



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-learning กับการเรียนแบบปกติ
วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน หลักสูตร
อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขต
นนทบุรี
โดย ว่าที่ ร.ต.พสุพร สักดิ์วชิรักษ์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า

กณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตยั้งษ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.จรูญ แสนราช)

กรรมการ

(นาวาอากาศเอก ดร.วีระชัย เขาว์กำเนิด)

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนแบบปกติ
วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิกเรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี

ว่าที่ร้อยตรีพิศุพร ศักดิ์วัชรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : ว่าที่ร้อยตรีพิศุพร ศักดิ์วรักษ์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e - Learning กับ
การเรียนรู้แบบปกติ วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง
หลักการลดรูปฟังก์ชัน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี
สาขาวิชา : ไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพันธ์ ต้นศรีวงษ์
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียน e-Learning เรื่อง
หลักการลดรูปฟังก์ชัน วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร
บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี และเพื่อเปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียน e-Learning และชุดการสอนแบบปกติ ซึ่งจะ
ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องหลักการ
ลดรูปฟังก์ชัน จากนั้นจึงนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับ
ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ภาคการศึกษาที่ 2/2549 จำนวน 40 คน โดย
แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองให้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning และกลุ่มควบคุมให้เรียนในชั้น
เรียนด้วยวิธีสอนปกติ หลังจากทั้งสองกลุ่มเรียนเนื้อหาจนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยได้นำ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาทดสอบทั้งสองกลุ่ม แล้วจึงนำคะแนนมาวิเคราะห์
เปรียบเทียบผลทางสถิติ ด้วยสถิติ t-test Independent และหาประสิทธิภาพบทเรียน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน e-Learning ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.17/80.17 สูง
กว่าเกณฑ์กำหนดที่ตั้งไว้ 80/80 และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียน
ด้วยบทเรียน e-Learning และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning มี
ผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 149 หน้า)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr.Pasuporn Sakwataruk

Thesis Title : A Comparative of Learning Achievement between e-Learning method and
Conventional method on Logic Simplification of Digital Circuit and Logic,
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Nontaburi Campus

Major Field : Electrical Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

Thesis Advisors : Assistant Professor Dr.Somsak Akatimakool
Assistant Professor Dr.Surapan Tansriwong

Academic Year : 2006

Abstract

The purpose of this research were to Comparative of Learning Achievement between e-Learning method and Conventional method on Logic Simplification and to compare learning achievement between E-Learning method and Conventional method.

The research constructed the e-Learning and instruction package which consisted of teachers's handbook , teaching aids , exercises and test which was covering the content of the above topic. Samples group were divided equally into two groups, experimental group and control group. The experimental group was assigned to study with e-Learning method while the control group studied with conventional method. After the two groups finished their lessons , they were tested by a set of academic achievement test which was developed by the researcher. The test scored of the groups were analysis by t-test comparing learning achievement between two groups and to find out the efficiency of e-Learning groups.

The result of the study revealed that the academic achievement score of e-Learning group was significantly higher than the academic achievement score of the conventional group at .05 level and the efficiency of e-Learning was 81.17/80.17 which was higher than the set criterion 80/80.

(Total 149 pages)

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจากผู้มีพระคุณหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ตันศรีวงษ์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชา แนะนำวิธีการดำเนินการวิจัย การแก้ปัญหาและเสริมสร้างกำลังใจในการวิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสองไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาประเมินความเหมาะสมของบทเรียน e-Learning และให้ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียน e-Learning ขอขอบพระคุณอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่นักศึกษาและผู้สอน ในการทดลองใช้บทเรียน e-Learning ที่สร้างขึ้นในครั้งนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ครู อาจารย์ คุณแม่ คุณอาและญาติพี่น้องที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนตลอดมา พี่ชาย น้องสาว และหลานๆ ทุกคน ตลอดจนเพื่อนผู้เป็นกำลังใจทุกท่าน ที่คอยสนับสนุน ส่งเสริม และร่วมแก้ปัญหาด้วยเสมอมา

