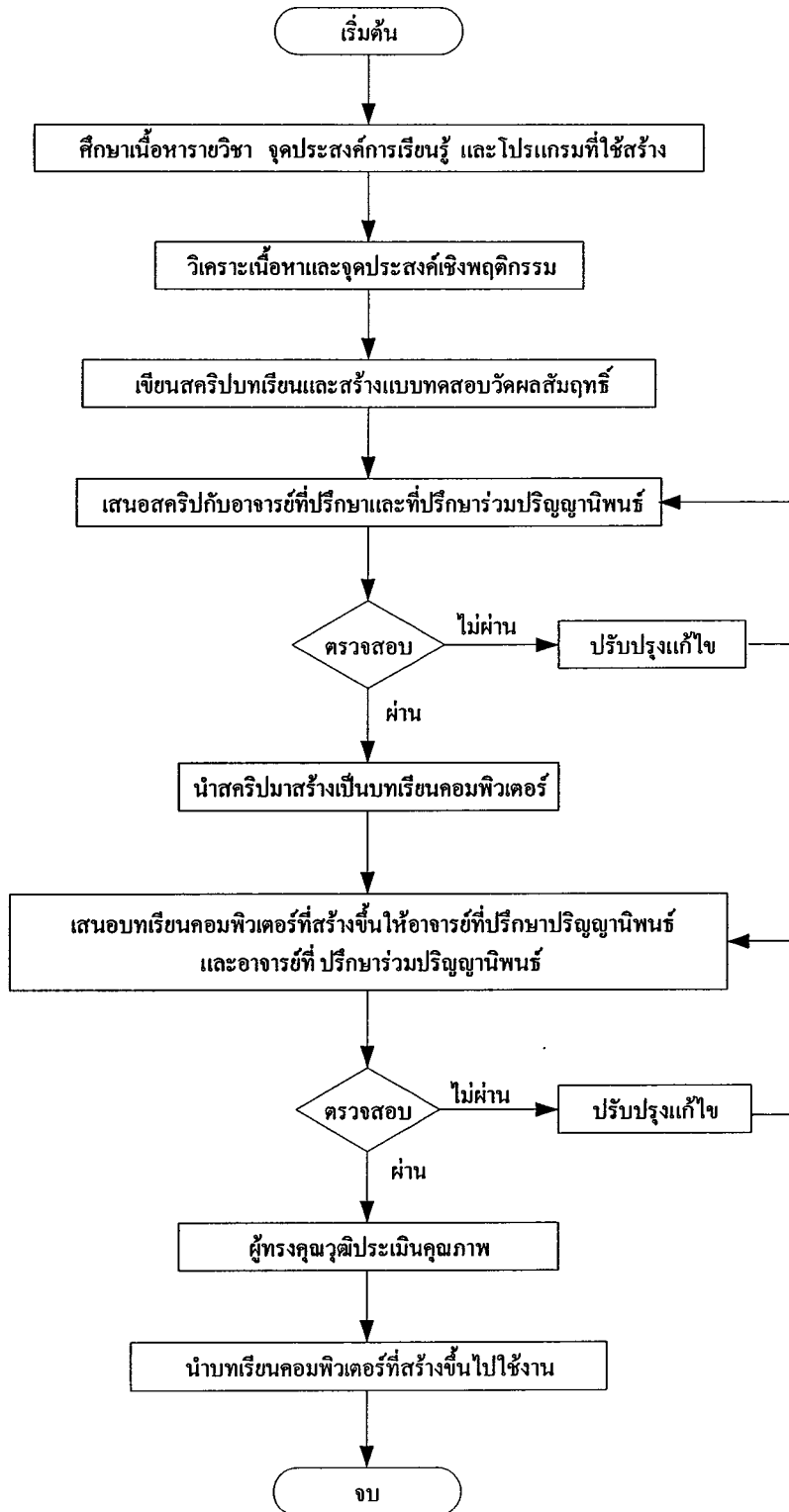
รูปที่ 3.19 การค้นหาไฟล์ Flash



14) การออกจากหน้าเนื้อหาเมื่อทำการใส่เนื้อหาในหน้านี้เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 3.22 การออกจากหน้าเนื้อหา



รูปที่ 3.23 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

## 3.2 การสร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียนวิชาวงจรถิศจิตตอลและวงจรรทรก

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียนดังนี้

### 3.2.1 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวงจรถิศจิตตอลและวงจรรทรก

ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาการออกแบบวงจรถิศจิตตอลและวงจรรทรกเพื่อนำไปจัดทำเป็นแบบทดสอบท้ายบทเรียนต่อไป

### 3.2.2 สร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียนวิชาวงจรถิศจิตตอลและวงจรรทรก

เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกได้ 0 คะแนน

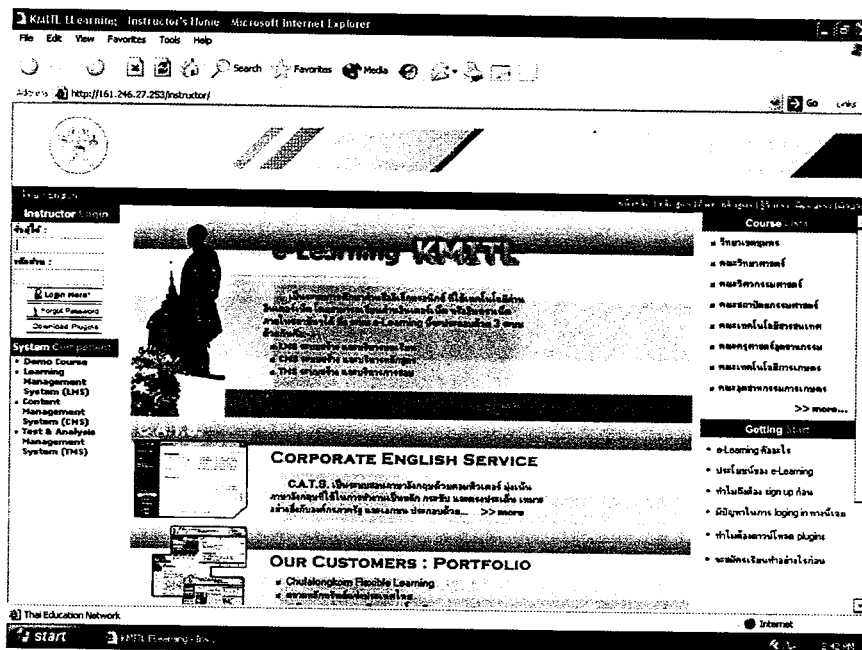
### 3.2.3 ตรวจสอบร่างแบบทดสอบ

นำแบบทดสอบท้ายบทเรียนที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์ร่วมตรวจสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง

### 3.2.4 นำแบบทดสอบท้ายบทที่สร้างขึ้นไปใช้งาน

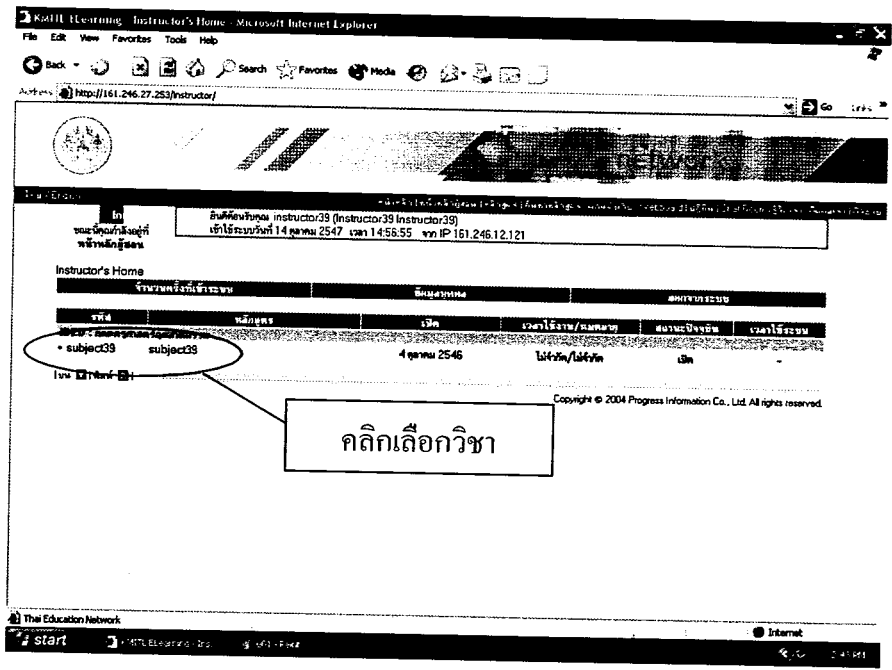
โดยมีขั้นตอนการบรรจุแบบทดสอบลงบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งดังนี้

- 1) เริ่มต้นเข้าสู่ระบบ ที่ <http://161.246.27.253/instructor/>



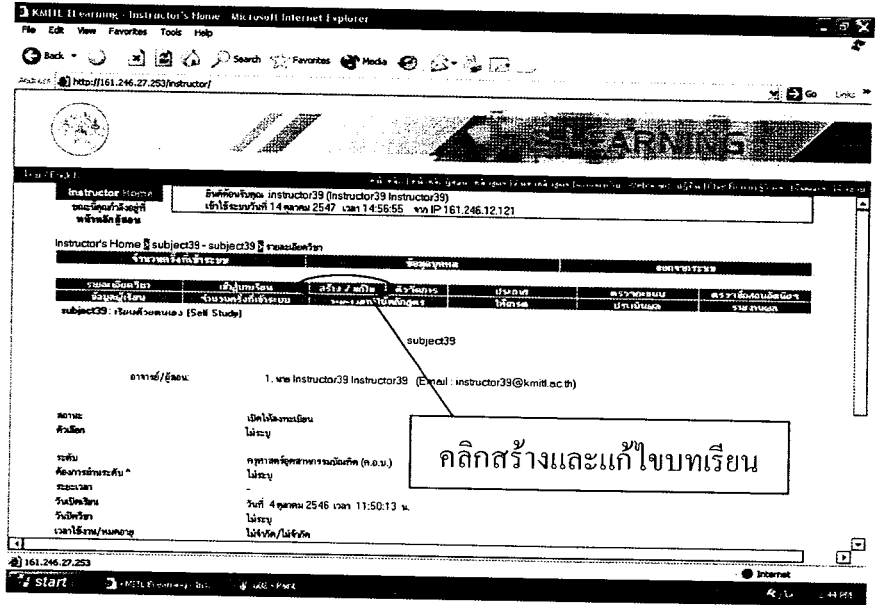
รูปที่ 3.24 หน้าจอที่เข้าสู่ระบบ

2) ทำการใส่ ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน เพื่อเข้าสู่หน้าเมนูวิชาของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง



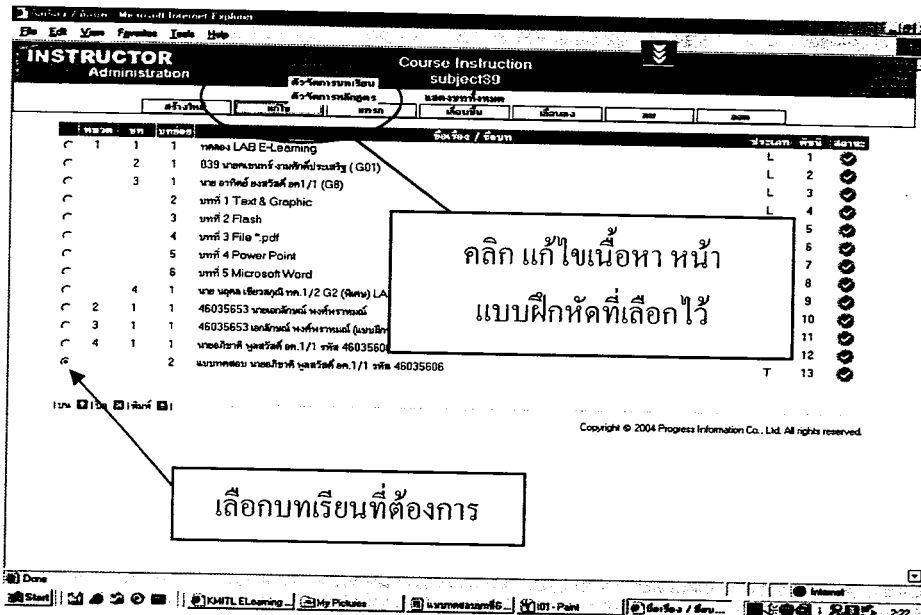
รูปที่ 3.25 วิชาที่ต้องการจะบรรจุเนื้อหา