ว่าที่ร.ต.พสุพร สักดิ์วรารักษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักสูตรรายวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก	7
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชุดการสอน	8
2.3 หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน	12
2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบทเรียน e-Learning	14
2.5 หลักการออกแบบและสร้างบทเรียน e-Learning	21
2.6 การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน e-Learning	27
2.7 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning	30
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	35
3.2 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา	36
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	42
3.4 การดำเนินการทดลอง	55
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6. การวิเคราะห์ข้อมูล	59
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการสร้างบทเรียน e-Learning	63
4.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning	64
4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียน ด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายตามปกติ	65
4.4 ทดสอบสมมุติฐานที่ว่า การเรียนด้วยบทเรียน e-Learning มีผลสัมฤทธิ์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบบรรยายตามปกติ ในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05	66
4.5 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักศึกษา ที่ได้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning	66
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	70
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย	70
5.3 ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม	73
ภาคผนวก ก	
รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา	76
ภาคผนวก ข	
การวิเคราะห์หัวข้อในเรื่องสนามแม่เหล็กและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	86
รายละเอียดหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล	87
การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง	87
ประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง	88
รายละเอียดของเนื้อหาที่สำคัญของหัวข้อเรื่องและความรู้ของเนื้อหา	89
รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	92
ภาคผนวก ค	
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน	94
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ	95
ตารางจำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์	96
ตารางวิเคราะห์สื่อการสอน	97

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาธรรมชาติความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	102
การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบ	104

ภาคผนวก จ

คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	108
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	109

ภาคผนวก ฉ

การทดสอบสมมติฐานด้วย t-test Independent	112
---	-----

ภาคผนวก ช

รายนามผู้เชี่ยวชาญ	118
หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินบทเรียน e-Learning	119
แบบประเมินบทเรียน e-Learning	124
ผลการประเมินบทเรียน e-Learning	129
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน	132
ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน	134

ภาคผนวก ซ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	135
เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	146

ประวัติผู้วิจัย

149

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 แสดงจำนวนกรอบเนื้อหาในแต่ละบทเรียน	44
3-2 แสดงจำนวนข้อของแบบทดสอบหลังบทเรียนแต่ละบทเรียน	47
3-3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน	54
3-4 ตารางกำหนดการสอน เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชันของกลุ่มควมคุม	56
3-5 ตารางกำหนดการสอน เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชันของกลุ่มทดลอง	57
4-1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning	65
4-2 การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนด้วยวิธีสอน ปกติของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	65
4-3 ผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนด้วย วิธีการสอนปกติ	66
4-4 ผลการศึกษาคความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning ของนักศึกษา	69
ข-1 รายการหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล	87
ข-2 รายการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง	87
ข-3 ประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง	88
ข-4 รายละเอียดของเนื้อหาที่สำคัญของหัวข้อเรื่องและความรู้ของเนื้อหา	89
ข-5 รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	91
ค-1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน	94
ค-2 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เพื่อออกข้อสอบ	95
ค-3 จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	96
ค-4 การวิเคราะห์ข้อ	97
ง-1 การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	102
ง-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก-ง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบหลังบทเรียน	104
ง-3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก แบบทดสอบหลังบทเรียน	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ-1 คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและคำร้อยละ	116
จ-2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	108
จ-3 แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และคำร้อยละ	109
ฉ-1 คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำร้อยละของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	113
ช-1 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนเพื่อการวิจัยบทเรียน e-Learning (ด้านเนื้อหา)	129
ช-2 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนเพื่อการวิจัยบทเรียน e-Learning (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)	130
ช-3 แสดงผลการวิเคราะห์แบบทดสอบความพึงพอใจของผู้เรียน	134

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	27
3-1	ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา	36
3-2	แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์	38
3-3	แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา	39
3-4	แสดงขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย	40
3-5	ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์บทเรียนที่ 2	45
3-6	ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์	45
3-7	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	46
3-8	ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน e-Learning	48
3-9	แสดงตัวอย่างการเขียนรายละเอียดกรอบของบทเรียน	50
3-10	แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม i@self	52
3-11	แสดงหน้าจอการ Login เข้าสู่ระบบ	52
3-12	แสดงหน้าจอเมนูหลักของบทเรียน e-Learning	53
3-13	แสดงตัวอย่างเนื้อหาและปุ่มต่าง ๆ ที่ปรากฏบนหน้าจอเนื้อหา	54
4-1	บทเรียน e-Learning เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน	68