3) ทำการสร้างและแก้ไขบทเรียนที่ต้องการจะบรรจุเนื้อหาวิชาและแบบทดสอบ



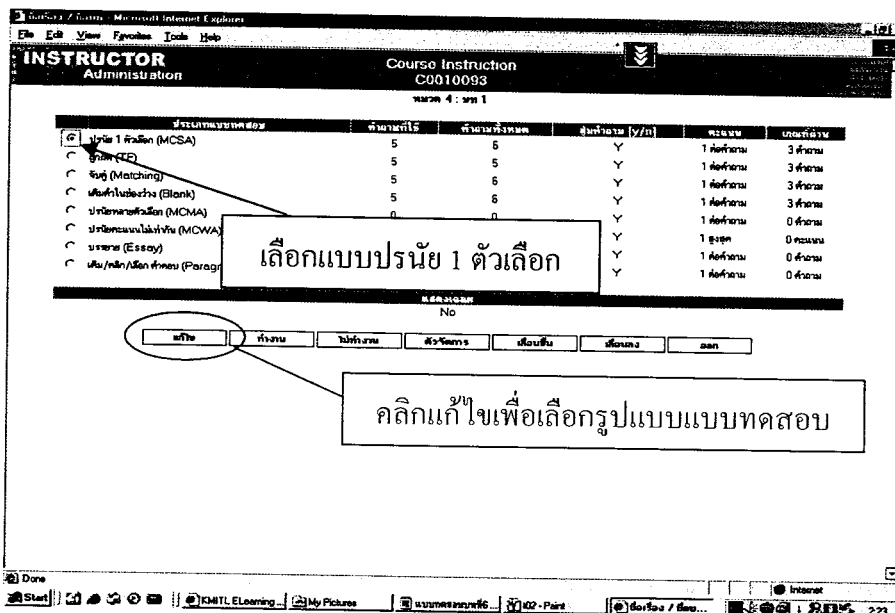
รูปที่ 3.26 รายละเอียดรายวิชา

4) สร้างหรือแก้ไขหน้าบทเรียน



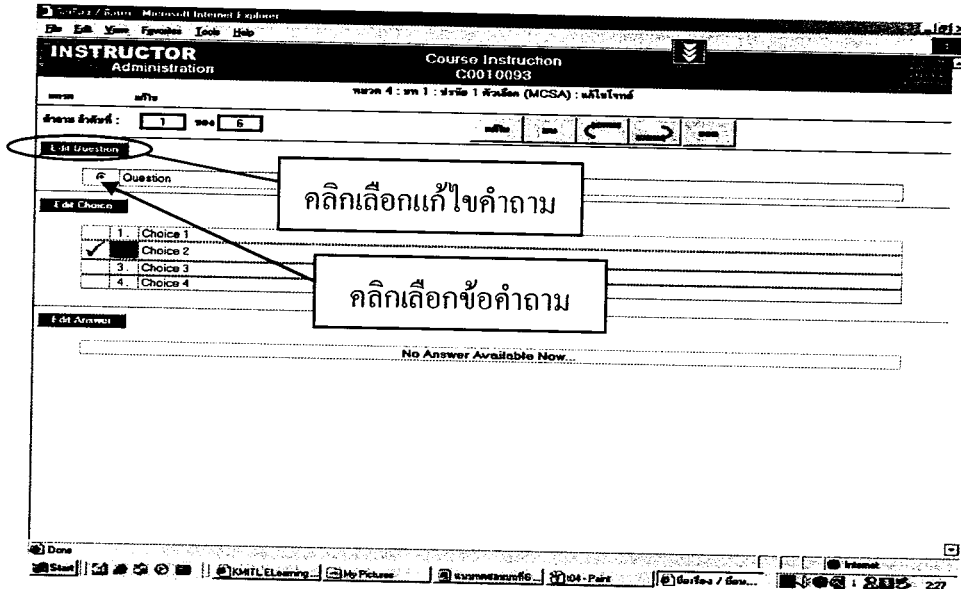
รูปที่ 3.27 สารบัญหลัก

5) เลือกรูปแบบของแบบทดสอบ



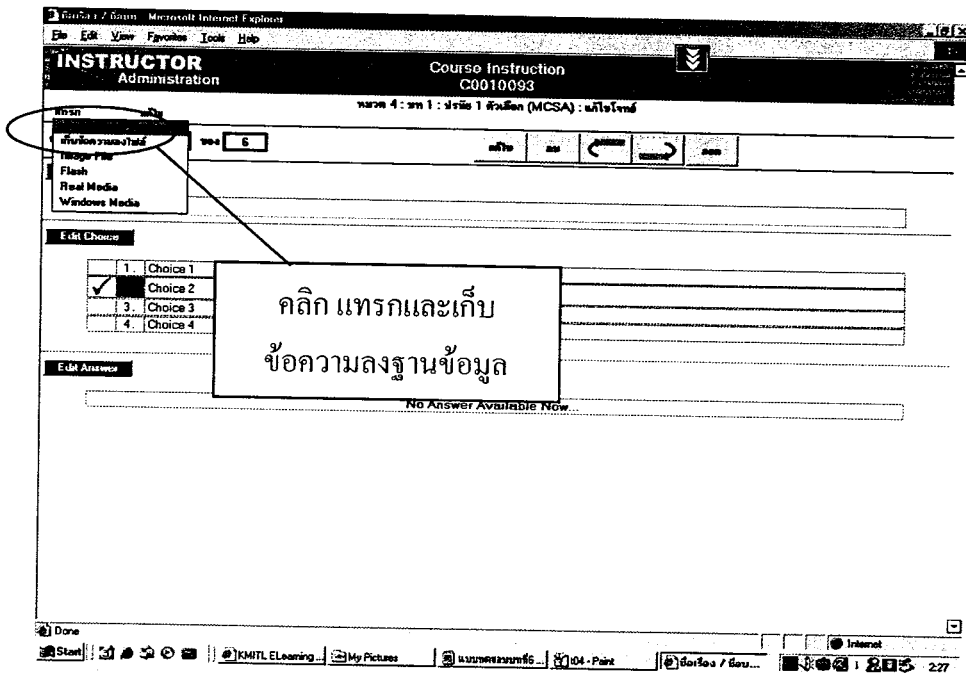
รูปที่ 3.28 การเลือกรูปแบบของแบบทดสอบ

6) เขียนหรือแก้ไขคำถาม



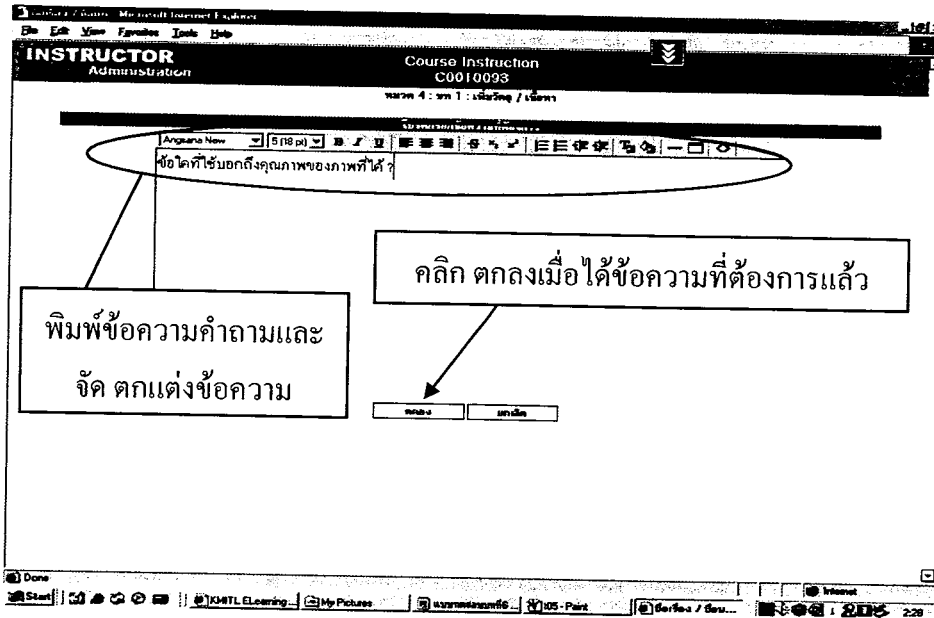
รูปที่ 3.29 การเขียนหรือแก้ไขคำถาม

7) เพิ่มข้อความส่วนคำถาม



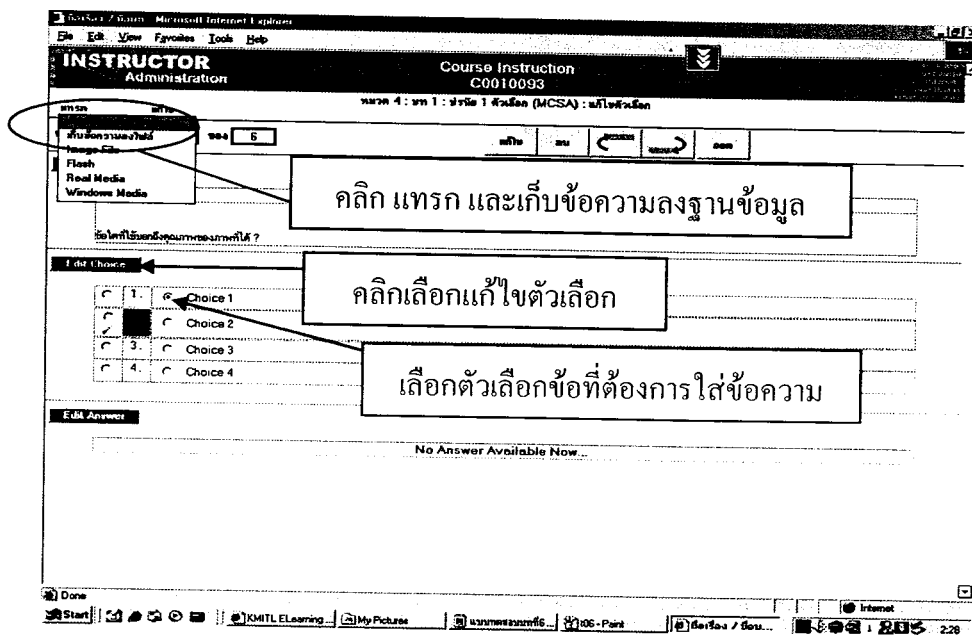
รูปที่ 3.30 การเพิ่มข้อความในส่วนคำถาม

8) ใส่ข้อความคำถาม



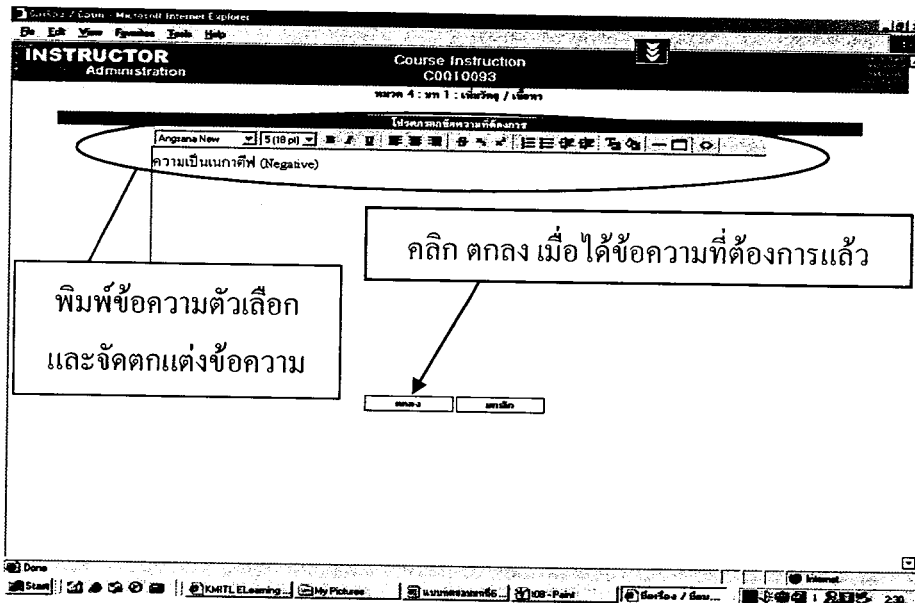
รูปที่ 3.31 การใส่ข้อความคำถาม

9) การใส่ข้อความลงในตัวเลือก



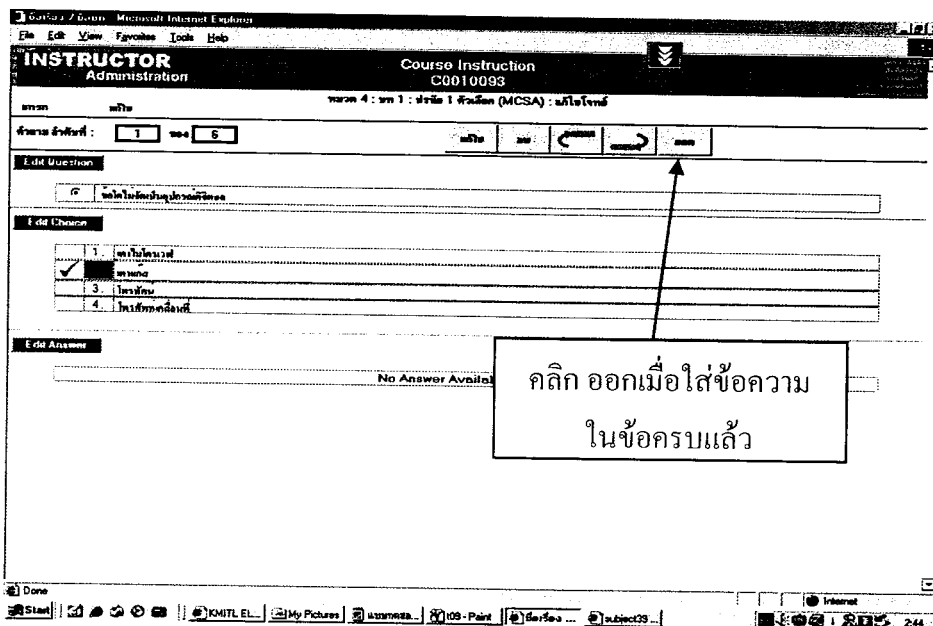
รูปที่ 3.32 การใส่ข้อความลงในตัวเลือก

## 10) ใส่ข้อความตัวเลือก



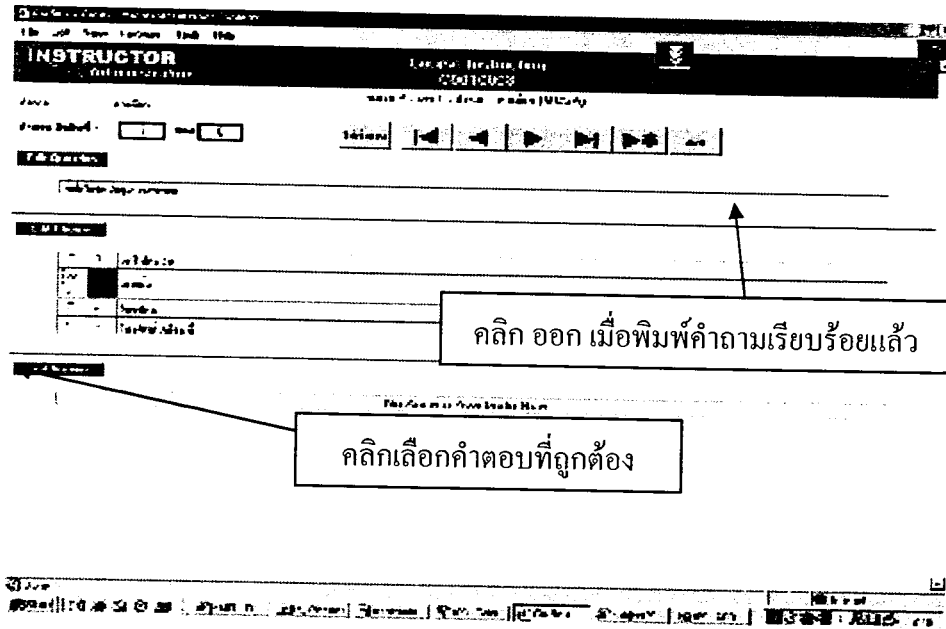
รูปที่ 3.33 การใส่ข้อความตัวเลือก

## 11) การออกจากขั้นตอนการใส่ข้อความ

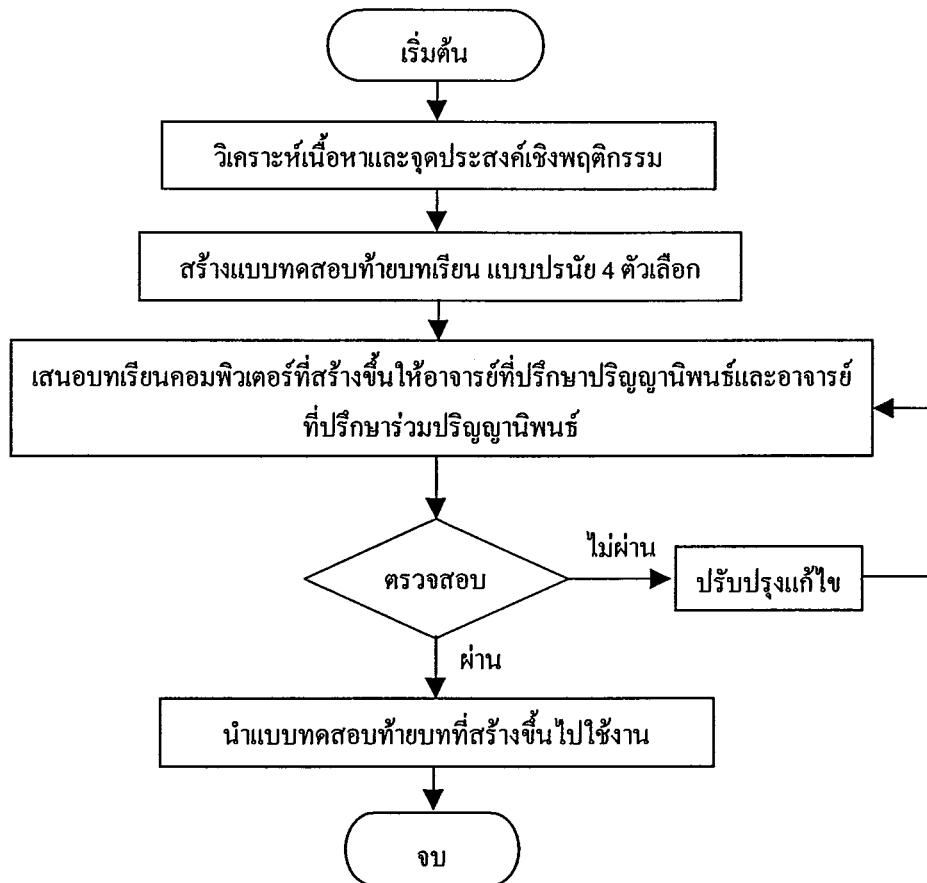


รูปที่ 3.34 การออกจากขั้นตอนการใส่ข้อความ

12) ทำการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง



รูปที่ 3.35 การเลือกคำตอบที่ถูกต้อง



รูปที่ 3.36 ผลงานแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

### 3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

#### 3.4.1 กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

โดยผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับในการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเฉลี่ย ดังนี้

- 1) ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ตารางที่ 3.1 ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ความคิดเห็น	คะแนน	ระดับคุณภาพ
ดีมาก	5	เหมาะสมมากที่สุด
ดี	4	เหมาะสมมาก
ปานกลาง	3	เหมาะสมปานกลาง
พอใช้	2	เหมาะสมน้อย
ควรปรับปรุง	1	เหมาะสมน้อยที่สุด

## 2) เกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ยความคิดเห็นคุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ยความคิดเห็น

ค่าเฉลี่ยความคิดเห็น	ระดับคุณภาพ
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	พอใช้
1.00 – 1.49	ควรปรับปรุง

### 3.4.2 อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทและอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทร่วมตรวจสอบแบบประเมินคุณภาพ

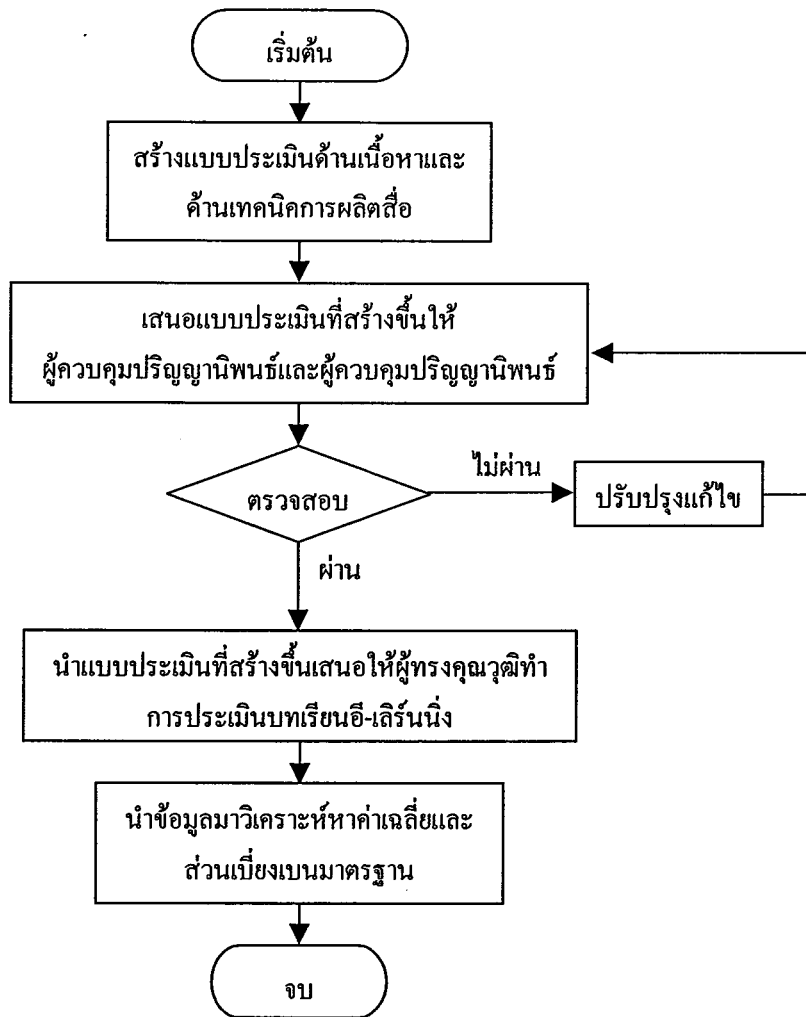
นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งที่ได้เสนออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทและอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโทร่วมตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

### 3.4.3 ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมินบทเรียน

### 3.4.4 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

นำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ซึ่งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับ ดี (3.50) ขึ้นไป



รูปที่ 3.37 ผังงานแสดงขั้นตอนการประเมินคุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ตารางที่ 3.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

วิชา การออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก					
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านเนื้อหา</b> <b>ส่วนนำ</b> 1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความสอดคล้องกับเนื้อหา 2. มีบทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน 3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน					
<b>ส่วนเนื้อหา</b> 4. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 5. ความถูกต้องของเนื้อหา 6. ขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม 7. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนทั่วๆไปได้ 8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน 9. ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา					
<b>ส่วนสรุป</b> 10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม 11. แบบฝึกหัดท้ายบทสอดคล้องกับเนื้อหา					
<b>รวมคะแนน</b>					

หมายเหตุ : 5 หมายถึง ดีมาก, 4 หมายถึง ดี, 3 หมายถึง ปานกลาง, 2 หมายถึง พอใช้, 1 หมายถึง  
 ควรปรับปรุง

ตารางที่ 3.4 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อ  
การเรียนการสอน

วิชา การออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก					
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านกราฟฟิกและการออกแบบ</b> 1. การออกแบบหน้าจามีความสวยงาม 2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน 3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร 4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร 5. สีของภาพมีความเหมาะสม 6. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย 7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจผู้เรียน					
<b>ด้านเทคนิค</b> 8. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี 9. บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดี 10. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม 11. ความน่าสนใจเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหว					
<b>รวมคะแนน</b>					

หมายเหตุ : 5 หมายถึง ดีมาก, 4 หมายถึง ดี, 3 หมายถึง ปานกลาง, 2 หมายถึง พอใช้, 1 หมายถึง  
ควรปรับปรุง

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกโดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง
4. ผลการพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

#### 4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการหาคุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกเพื่อพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหน้าที่สื่อเชิญอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ
2. ผู้วิจัยจัดเตรียมบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก
3. ผู้วิจัยจัดเตรียมแบบประเมินคุณภาพ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
4. ผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้านทำการประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง
5. วิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

#### 4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ย(รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 164) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (4.1)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	=	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	=	ผลรวมของคะแนน
	$X$	=	คะแนน
	$N$	=	จำนวนข้อมูล

### 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

การวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมิน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพทางด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชาและคุณภาพทางด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อการเรียนการสอน

#### 4.3.1 การหาคุณภาพบทเรียนในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

ขั้นตอนในการหาคุณภาพของบทเรียนในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชาจะทำการพิจารณาจากการกรอกแบบประเมินด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนจากการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

รายการประเมิน	ผู้ประเมิน		
	การประเมิน (เต็ม 5 คะแนน)		
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3
<b>ส่วนนำ</b>			
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4
2. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน	5	5	4
3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน	5	5	4
<b>ส่วนเนื้อหา</b>			
4. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	4
5. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	2	4
6. ขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม	5	4	5
7. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่างๆไปได้	4	4	3
8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	5	4	4
9. ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา	4	5	3
<b>ส่วนสรุป</b>			
10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม	4	1	5
11. แบบฝึกหัดท้ายบทสอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5
<b>รวมคะแนน</b>	<b>51</b>	<b>45</b>	<b>45</b>

#### 4.3.2 การหาคุณภาพบทเรียนในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อการเรียน

##### การสอน

ขั้นตอนในการหาคุณภาพของบทเรียนในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อการเรียนการสอนจะทำการพิจารณาจากการออกแบบประเมินด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อการเรียนการสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนจากการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของ  
สื่อการเรียนการสอน

รายการประเมิน	ผู้ประเมิน		
	การประเมิน (เต็ม 5 คะแนน)		
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3
<b>ด้านกราฟิกและการออกแบบ</b>			
1. การออกแบบหน้าจรมีความสวยงาม	4	4	4
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน	5	4	4
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	4
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5	5	4
5. สีของภาพมีความเหมาะสม	5	5	4
6. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	5	4	5
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจผู้เรียน	4	4	4
<b>ด้านเทคนิค</b>			
8. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี	5	5	4
9. บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดี	5	4	5
10. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม	5	4	4
11. ความน่าสนใจเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหว	5	4	4
<b>รวมคะแนน</b>	<b>53</b>	<b>48</b>	<b>46</b>

### 4.3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียน

#### 1) ด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา ของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.66	ดีมาก
2. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน	4.66	ดีมาก
3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน	4.66	ดีมาก
4. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.66	ดีมาก
5. ความถูกต้องของเนื้อหา	3.66	ดี
6. ขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม	4.66	ดีมาก
7. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่างๆไปได้	3.66	ดี
8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.33	ดี
9. ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา	4.00	ดี
10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม	3.33	ปานกลาง
11. แบบฝึกหัดท้ายบทสอดคล้องกับเนื้อหา	4.66	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	3.87	ดี

จากผลการทดลองที่ได้จากการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง ทราบว่าคะแนนเฉลี่ยรวม ( $\bar{X}$ ) อยู่ในเกณฑ์ที่ ดี ( $\bar{X} = 3.87$ )

## 2) และด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อการเรียนการสอน

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อการเรียนการสอน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
1. การออกแบบหน้าจรมีความสวยงาม	4.00	ดี
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน	4.33	ดี
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.66	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.66	ดีมาก
5. สีของภาพมีความเหมาะสม	4.66	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	4.66	ดีมาก
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจผู้เรียน	4.00	ดี
8. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี	4.66	ดีมาก
9. บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดี	4.66	ดีมาก
10. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม	4.33	ดี
11. ความน่าสนใจเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหว	4.33	ดี
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.45	ดี

จากผลการทดลองที่ได้จากการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อการเรียนการสอน บทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง ทราบว่าคะแนนเฉลี่ยรวม ( $\bar{X}$ ) อยู่ในเกณฑ์ที่ ดี ( $\bar{X} = 4.45$ )

### 4.4 ผลการพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ผลการพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Flash MX บทเรียนซึ่งบรรจุไว้ที่ <http://161.246.27.253/instructor/> ในการเรียนผู้เรียนสามารถย้อนในเนื้อหาเดิม และให้โอกาสในการตอบคำถามในการเรียนก็ครั้งก็ได้ จากนั้นจึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบในแต่ละหน่วยโดยผู้เรียนจะต้องเลือกตอบคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวจากตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก

## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 สรุป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกตามหลักสูตรปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

##### 5.1.1 ผลการพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ผลการพัฒนาบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Flash MX บทเรียนซึ่งบรรจุไว้ที่ <http://161.246.27.253/instructor/> ในการเรียนผู้เรียนสามารถย้อนในเนื้อหาเดิม และให้โอกาสในการตอบคำถามในการเรียนก็ครั้งก็ได้ จากนั้นจึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบในแต่ละหน่วยโดยผู้เรียนจะต้องเลือกตอบคำถามที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวจากตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก

##### 5.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียน

###### 1) ด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

คุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก ด้านเนื้อหา ทุกรายอยู่ในระดับ ดี ( $\bar{X} = 3.87$ )

###### 2) ด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของการผลิตสื่อ

คุณภาพของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก ด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของการผลิตสื่อ ทุกรายอยู่ในระดับที่ ดี ( $\bar{X} = 4.45$ )

#### 5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงการพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้น ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา ขั้นตอนการสร้างในส่วนของการนำบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งไปใช้งานจะต้องใช้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเท่านั้นไม่สามารถใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้านได้ทำให้ขาดความสะดวกในการใช้งานบทเรียน

แนวทางการแก้ปัญหา เพิ่มความเร็วของระบบอินเทอร์เน็ตและเครื่องคอมพิวเตอร์ให้มากขึ้นเพื่อที่จะสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้นได้ รวมทั้งอาจเพิ่มบุคลากรในการทำงานให้มีจำนวนมากเพียงพอแก่การทำงานในเวลาที่กำหนดได้

2. ปัญหา จากการทดลองใช้งาน พบว่าการเรียนการสอนต้องใช้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพียงอย่างเดียวทำให้ในบางครั้งที่ระบบอินเทอร์เน็ตหรือ เว็บที่ใช้เกิดปัญหา ไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้การเรียนการสอนไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

แนวทางการแก้ปัญหา จำลองบทเรียนให้เป็นหลายๆรูปแบบ เช่น ในรูปของ CAI หรือจัดทำบทเรียนให้สามารถดาวน์โหลดได้เพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถเรียนได้อย่างต่อเนื่องหากเกิดปัญหาดังกล่าวขึ้น

### 5.3 แนวทางการพัฒนา

โครงการที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ แต่อย่างไรก็ตามยังสามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของโครงการนี้ได้อีก ดังต่อไปนี้

#### 1. พัฒนบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

ให้มีเนื้อหาเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตามความต้องการ อาจเพิ่มบทเรียนที่หลักสูตรไม่ได้กำหนดมาหรือลดเนื้อหาที่คิดว่าไม่จำเป็นออกได้

#### 2. สามารถเพิ่มหรือเปลี่ยนภาพที่ใช้ตกแต่งบทเรียน

รูปภาพ สี การเคลื่อนไหวของภาพในลักษณะอื่นๆ ที่สามารถทำให้เกิดความเข้าใจและเข้าใจแก่ผู้เรียนพร้อมทั้งดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้มากขึ้นได้โดยอาจใช้โปรแกรมสร้างภาพอื่นๆ เช่น 3Dmax ฯลฯ มาช่วยในการตกแต่งภาพ

#### 3. เชื่อมต่อระหว่างตัวโปรแกรม Macromedia Flash MX กับโปรแกรมอื่น

สามารถนำโปรแกรมอื่นที่สามารถเชื่อมต่อระหว่างตัวโปรแกรม Macromedia Flash MX กับโปรแกรมอื่นเพื่อทำให้เกิดรูปลักษณะในรูปแบบใหม่ๆ ได้