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าการศึกษามีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมาก ประเทศจะพัฒนาหรือไม่ขึ้นอยู่กับคุณภาพการศึกษาของคนภายในประเทศ ดังนั้นรัฐบาลจึงเล็งเห็นความสำคัญทางการศึกษาเป็นอย่างมากจึงได้ร่างพระราชบัญญัติการศึกษาขึ้นมาใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาประเทศฉบับปัจจุบันโดยพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 ได้ให้ความหมายของการศึกษาไว้ดังนี้ การศึกษา หมายความว่า กระบวนการเรียนรู้เพื่อให้เจริญงอกงามของบุคคลและสังคมโดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ขึ้นเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ดี คือการจัดรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนในการร่วมมือกันซึ่งได้ตกลงระหว่างทั้งสองฝ่าย ในอันที่จะแสวงหาความรู้เนื้อหาโดยอาศัยการแนะนำ แนะนำแนวทางเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด รู้จักแก้ปัญหา และฝึกหาความรู้อยู่เสมอ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการจัดองค์ประกอบของการเรียนการสอนให้มีความสัมพันธ์กันเพื่อสะดวกในการนำไปสู่เป้าหมายของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีด้านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกราฟิก (Graphics) และอนิเมชัน (Animation) ในปัจจุบันสามารถตอบสนองต่อการประยุกต์ใช้งานเข้ากับการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีดังเห็นได้จากการขยายตัวของการศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ตเป็นไปอย่างกว้างขวาง ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เริ่มเปิดให้บริการหลักสูตรระดับปริญญาตรี ระดับปริญญาโท และระดับปริญญาเอก รวมถึงหลักสูตรอบรมต่างๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต อีกทั้งบริษัทต่าง ๆ เริ่มมีการอบรมพนักงานในรูปแบบที่เรียกว่า Internet-based education เป็นศูนย์กลางของการใช้งานบทเรียนในรูปแบบที่เรียกว่า e-Learning หรือ online-Learning มีรูปแบบ Anywhere, Anytime and Anybody กล่าวคือ ผู้เรียนจะเป็นใครก็ได้ มาจากที่ใดก็ได้ และเรียนเวลาใดก็ได้ตามความต้องการของผู้เรียน เพราะหน่วยงานได้เปิดเว็บไซต์ให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง รวมทั้งบริหารจัดการเป็นชุด CD เพื่อใช้ในลักษณะ Offline ให้กับโรงเรียนหรือสถานศึกษาที่สนใจ แต่ยังไม่พร้อมในระบบอินเทอร์เน็ต สามารถสร้างสื่อการสอนที่มี

ลักษณะเป็น Multimedia ที่นำเสนอในเว็บ ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยาย อันจะช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาที่นำเสนอได้ตามความต้องการ

ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลที่ทำการเรียนการสอนด้านช่างอุตสาหกรรมมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถและทักษะทางด้านงานช่างอุตสาหกรรมออกสู่ตลาดแรงงาน หากแต่การเรียนการสอนแบบปกติในบางรายวิชามีเนื้อหาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ เช่น วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก ซึ่งผู้เรียนต้องใช้จินตนาการเพื่อสร้างรูปแบบของลำดับขั้นตอนการทำงานของวงจร โดยผู้สอนขาดสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจต่อบทเรียนนั้น ๆ อย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาไม่ครอบคลุมตามรายละเอียดในหน่วยเรียน จากปัญหาทั้งหมดที่กล่าวมาอาจมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ด้วยความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงคุณค่าในการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้เพื่อช่วยแก้ไขปัญหการเรียนการสอน วิธีการที่เหมาะสมและเป็นไปได้ คือ สร้างบทเรียน e-Learning เรื่องหลักการลดทอนฟังก์ชัน และหาประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ประกอบไปด้วยตัวการ์ตูนที่ใช้เสียงบรรยายแทนตัวอาจารย์ผู้สอน ภาพเคลื่อนไหวในการแสดงรูปแบบการคำนวณของโจทย์ตัวอย่าง เนื่องจากเป็นบทเรียนที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบและคำนวณวงจรดิจิทัลลอจิกทั้งในเรื่องการคอมไบเนชัน (Combination) และซีเควนเชียล ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้และเป็นไปในมาตรฐานเดียวกัน อันจะเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาขั้นสูงหรือวิชาที่เกี่ยวข้องให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ผู้เรียนสามารถจะนำความรู้ไปประกอบวิชาชีพตามที่ศึกษามาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลดีต่อตนเอง สังคม และประเทศชาติได้ต่อไป และยังเป็นแนวทางเพื่อประกอบพิจารณาในการจัดบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของวิชานี้ทั้งวิชาและอาจนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน เป็นส่วนหนึ่งของวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ e-Learning ที่สร้างขึ้นกับการเรียนด้วยวิธีสอนปกติ