#### 4. เปลี่ยนแปลง เนื้อหาให้เหมาะสมกับสถานที่ สถานการณ์ และเวลา

สามารถที่จะเปลี่ยนแปลง เนื้อหาให้เหมาะสมกับสถานที่ สถานการณ์ และเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้

#### 5. เพิ่มรูปแบบของสื่อให้หลากหลายมากขึ้น

อาจทำการเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงสื่อการเรียนการสอนให้มีความหลากหลายมากขึ้นเช่น เพื่อประโยชน์ในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนและเพื่อชัดเจนหากเกิดปัญหาขึ้นกับระบบอินเทอร์เน็ต

## บรรณานุกรม

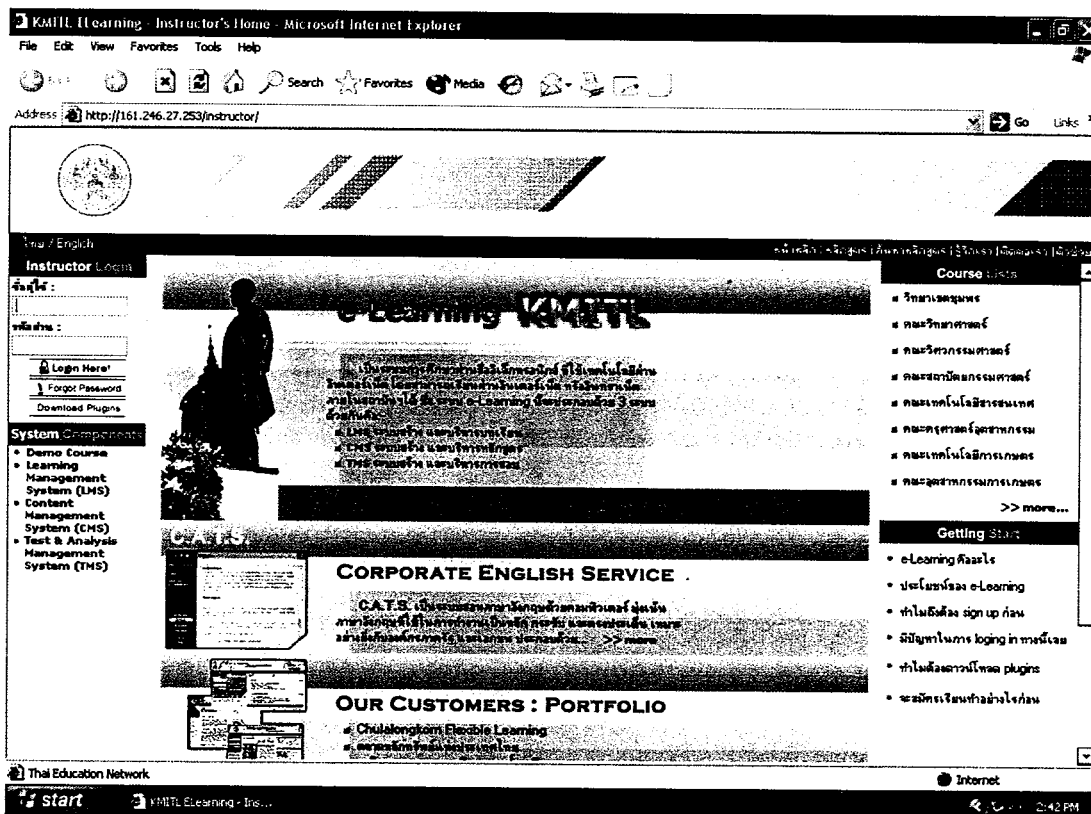
- กฤษณะ สถิต. คู่มือใช้งาน Flash MX ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี : อินโฟเพรส. 2545
- ถนอมพร (ต้นนิพัฒน์) เลขาจรตแสง. อีเลิร์นนิ่ง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2537
- บรรดล สุขปิติ. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :  
วิทยาลัยครุนครปฐม. 2525
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. คำจำกัดความของ บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์. [Online]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก :  
<http://www.SriThai.com/index.html>. 2547
- ยุทธชัย รุจิวิมล. Macromedia Flash MX. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ชัคเซส มีเดีย. 2537
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. การทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ที พี พรินท์. 2542
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. วิธีวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์. 2535
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. ความหมายของอินเทอร์เน็ต. [Online].  
เข้าถึงข้อมูลได้จาก: <http://www.nectec.or.th/courseware/internet/internet-intro/0001.html>.  
2547
- สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์. คำจำกัดความของ บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์. [Online]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก :  
<http://www.thai2learn.com/index.html>. 2547

**ภาคผนวก ก**  
**คู่มือการใช้งานบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง**

## คู่มือการใช้งาน

บทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



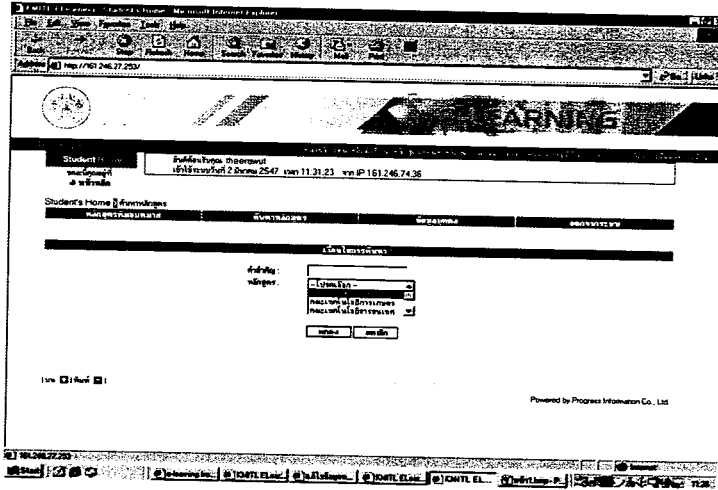
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

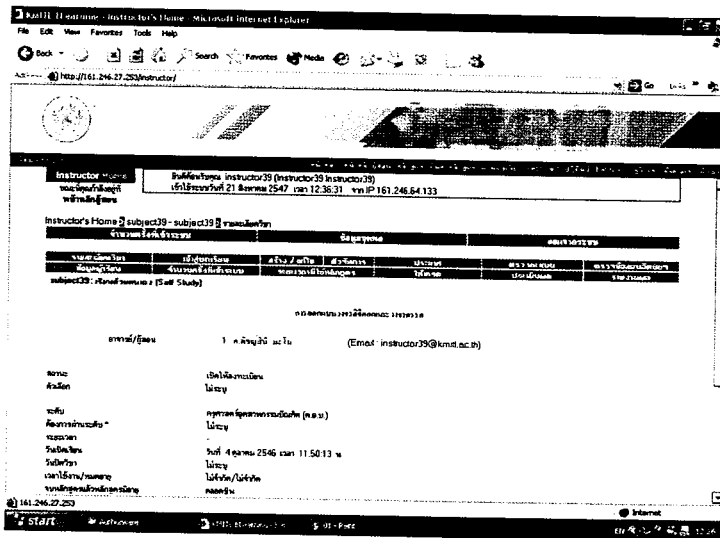


3. เมื่อผ่านในส่วนของกรอกสมัครสมาชิกแล้วจะมีข้อความ ยินดีต้อนรับ เข้าใช้ระบบ จากนั้นถ้าต้องการเลือกหลักสูตร วิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม ให้คลิกปุ่ม “ตกลง” แต่ถ้าต้องการกรอกชื่อใหม่ก็ให้คลิกปุ่ม “ยกเลิก” ดังรูปที่ ก.3



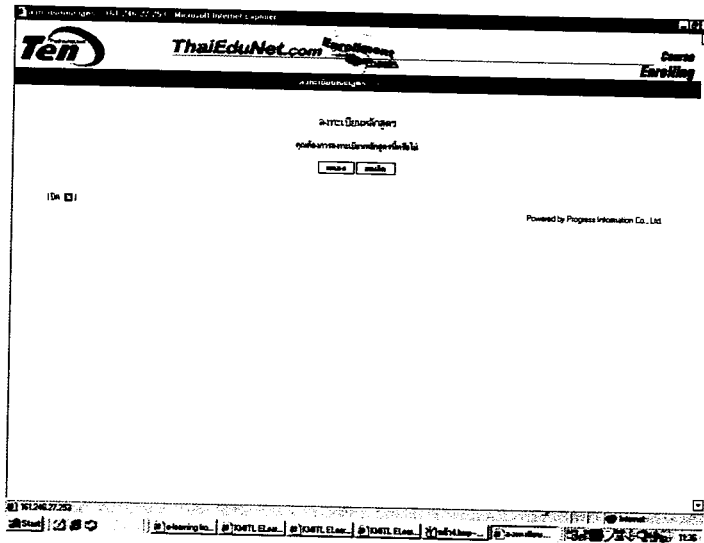
รูปที่ ก.3 เลือกหลักสูตรวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม

4. ส่วนนี้จะเป็นการดูรายละเอียดเกี่ยวกับรายวิชา ว่าใครเป็นอาจารย์ผู้สอนและรายละเอียดอื่นๆ ดังรูปที่ ก.4



รูปที่ ก.4 รายละเอียดอาจารย์ผู้สอนและรายละเอียดต่างๆ

5. เมื่อผ่านในส่วนของการรายละเอียดต่างๆแล้ว ต่อไปจะเป็นส่วนของการลงทะเบียน หลักสูตรจะมีข้อความว่า คุณต้องการลงทะเบียนหลักสูตรนี้หรือไม่ ถ้าต้องการเลือกหลักสูตรนี้ให้คลิกที่ปุ่ม “ตกลง” ถ้าไม่ต้องการให้คลิกที่ปุ่ม “ยกเลิก” ดังรูปที่ ก.5

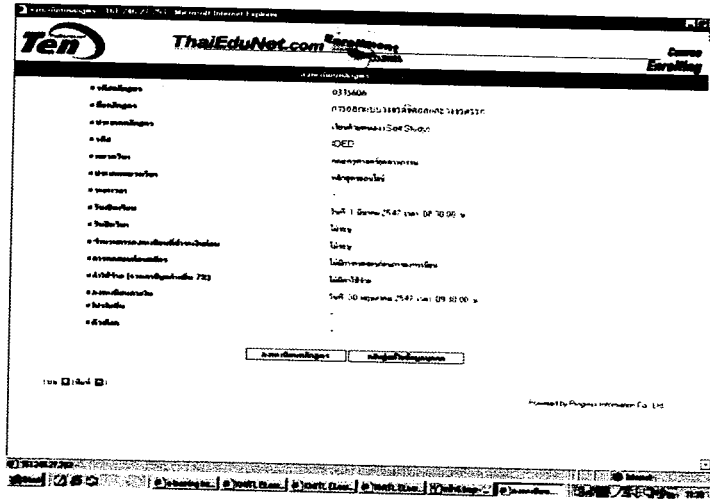


รูปที่ ก.5 การลงทะเบียนหลักสูตร

6. ต่อไปจะเป็นการลงทะเบียน วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรกโดยเมื่อกรอกรายละเอียดเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คลิกปุ่ม “ต่อไป” ถ้าไม่ต้องการให้คลิกปุ่ม “ยกเลิก” ดังรูปที่ ก.6

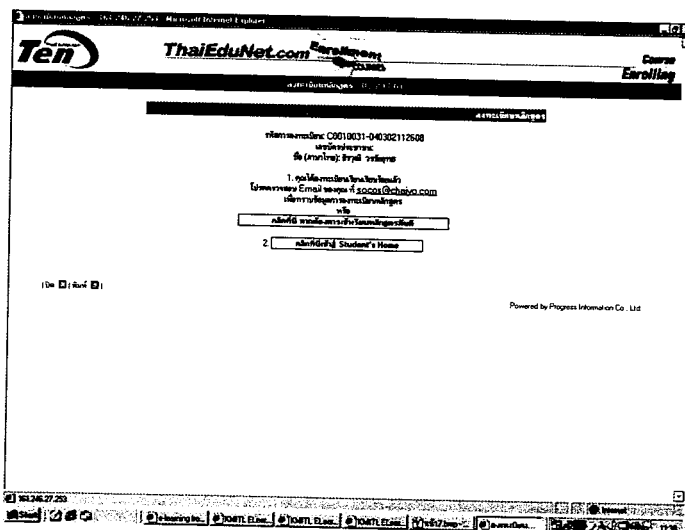
รูปที่ ก.6 การลงทะเบียนหลักสูตร วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

7. ในส่วนนี้ จะเป็นการดูรายละเอียดของหลักสูตร วิชาการออกแบบวงจรถิศจิตอลและวงจรรทรก ถ้าต้องการเลือกที่จะลงทะเบียนวิชานี้ให้คลิกที่ปุ่ม “ลงทะเบียนหลักสูตร” ถ้าไม่ต้องการให้คลิกที่ปุ่ม “กลับสู่แก้ไขข้อมูลบุคคล” ดังรูปที่ ก.7



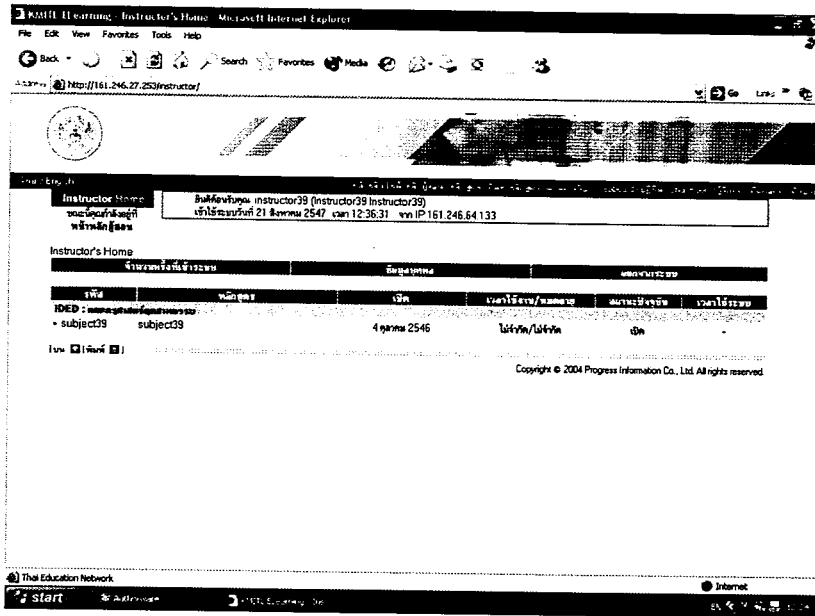
รูปที่ ก.7 รายละเอียดของหลักสูตร ของวิชาการออกแบบวงจรถิศจิตอลและวงจรรทรก

8. เมื่อผ่านในส่วนของการลงทะเบียนหลักสูตรแล้วถ้าต้องการที่จะเข้าสู่เนื้อหาของวิชาการออกแบบวงจรถิศจิตอลและวงจรรทรก ให้คลิกที่ปุ่ม “คลิกที่นี่ หากต้องการเข้าเรียนหลักสูตรทันที” ดังรูปที่ ก.8



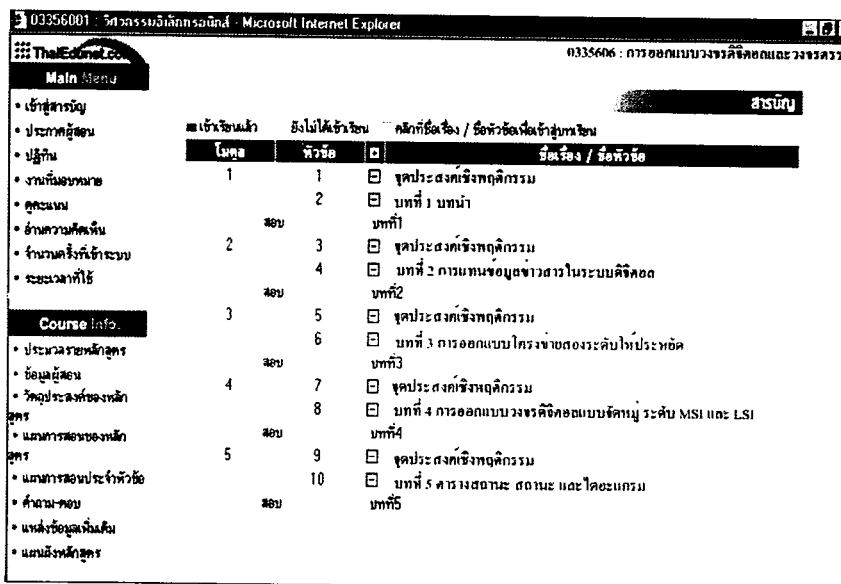
รูปที่ ก.8 การเข้าสู่เนื้อหาของวิชาการออกแบบวงจรถิศจิตอลและวงจรรทรก

9. ยินดีต้อนรับเข้าใช้ระบบจากนั้นถ้าต้องการเข้าสู่หน้าสารบัญให้คลิกชื่อวิชา ดังรูปที่ ก.9



รูปที่ ก.9 หน้ายินดีต้อนรับเข้าใช้ระบบ

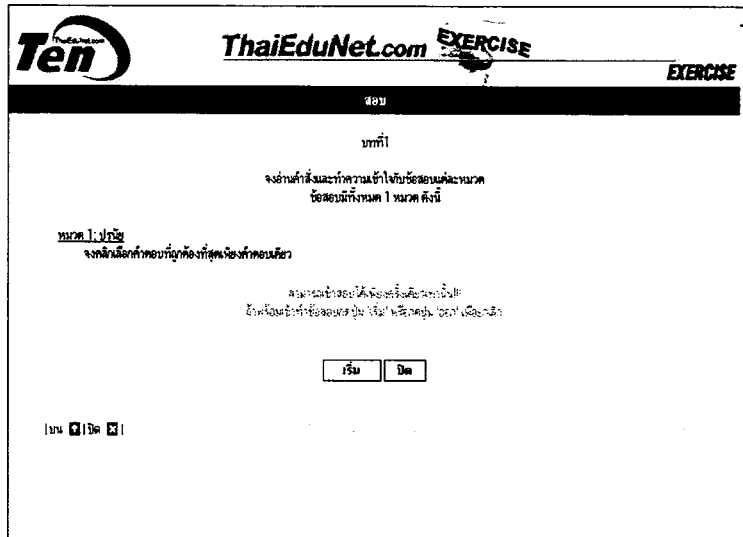
10. ต่อไปเป็นส่วนของสารบัญโดยจะต้องเรียนตามลำดับดังคำแนะนำในการเรียน จะแบ่งเนื้อหาออกเป็นบท จำนวน5 บทโดยสามารถเลือกดูได้ ดังรูปที่ ก.10



รูปที่ ก.10 สารบัญหลักของบทเรียน

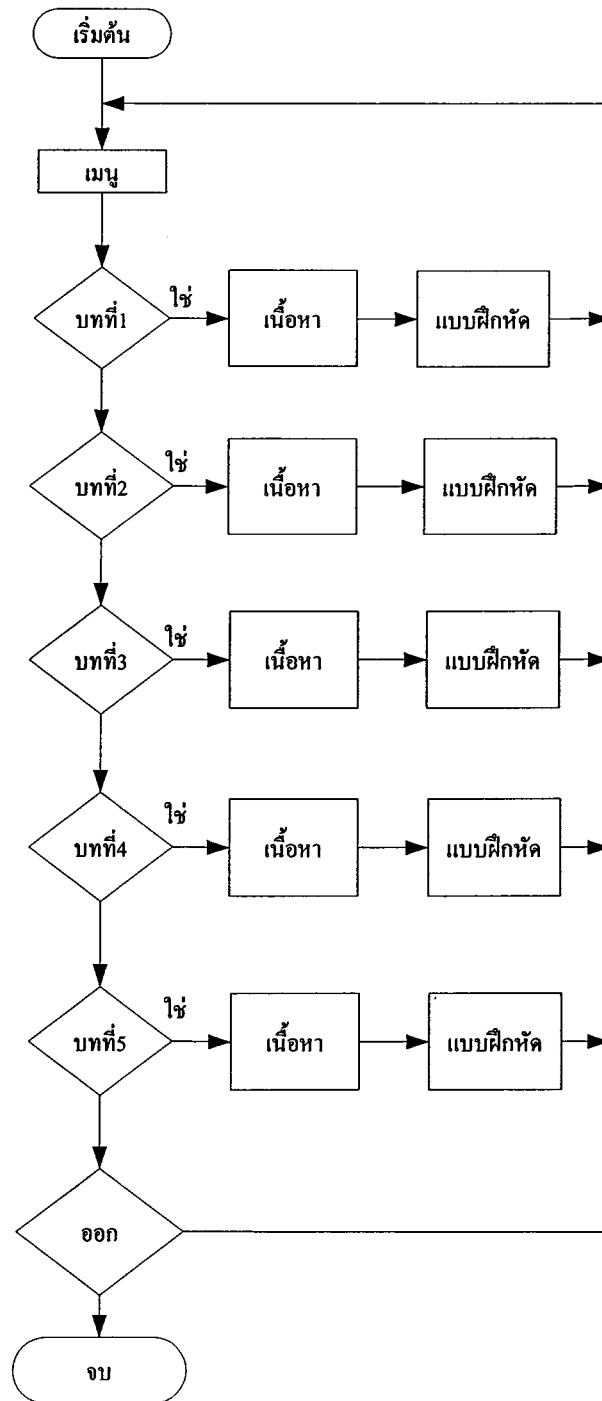


13) เมื่อเข้ามาที่หัวข้อของการสอบ บทที่ 1 จะมีข้อความว่า สามารถเข้าสอบได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นถ้าพร้อมเข้าทำข้อสอบให้คลิกปุ่ม “เริ่ม” หรือคลิกปุ่ม “ปิด” เพื่อยกเลิก ดังรูปที่ ก.13



รูปที่ ก.13 การเข้าทำข้อสอบบทที่ 1

**ภาคผนวก ข**  
**แผนผังการทำงานบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง**



รูปที่ ข.1 ผังการทำงานของบทเรียนอี-เลิร์นนิ่งวิชาการออกแบบวงจรดิจิทัล  
และวงจรตรรก

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง  
(ด้านเนื้อหา)**

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

**คำชี้แจง**

แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

- ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา
- ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**การประเมิน**

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน	4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก  
ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

ตารางที่ ค.1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจร  
ตรรกด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาวิชา

เรื่อง การออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก					
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านเนื้อหา</b> <b>ส่วนนำ</b> 1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความสอดคล้องกับเนื้อหา 2. มีบทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน 3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจน					
<b>ส่วนเนื้อหา</b> 4. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 5. ความถูกต้องของเนื้อหา 6. ขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม 7. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่างๆไปได้ 8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน 9. ภาพที่นำมาเสนอตรงตามเนื้อหา					
<b>ส่วนสรุป</b> 10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม 11. แบบฝึกหัดท้ายบทสอดคล้องกับเนื้อหา					
<b>รวมคะแนน</b>					

หมายเหตุ : 5 หมายถึง ดีมาก, 4 หมายถึง ดี, 3 หมายถึง ปานกลาง, 2 หมายถึง พอใช้, 1 หมายถึง  
ควรปรับปรุง



**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง**  
(ด้านการผลิตสื่อ)

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก

**คำชี้แจง**

แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องสื่อการเรียนการสอน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**การประเมิน**

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับคะแนน	4	หมายถึง	ดี
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	พอใช้
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ โดยลำดับหัวข้อตามระดับความสำคัญ

ตอนที่ 1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก  
ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อการ  
เรียนการสอน

ตารางที่ ค.2 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจร  
ตรรกด้านความเหมาะสมและความถูกต้องของสื่อการเรียนการสอน

เรื่อง การออกแบบวงจรดิจิทัลและวงจรตรรก					
รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านกราฟิกและการออกแบบ</b> 1. การออกแบบหน้าจรมีความสวยงาม 2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน 3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร 4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร 5. สีของภาพมีความเหมาะสม 6. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย 7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจผู้เรียน					
<b>ด้านเทคนิค</b> 8. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี 9. บทเรียนใช้หลักการของการออกแบบการสอนที่ดี 10. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม 11. ความน่าสนใจเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหว					
<b>รวมคะแนน</b>					

หมายเหตุ : 5 หมายถึง ดีมาก, 4 หมายถึง ดี, 3 หมายถึง ปานกลาง, 2 หมายถึง พอใช้, 1 หมายถึง  
ควรปรับปรุง

**ตอนที่ 2**

แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ผู้ประเมิน

ภาคผนวก ง  
ตัวอย่างบทเรียนอี-เลิร์นนิ่ง

Course Name Subject01      หน้า 1 / 19

Prev. Topic    Prev. Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Close

ดิจิทัลคอมพิว...    ทดสอบท้ายบท...

การ จัดหมู่ (Combination)

สวิตซ์ทั้งขั้วเป็นส่วนหนึ่งของที่ขดคณิตบูลีนที่มีตัวแปรที่มีค่าเพียงสองค่าคือจริงและเท็จ ดังนั้นตัวแปรทั้งขั้วสวิตซ์จึงแทนค่าของค่าคือ "1" และ "0" เพื่อแทนด้วยการทำงานจริงของวงจรเป็น "on" และ "off" ซึ่งสร้างได้ง่ายด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสังเกตว่าตัวแปรหนึ่งตัวแทนข้อมูลที่มีค่าต่างกันสองข้อมูล ดังนั้นถ้าต้องการให้ตัวแปรหนึ่งตัวแปรแทนข้อมูลได้มากขึ้นจำเป็นต้องนำตัวแปรมาจัดหมู่จึงเรียกว่า "การจัดหมู่ (Combination)"

Logic1	Logic0
High	Low
Yes	No
1	0
On	Off

รูปที่ ง.1 การจัดหมู่

Course Name Subject01      หน้า 2 / 19


Prev. Topic    Prev. Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Close

ดิจิทัลคอมพิว...    ทดสอบท้ายบท...

ตัวดำเนินการ OR และ OR Gate

ตัวดำเนินการ OR เป็นตัวดำเนินการที่มีความหมายเท่ากับคำว่า "หรือ" ในภาษาไทยลักษณะการทำงานได้ถูกแสดงไว้ในตารางความจริงรูปที่ 3.4 (ข) จากตารางความจริงที่แสดงไว้จะสังเกตได้ว่าเอาต์พุตในตารางความจริงจะมีค่าเป็น 0 เพียงกรณีเดียว คือ เมื่ออินพุตทั้งหมดมีค่าเป็น 0 นอกนั้นเอาต์พุตของตัวดำเนินการ OR มีค่าเป็น 1 ในทุกกรณี

A	B	X=A+B
0	0	0



รูปที่ 3.3 ก. สัญลักษณ์ของ OR Gate      รูปที่ 3.3 ข. ตารางความจริงของตัวดำเนินการ OR Gate

รูปที่ ง.2 ตัวดำเนินการ OR


Course Name      หน้าที 3 / 19  
 Subject01

Prev. Topic    Prev. Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Home    Close

ตัวดำเนินการ AND และ AND gate

ตัวดำเนินการ AND เป็นตัวดำเนินการที่มีความหมายเหมือนกับคำว่า "และ" ในภาษาไทยลักษณะการทำงาน ได้ถูกแสดงไว้ในตารางความจริงรูป 3.5 (ก) ซึ่งตารางความจริงของตัวดำเนินการ AND ที่มี 2 อินพุตซึ่งสังเกตได้ว่าค่าเอาต์พุตในตารางจะมีค่าเป็น 1 ในกรณีเดียวเท่านั้นคือเมื่ออินพุตทั้งหมดมีค่าเป็น 1 นอกนั้นมีเอาต์พุตของตัวดำเนินการ AND จะมีค่าเป็น 0 ในทุก ๆ กรณี

A	B	X=A•B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



รูปที่ 3.4 ก. ตารางความจริงของตัวดำเนินการ AND      รูปที่ 3.4 ข. สัญลักษณ์ของ AND Gate

รูปที่ 3.3 ตัวดำเนินการ AND

Course Name      หน้าที 5 / 19  
 Subject01

Prev. Topic    Prev. Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Home    Close

ทฤษฎีบทที่ 5 กฎการลดทอน (Redundance law)

(ก)  $A \cdot (A + B) = A$   
 (ข)  $A(A + B) = A$

ทฤษฎีบทที่ 6 Negative law

(ก)  $\overline{(\overline{A})} = A$   
 (ข)  $\overline{\overline{A}} = A$

ทฤษฎีบทที่ 7

(ก)  $0 + A = A$   
 (ข)  $1 \cdot A = A$   
 (ค)  $1 + A = A$

ทฤษฎีบทที่ 8

(ก)  $\overline{\overline{A}} = A$   
 (ข)  $\overline{\overline{A}} = A$

ทฤษฎีบทที่ 9

(ก)  $A + \overline{A} \cdot B = A + B$   
 (ข)  $A \cdot (\overline{A} + B) = A \cdot B$

ทฤษฎีบทที่ 10 ทฤษฎีของเดอมอร์แกน (Demorgan's Theorem)

(ก)  $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$   
 (ข)  $\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$

รูปที่ 3.4 พิชคณิตบูลีน

Course Name Subject01      หน้าที่ 6 / 19

Prev. Topic   Prev. Page   Next Page   Next Topic   Menu   Course Map   Help   Close

คำสั่งสอนที่ 1...      ทดสอบท้ายบทที่ 1...

ทฤษฎีบทที่ 11 ทฤษฎีของคอนเซนซัส (Consensus)

(ก)  $(A B) - (\bar{A} C) + (B C) = (A C) + (\bar{A} C)$

(ข)  $(A+B) (\bar{A}+C) (B+C) = (A+C) (\bar{A}+C)$

ทฤษฎีบทที่ 12

(ก)  $(A B) + (A B C) = (A B) + (A C)$

(ข)  $(A+B) (A+B+C) = (A+B) + (A+C)$

ทฤษฎีบทที่ 13

(ก)  $(A B) - (\bar{A} C) = (A + C) (\bar{A} - B)$

(ข)  $(A+B) (\bar{A}+C) = (A C) + (\bar{A} C)$

รูปที่ ง.5 การจัดหมู่

Course Name Subject01      หน้าที่ 7 / 19

Prev. Topic   Prev. Page   Next Page   Next Topic   Menu   Course Map   Help   Close

คำสั่งสอนที่ 1...      ทดสอบท้ายบทที่ 1...

E-Learning on Digital Circuits and Logic Design

การใช้ทฤษฎีของ Boolean ลดรูป switching function

ตัวอย่างที่ 1 จงลดรูปสมการ โดยใช้ทฤษฎีของบูลีน  $X = AB + AB$

วิธีที่ 1	$X = AB + AB$	
	$X = A(B+B)$	ทฤษฎีบทที่ 3(ข)
	$X = A(1)$	ทฤษฎีบทที่ 8(ก)
	$X = A$	ทฤษฎีบทที่ 7(ข)

รูปที่ ง.6 การลดรูปสมการด้วยบูลีน

Course Name Subject01      หน้า 10 / 19

Prev Topic    Prev Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Home    Close

คำสั่งสอนที่...    ทดสอบที่...

การเติมข้อมูลจากตารางความจริงลงในตาราง K-Map

ตารางที่ 3.18 ตารางความจริงของสมการ  $F(A,B,C) = ABC + ABC + ABC + ABC$  เราสามารถเติมข้อมูลลงในตาราง K-Map ได้โดยการเอาค่าเอาต์พุต  $F(A,B,C)$  แต่ละค่าของตารางความจริงไปเติมลงในแต่ละช่องของตาราง

0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

ค่า K-Map ที่มีค่าอื่นที่ตรงกับตารางความจริง ซึ่งมีค่าเติมสลับจะ ได้ดังรูป 3.18

รูปที่ ๓.7 ตารางความจริงกับ K-Map

Course Name Subject01      หน้า 11 / 19

Prev Topic    Prev Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Home    Close

คำสั่งสอนที่...    ทดสอบที่...

Learning on Digital Circuit and Logic Design

F	AB	00	01	11	10
CD	00	0	0	1	0
	01	0	0	1	0
	11	1	1	1	0
	10	0	0	0	0

Prime Implicant & Essential Prime Implicant

Prime Implicant (PI) คือ เทอมผลคูณ (AND) ซึ่งไม่สามารถรวมกับเทอมอื่น ๆ เพื่อลดรูปให้น้อยลงไปกว่านี้ได้

รูปที่ 3.7 ตาราง K-map เพื่อแสดง Prime Implicant

รูปที่ ๓.8 การหาค่า PI จาก K-Map

Course Name **Ten** Subject01      หน้า 13 / 19

Prev. Topic   Prev. Page   Next Page   Next Topic   Menu   Course Map   Home   Close

ลิ้งค์ฉบับที่ 1...   ทดสอบท้ายบทที่ 1...

**ขั้นตอนการลดรูปด้วยวิธี Quine McCluskey**

ตัวอย่าง ฟังก์ชันตรรกที่มีตัวแปร 4 ตัวดังนี้

$$F(A,B,C,D) = \sum m(2,5,6,7,10,11,13,15)$$

**ขั้นตอนการลดรูปด้วยวิธีการของ Quine McCluskey**

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่ม Minterm จากฟังก์ชันตรรกโดยแต่ละกลุ่มจะต้องมีลอจิก "1" เท่ากันแสดงเป็นลำดับในเทกกันแสดงเป็นลำดับในตารางดังต่อไปนี้

	2	0	0	1	0
	5	0	1	0	1
	6	0	1	1	0
	10	1	0	1	0
	7	0	1	1	1
	11	1	0	1	1
	13	1	1	0	1
	15	1	1	1	1

รูปที่ ง.9 การลดรูปด้วย Quine McCluskey

Course Name **Ten** Subject01      หน้า 14 / 19

Prev. Topic   Prev. Page   Next Page   Next Topic   Menu   Course Map   Home   Close

ลิ้งค์ฉบับที่ 1...   ทดสอบท้ายบทที่ 1...