1.2.3 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนการสอนด้วยบทเรียน e-learning

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 บทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดทอนฟังก์ชัน ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพได้เกณฑ์ตามมาตรฐานที่กำหนด 80/80

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning เรื่อง การลดรูปฟังก์ชัน ที่สร้างขึ้น สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีเรียนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ขอบเขตดังต่อไปนี้

1.4.1 สร้างบทเรียน e-Learning เรื่อง การลดทอนฟังก์ชัน วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี ระยะเวลาในการเรียนทั้งหมด 3 สัปดาห์ จำนวน 9 คาบเรียน

1.4.2 เนื้อหาเรื่องการลดทอนฟังก์ชัน วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก แบ่งหัวข้อได้ดังนี้

1. การลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน
 - 1.1 ตารางความจริง
 - 1.2 ทฤษฎีของบูลีน
 - 1.3 ทฤษฎีของคิมอร์แกน
 - 1.4 การพิสูจน์ทฤษฎีของบูลีนจากตารางความจริง
2. การลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K – map
 - 2.1 ตารางK – map 1 ตัวแปร
 - 2.2 ตารางK – map 2 ตัวแปร
 - 2.3 ตารางK – map 3 ตัวแปร
 - 2.4 ตารางK – map 4 ตัวแปร
 - 2.5 ตาราง K- map 5 ตัวแปร
 - 2.6 ตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร

2.7 เงื่อนไข Don't care

3. การลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q- M และวิธี VEM

3.1 หลักการของ Q- M

3.2 ขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน

3.3 ตัวอย่างการลดทอนฟังก์ชัน

3.4 หลักการของ VEM

3.5 การใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K – map

3.6 การวงรอบ Minterm เพื่อลดทอนฟังก์ชัน

1.4.3 คู่มือครู ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แผนการสอนประจำบทเรียน ตารางปฏิบัติการ(กิจกรรมการเรียนการสอน) ใบเนื้อหา ใบรายการถามตอบ แบบฝึกหัดหลัง บทเรียนพร้อมเฉลยคำตอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลยคำตอบ

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ถือว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติและเรียนด้วยบทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดทอนฟังก์ชัน นี้มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ เนื่องจากผู้เรียนมีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานของมหาวิทยาลัยเดียวกัน

1.5.2 อาจารย์ผู้สอนทั้งวิชาเป็นคนเดียวกันทั้งในกลุ่มการสอนแบบปกติและกลุ่มการสอนแบบ e-Learning

1.5.3 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึง เพศ อายุ พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม อารมณ์ และช่วง เวลา การเรียนของกลุ่มการสอนแบบปกติและกลุ่มการสอนแบบ e-Learning

1.5.4 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ถือว่าได้กระทำไปด้วยคล้อยพินิจจากความจริงใจ ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกรับรู้แท้จริงของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 บทเรียน e-Learning หมายถึงบทเรียนเรื่อง หลักการลดทอนฟังก์ชัน ที่มีการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นระบบอะซิงโครนัส ที่ผู้สอนและผู้เรียนไม่จำเป็นต้องนัดเวลามาเจอกันทางอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนสามารถที่จะเรียนที่ไหน เวลาใดก็ได้มีเว็บบอร์ดไว้โต้ตอบกันระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียนด้วยกันเอง