2	✓	(2,6)
5	✓	(2,10)
6	✓	(5,7)
10	✓	(5,13)
7	✓	(6,7)
11	✓	(6,11)
13	✓	(7,15)
15	✓	(11,15)
15	✓	(13,15)

ขั้นที่ 2 ทำการเปรียบเทียบกลุ่ม Minterm ที่อยู่ติดกันที่กลุ่ม 1 กับ 2, กลุ่ม 2 กับ 3 และกลุ่ม 3 กับ 4 ให้หาชุดที่ต่างกัน 1 บิตเพราะรวมกันได้หรือพิจารณาว่าผลต่างของเลข Minterm จะต้องอยู่ในรูป 2<sup>n</sup> เช่น 1, 2, 4, 8 แล้วเขียนตารางใหม่และทำเครื่องหมายไว้ในลิวที่จำกันได้แล้ว

รูปที่ ง.10 การลดรูปด้วย Quine McCluskey

Course Name Subject01      หน้าที่ 15 / 19

Prev. Topic    Prev. Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Help    Close

ดิจิทัลคอมพิว...      ทดสอบท้ายบท...

2	✓	(2,6)		
5	✓	(2,10)	(5,7,13,15)	
6	✓	(5,7)	✓	
10	✓	(5,13)	✓	
7	✓	(6,7)		
11	✓	(10,11)		
13	✓	(7,15)	✓	
		(11,15)		
15	✓	(13,15)	✓	

ขั้นที่ 3 ไรท์ข้างบนเดียวกับขั้นที่ 2 กล่าวคือ นำคูของ Minterm ในขั้นที่ 2 มาเปรียบเทียบกับแถวแถวอีกครั้งโดย ผลต่างทั้งคู่ต้องมีค่าเท่ากันและมีค่าเท่ากับ 2 คู่อ Minterm ทั้ง 4 ตัวนั้นจึงจะรวมกันได้เช่น (7,15) (5,13) ได้ผลต่างเท่ากับ (2,2) ซึ่งเท่ากับ 2 ดังนั้น m7, m15, m5 และ m13 สามารถรวมกันได้ (13,15) - (5,7) ได้ผลต่างเท่ากับ (8,8) ซึ่งเท่ากับ 2<sup>n</sup> ดังนั้น m13, m5, m15 และ m1 สามารถรวมกันได้ เป็นต้น เราจึงเขียน m5, m1, m13 และ m15 ลงในขั้นที่ 3 และใส่เครื่องหมาย ✓ ที่ตัว Minterm ในขั้น 2

รูปที่ ง.11 การลดรูปด้วย Quine McCluskey

Course Name Subject01      หน้าที่ 16 / 19

Prev. Topic    Prev. Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Help    Close

ดิจิทัลคอมพิว...      ทดสอบท้ายบท...

Digital Circuit and Logic Design

2	✓	(2,6)	a	(5,7,13,15)	f
5	✓	(2,10)	b		
6	✓	(5,7)	✓		
10	✓	(5,13)	✓		
7	✓	(6,7)	c		
11	✓	(10,11)	d		
13	✓	(7,15)	✓		
		(11,15)	c		
15	✓	(13,15)	✓		

ขั้นที่ 4 เมื่อ Minterm ในขั้นที่ 3 คือ m5, m1, m13 และ m15 มี ชุดเดียวและ ไม่มีกลุ่มของ Minterm อื่นใดที่เปรียบเทียบกับ แตกต่างกันอีกแล้ว ดังนั้น Minterm ที่ไม่มีเครื่องหมายกำกับ อยู่จึงเป็น PI ทั้งหมดและให้กำหนดอักษรใดๆเพื่อให้เป็นชื่อ ของ PI

รูปที่ ง.12 การหาค่า PI ด้วย Quine McCluskey

Course Name Subject01      หน้า 17 / 19

Prev Topic    Prev Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Home    Close

Learning on Digital Circuit and Logic Design

ขั้นตอนที่ 5 เขียนตาราง PI ที่สัมพันธ์กับ Minterm ดังรูป จากนั้นหา EPI และ PI โดย EPI หาได้จากกร ทิจรณว ทอถันนไคทีมครื่องหมาย ✓ / เพียงตัวเดียวที่ตรงกับ ✓ นั้นเรียกว่า EPI และทำวงกลมล้อม แล้วนั้นไว้

miniterm	2	5	6	7	10	11	13	15
a	✓		✓					
b	✓					✓		
c			✓	✓				
d					✓	✓		
e						✓		✓
f	✓		✓				✓	✓

รูปที่ ง.13 การหาค่า EPI ด้วย Quine McCluskey

Course Name Subject01      หน้า 18 / 19

Prev Topic    Prev Page    Next Page    Next Topic    Menu    Course Map    Home    Close

Learning on Digital Circuit and Logic Design

ให้ตรวจสอบตาราง PI ที่เหลือน้อยที่สุดที่เหลือต้องครอบคลุม Minterm ที่เหลือทั้งหมดได้ในที่นี้เลือก

a และ d ดังตารางจากนั้นจึงหาฟังก์ชันครกที่ประหยัดที่สุดได้

$$F(A,B,C,D) = \sum m(2,5,6,7,10,11,13,15)$$

$$= a+d+f$$

$$= (2,6) + (10,11) + (5,7,13,15)$$

$$= (\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D}) + (A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D}) + (\bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}CD)$$

$$= \bar{A}\bar{C}\bar{D} (\bar{B}+B) + A\bar{B}\bar{C} (\bar{D}+D) + [\bar{A}\bar{B}D (\bar{C}-C) + ABD (\bar{C}-C)]$$

$$= \bar{A}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C} + BD (\bar{A}-A)$$

ดังนั้น  $F(A,B,C,D) = \bar{A}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C} + BD(\bar{A}-A)$

รูปที่ ง.14 ตรวจสอบตารางการหาค่า PI และ EPI

Course Name      หน้าที่ 19 / 19

Subject01

Prev Topic    Prev Page    Next Page    Next Topic

Menu    Course Map    Home    Close

---

หน้าแรก    หน้าก่อนหน้า    หน้าถัดไป

---

Pr    minterm

	2	5	6	7	10	11	13	15
* a	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					
b	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	
c			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
* d					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
e							<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
* f	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

รูปที่ ง.15 ตารางการลดรูปด้วย Quine McCluskey

**ภาคผนวก จ**  
**ตัวอย่างแบบทดสอบท้ายบทเรียน**

## แบบฝึกหัด บทที่ 1

1. เครื่องคำนวณใดต่อไปนี้ที่ถูกสร้างขึ้นเป็นครั้งแรก

ก. เครื่องปาสคาล

ข. เครื่องคิดเลข

ค. รางลูกคิด

ง. นาฬิกา

2. ข้อใดไม่จัดเป็นอุปกรณ์ดิจิทัล

ก. เตาแก๊ส

ข. เตาไมโครเวฟ

ค. โทรทัศน์

ง. โทรศัพท์เคลื่อนที่

3. ข้อใดเป็นความหมายของคำว่า “ระบบอนาลอก”

ก. สัญญาณที่ทำให้เรามองเห็นว่ามีความต่อเนื่องกันในเรื่องของขนาดและเวลา

ข. สัญญาณภาพที่มีความต่อเนื่องในเรื่องขนาดของสัญญาณภาพ

ค. สัญญาณที่มีความใกล้เคียงกันมาก ๆ และค่อย ๆ เพิ่มหรือลดขนาด

ง. สัญญาณที่มีความต่อเนื่องในเรื่องขนาดของสัญญาณและเวลา

4. ข้อใดเป็นข้อดีของระบบอนาลอก

ก. ใช้วงจรที่เปลืองชิ้นส่วนน้อยกว่าระบบดิจิทัล

ข. ทำงานได้เร็วกว่าระบบดิจิทัล

ค. ได้ค่าที่เที่ยงตรงและรวดเร็วกว่าระบบอื่น ๆ

ง. มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมากกว่าระบบดิจิทัล

5. เครื่องเล่นเทปคาสเซ็ทและเครื่องเล่นซีดีจัดเป็นอุปกรณ์รูปแบบใดตามลำดับ

ก. อนาลอก ดิจิตอล

ข. ดิจิตอล อนาลอก

ค. ดิจิตอล ดิจิตอล

ง. อนาลอก อนาลอก

6. ข้อใดเป็นลักษณะการสื่อสารแบบอนุกรม

- ก. กลุ่มข้อมูลถูกส่งไปในสายสัญญาณหลายเส้น
- ข. กลุ่มข้อมูลถูกส่งไปในสายสัญญาณเส้นเดียว
- ค. กลุ่มข้อมูลถูกส่งไปในเวลาช่วงเวลาเดียว
- ง. กลุ่มข้อมูลถูกส่งไปในเวลาที่ไม่ต่อเนื่องกัน

7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบดิจิทัลแบบคอมบินเนชัน

- ก. ใช้หน่วยความจำ
- ข. ต้องใช้สัญญาณอินพุต
- ค. วงจรฟลิปฟล็อป
- ง. ประมวลผลทีละคำสั่ง

8. ข้อใดกล่าวถึงวงจรซีเควนเซียลได้ถูกต้อง

- ก. ใช้หน่วยความจำ
- ข. ต้องใช้สัญญาณอินพุต
- ค. วงจรฟลิปฟล็อป
- ง. ถูกทุกข้อ

9. การใช้จำนวนข้อมูลคูณกับเวลาจัดเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบใด

- ก. แบบขนาน
- ข. แบบคอมบินเนชัน
- ค. แบบอนุกรม
- ง. แบบซีเควนเซียล

10. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของรูปคลื่นสี่เหลี่ยมในอุดมคติได้ถูกต้องที่สุด

- ก. ขอบขาขึ้นและขอบขาลงมีลักษณะตั้งฉากกับแกนเวลา (t)
- ข. ใช้เวลาที่ขอบขาขึ้นและขอบขาลงใช้เวลาเท่ากัน
- ค. แรงดันเปลี่ยนแปลงมากกว่า 2 ระดับ
- ง. ช่วงเวลาช่วงขอบขาขึ้นเท่ากับช่วงเวลาช่วงขอบขาลง

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายวีระพันธ์ อยู่เสงี่ยม
วัน เดือน ปีเกิด	1 มกราคม 2525
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 39 หมู่ 8 ต.มาบข่า กิ่งอ.นิคมพัฒนา จังหวัดระยอง 21180 โทรศัพท์ 0-3896-8433
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิค
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์วิศวกรรม สจล.
คติพจน์	-

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายวีระศักดิ์ หาญวิเศษมงคล
วัน เดือน ปีเกิด	6 พฤษภาคม 2524
ภูมิลำเนา	บ้านเลขที่ 88 หมู่ 3 ต.สูงเนิน อ.สูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา 30170 โทรศัพท์ 0-4441-9844
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนประชารัฐสามัคคี จังหวัดนครราชสีมา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์วิศวกรรม สจล.
คติพจน์	เปลี่ยนอุปสรรคให้เป็นโอกาส