1.6.2 ประสิทธิภาพของบทเรียน หมายถึง คุณภาพของบทเรียนที่วัดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด จากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6.3 เกณฑ์กำหนด 80 / 80 หมายถึงระดับคะแนนเฉลี่ยที่คาดหวังของผู้วิจัยที่กำหนดขึ้นจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจากบทเรียนโดยกำหนดดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของทุกหัวข้อเรื่องรวมกันโดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกหัวข้อเรื่องแล้ว โดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

1.6.4 แบบฝึกหัดหลังบทเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา โดยการให้นักศึกษาทำหลังจากเรียนจบในแต่ละหัวข้อ เพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา

1.6.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักเรียนทำหลังจากจบการเรียนในแต่ละหัวข้อ

1.6.6 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่ปฏิบัติการสอนหรือผู้ที่มีประสบการณ์ ด้านการสอนเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาชีววิทยาจริงดิจิตอลและการออกแบบลอจิก หรือผู้ที่สอนวิชาที่มีเนื้อหาวิชา ใกล้เคียงและมีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี และผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการออกแบบสื่อการเรียนการสอนไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้บทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดทอนฟังก์ชัน ที่ประกอบไปด้วยภาพเคลื่อนไหวเสียงคำอธิบายเนื้อหาบทเรียนและรูปแบบการนำเสนอสื่อการเรียนการสอนแบบใหม่ ที่สามารถใช้งานผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นแนวทางในการปัญหาด้านสื่อการเรียนการสอนในรายวิชา วงจรดิจิตอลและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning ที่สร้างขึ้นกับการสอนปกติ เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก
- 2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชุดการสอน
- 2.3 หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน
- 2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบทเรียน e-Learning
- 2.5 หลักการออกแบบและสร้างบทเรียน e-Learning
- 2.6 การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน e-Learning
- 2.7 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี ประกอบกับวิเคราะห์หัวข้อและเนื้อหาสำคัญจากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง ที่นำมาสร้างเป็นบทเรียน e-Learning โดยมีลักษณะรายวิชาดังนี้

รหัสและชื่อ 11-711-305 วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

(Digital Circuit and Logic Design)

สภาพรายวิชา วิชาซีพีเลือก กลุ่มวิชาชีพ หมวดวิชาเฉพาะ ในหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

ระดับวิชา ภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 1

พื้นฐาน -

เวลาศึกษา 54 คาบตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 3 คาบ/สัปดาห์ และนักศึกษาจะต้องใช้

เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วยกิต 3 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา

1. เข้าใจระบบจำนวนและรหัส
2. เข้าใจการกระทำทางคณิตศาสตร์
3. เข้าใจการลดรูปฟังก์ชันลอจิก
4. เข้าใจการออกแบบวงจรคอมไบเนชัน
5. เข้าใจการออกแบบวงจรลอจิกซีควเอนเชียล
6. เพื่อประยุกต์ใช้วงจรเชิงเลขในงานอุตสาหกรรมได้
7. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับระบบตัวเลขและรหัส การแปลงเลขฐาน หน่วยคำนวณด้านคณิตศาสตร์ในระบบดิจิทัล การลดรูปฟังก์ชันลอจิก การออกแบบวงจรลอจิก คอมไบเนชัน การออกแบบวงจรซีควเอนเชียล การประยุกต์ใช้วงจรดิจิทัลในงานอุตสาหกรรม

จากลักษณะรายวิชาดังกล่าวจึงนำมาสร้างเป็นบทเรียน e-Learning วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่องการลดรูปฟังก์ชัน

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชุดการสอน

2.2.1 ความหมายของชุดการสอน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนหรือ ชุดการเรียนการสอน (Instructional - Package) มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ กล่าวถึงความหมายของชุดการสอนไว้ดังนี้

ชุดการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับเนื้อหา มาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (กาญจนา, 2524)

ชุดการเรียนการสอน หมายถึง การวางแผนการเรียนการสอนโดยใช้สื่อต่างๆ ร่วมกัน (Multimedia Approach) หรือหมายถึง การใช้สื่อประสม (Multimedia) ที่จัดไว้เป็นชุดเพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนและไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ (วาสนา, 2525)

ชุดการสอน เป็นวัตรกรรมการศึกษา และการสอนที่เกี่ยวกับการปฏิรูปหลักสูตร โดยเป็นระบบการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน (ไชยยศ, 2526)

ชุดการสอน (Instructional Package หรือ Instruction Kit) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์เนื้อหาและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายไว้เป็นชุด ๆ เพื่อจัดกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้สอนดำเนินการสอนที่มีคุณภาพเท่าเทียมกันอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน และยังทำให้ประหยัดเวลาในการเตรียมการสอนทำให้การสอนเรื่องนั้น ๆ บรรลุวัตถุประสงค์เดียวกันด้วยวิธีเดียวกันและช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ (เสาวณีย์, 2538)

ชุดการสอน เป็นการนำสื่อการสอนหลายประเภทมาใช้ร่วมกันในรูปแบบของสื่อประสมโดยการใช้สื่อประสมนี้เป็นการนำโสตทัศนูปกรณ์ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป มาใช้ร่วมกันในการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นการใช้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือการศึกษารายบุคคล (กิดานันท์, 2531)

ชุดการสอน หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ในการเรียนของแต่ละหน่วย โดยการนำวิธีการจัดระบบมาใช้ทั้งนี้เพื่อช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และช่วยให้การสอนของครูดำเนินไปโดยสะดวกและมีประสิทธิภาพ (กรองกาญจน์, 2536)

จากความหมายของชุดการสอนที่นักการศึกษาหลายๆ ท่านได้กล่าวไว้สรุปได้ว่าชุดการสอนหมายถึง นวัตกรรมการศึกษาที่ซึ่งนำสื่อประสมที่มีความสอดคล้องกับ เนื้อหาวิชาของหลักสูตรมาใช้ในระบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.2 ประเภทและส่วนประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอนแบ่งออกตามลักษณะการใช้ได้ 4 ประเภท ดังนี้

2.2.2.1 ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอนให้ครูใช้ประกอบการสอนแบบบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทครูให้พูดน้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้นเนื่องจากเป็นชุดการสอนที่ครูเป็นผู้ใช้ บางครั้งจึงเรียกว่า “ชุดการสอนสำหรับครู” ชุดการสอนประกอบการบรรยายจะมีเนื้อหาเพียงอย่างเดียว โดยแบ่งเป็นหัวข้อที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับ โดยสื่อที่ใช้จะเป็นการรวมสื่อ เช่น แผ่นคำสอน สไลด์ประกอบคำบรรยายในเทป แผ่นภูมิ แผนที่ ภาพยนตร์ โทรทัศน์และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายตามหัวข้อและปัญหาที่ครูกำหนดให้ (ไชยยศ, 2526)

ชุดการสอนนี้จะประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ (วาสนา, 2525)

ก. คู่มือครู ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิธีดำเนินการสอนคำแนะนำในการใช้สื่อการสอนตามลำดับและหนังสือประกอบการค้นคว้าสำหรับครู

ข. สื่อการเรียนการสอน (Instructional Media) จะใช้ประกอบการสอน ซึ่งมีหลายชนิด เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนให้ได้ผลยิ่งขึ้น สื่อการเรียนการสอนจะต้องได้รับการเลือกสรรอย่างเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน

ค. แบบฝึกหัดเสริมทักษะ (Workbook) แบบฝึกหัดตามที่มอบหมายไว้ในบัตรกิจกรรม อาจแยกเป็นชุดๆ หรือรวมกันเป็นเล่ม

ง. แบบทดสอบที่ใช้ในการทดลองก่อนการเรียนและหลังการเรียน

2.2.2.2 ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดการสอนแบบนี้มุ่งให้นักเรียน ได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน เช่น ในห้องเรียนกิจกรรมการเรียนร่วมกันตามสื่อและหัวข้อที่กำหนดไว้ชุดการสอนนี้จะประกอบด้วยชุดย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์จะมีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนนักเรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ๆ บทบาทของครูนั้นจะเป็นเพียงผู้จัดเตรียมประสบการณ์ ผู้ประสานงาน และผู้ตอบคำถาม เมื่อจบการเรียนแต่ละศูนย์แล้วนักเรียนอาจจะสนใจในการเรียนเสริมจากศูนย์สำรองที่เตรียมไว้ เพื่อไม่เป็นการเสียเวลาที่ต้องรอคอยเมื่อกลุ่มอื่นยังเรียนไม่เสร็จในแต่ละศูนย์ (รุ่งทิวา, 2527) ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่มนี้จะใช้ร่วมกับการสอนแบบศูนย์การเรียน โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

ก. คู่มือครู เป็นสิ่งช่วยการสอนแบบศูนย์การเรียนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพในคู่มือครูจะมีคำชี้แจงสำหรับครู สิ่งที่ต้องเตรียม บทบาทของนักเรียน การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผังแผนการสอนเนื้อหาสาระประจำศูนย์ต่าง ๆ แบบทดสอบก่อนการเรียนและหลังเรียน

ข. สื่อสำหรับศูนย์กิจกรรม จะมีบัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา บัตรคำถามหรือบัตรนำอภิปราย และบัตรเฉลย รวมทั้งสื่อการเรียนอื่นๆ เช่นรูปภาพ แบบเรียน เป็นต้น จำนวนบัตรต่าง ๆ หรือสื่อการเรียนอาจมีเท่ากับจำนวนนักเรียนในกลุ่มหรืออาจใช้ร่วมกันได้ ไม่จำเป็นต้องครบทุกคน

ค. แบบฝึกหัด แบบฝึกหัดตามที่มอบหมายไว้ในบัตรกิจกรรม อาจแยกเป็นชุด ๆ หรือรวมเป็นเล่มได้

ง. แบบทดสอบสำหรับการประเมินผลซึ่งใช้ก่อนการเรียน หรือหลังการเรียน โดยมีกระดาษคำตอบไว้พร้อม การทดสอบก่อนการเรียนเพื่อวัดพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนแล้วเก็บผลไว้เปรียบเทียบกับผลการทดสอบหลังการเรียน โดยการทดสอบหลังเรียนนั้นจะใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนการเรียนการประเมินผล จะใช้แบบอิงเกณฑ์ (วาสนา, 2525)

2.2.2.3 ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้ใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นที่ระบุไว้ โดยมีห้องเรียนพิเศษที่เรียกว่าห้องเรียนรายบุคคล ซึ่งจะเป็นการเรียนตามความสามารถของแต่ละบุคคล หลังจากเรียนจบแล้วจะทำแบบทดสอบเพื่อ

ประเมินผลความก้าวหน้า และเรียนชุดต่อไปตามลำดับ ครูจะให้ความช่วยเหลือจะทำแบบทดสอบเพื่อประเมินผลความก้าวหน้า และเรียนชุดต่อไปตามลำดับ ครูจะให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนในฐานะผู้ประสานงาน ชุดการสอนแบบนี้จะส่งเสริมการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองเต็มความสามารถโดยไม่ต้องคอยผู้อื่น (รุ่งทิวา, 2527) ซึ่งถือว่าเป็นการถูกต้องและยุติธรรมในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ชุดการสอนแบบนี้ อาจจะเรียกว่าบทเรียนโมดูล (Instructional Module) (ชม, 2524)

2.2.2.4 ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ครูกับนักเรียนอยู่ต่างที่ ต่างเวลากัน มุ่งสอนให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียนประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง โทรทัศน์ ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เป็นต้น (ชัยยงค์และคณะ, 2524)

ดังนั้นได้สรุปเอาหลักการต่าง ๆ มาสร้างเป็นคู่มือครู เรื่องหลักการลดทอนฟังก์ชัน วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะรายวิชา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แผนการสอนประจำบทเรียน ตารางปฏิบัติการ (กิจกรรมการเรียนการสอน) ใบเนื้อหา ใบรายการถามตอบ แบบทดสอบหลังบทเรียนพร้อมเฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลย

2.2.3 ประโยชน์ของชุดการสอน

ชุดการสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอยู่หลายประการ นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ดังนี้

2.2.3.1 ช่วยลดภาระของครูผู้สอน เนื่องจากมีชุดการสอนสำเร็จอยู่แล้ว ผู้สอนจะดำเนินการสอนตามคำแนะนำที่กำหนดไว้ให้ ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการทำสื่อการสอนใหม่ ทำให้ผู้สอน มีเวลาเตรียมการสอน และศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในเนื้อหาวิชาตามชุดการสอน ทำให้ผู้สอนมีประสบการณ์มากขึ้น อันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการสอนของครู เพิ่มขึ้น

2.2.3.2 ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกัน ผู้สอนแต่ละคน จะมีความรู้ความสามารถ ในการถ่ายทอดเนื้อหาแตกต่างกัน ดังนั้นในเรื่องเดียวกันผู้เรียนอาจได้รับความรู้หรือรายละเอียดของเนื้อหาต่าง ๆ เป็นคนละแนวไม่เท่ากัน ซึ่งชุดการสอนมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน มีเนื้อหา ชัดเจนเกี่ยวกับกิจกรรมและการใช้สื่อ ตลอดจนมีแบบทดสอบประเมินผลสัมฤทธิ์ไว้แล้วจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

2.2.3.3 ชุดการสอนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพอย่างเชื่อถือได้ เนื่องจากสร้างขึ้นจากวิธีการเข้าสู่ระบบ (System Approach) โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหลายด้าน เช่น ด้านวิชาเฉพาะสาขานั้น ๆ ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ด้านการวัดและประเมินผล รวมถึง ผู้สอน ผู้เรียนและผู้ปกครองร่วมกันสร้างชุดการสอนขึ้น ซึ่งมีการทดลองใช้และปรับปรุงจนกระทั่งแน่ใจว่าได้ผลดี

หลายครั้งในสถานการณ์ที่กำหนด ก่อนที่จะนำออกมาใช้ทั่วไป ทำให้มั่นใจว่าผู้สอนได้ใช้ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ (ลัดดา, 2522)

สมหญิง (2529) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดการสอนทุกประเภทย่อมให้คุณค่าแก่การเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้

1. ในการถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่มีลักษณะซับซ้อนเป็นนามธรรมได้ดี
2. ได้รับความสนใจของผู้เรียนต่อการเรียนรู้ โดยมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยตนเอง และกลุ่มย่อย
3. ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกความรับผิดชอบ ต่อตนเองและสังคม

4. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอนเพราะชุดการสอนได้ผลดีอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ได้ทุกเวลา

จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า ชุดการสอนมีประโยชน์คือ ช่วยลดภาระในการเตรียมการสอนของผู้สอน ทำให้สามารถค้นคว้าเนื้อหาเพิ่มเติมได้ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการให้เนื้อหาที่ซับซ้อน ผู้เรียนได้รับความรู้เป็นมาตรฐานเดียวกันและทำให้ประสิทธิภาพในการสอนเชื่อถือได้

2.3 หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ และผลิตสื่อการเรียนการสอน มีนักการศึกษาได้ กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ และผลิตสื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

วาสนา (2525: 16) ได้ให้หลักเกณฑ์การพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้ คือ

1. ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
2. เหมาะกับกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่จัดขึ้นเพื่อการเรียนการสอน
3. เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน
4. คำนึงถึงการประหยัด สื่อที่เลือกมาใช้ควรให้ผลคุ้มค่ากับการลงทุน ทั้งในด้านการเงินและเวลาที่เสียไป
5. มีซอฟต์แวร์ที่สัมพันธ์กับฮาร์ดแวร์

ลัดดา (2526: 67-68) ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์การพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอนไว้ซึ่งสรุปได้ดังนี้คือ

1. เลือกสื่อที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน
2. เลือกสื่อที่สอดคล้องกับลักษณะการตอบสนองและพฤติกรรม ขั้นสุดท้ายของผู้เรียนที่คาดหวังจะให้เกิดขึ้น

3. เลือกสื่อการเรียนการสอน ที่เหมาะสมกับความสามารถและประสบการณ์เดิมของผู้เรียนแต่ละคน

4. เลือกสื่อ และอุปกรณ์ที่พอจะหาได้ ไม่จำเป็นต้องเป็นสื่อที่มีราคาแพงเสมอไป เทคนิคการสร้าง และการใช้สื่อการเรียนการสอน

กิดานันท์ (2543: 99) กล่าวถึงหลักการเลือกสื่อการสอนเพื่อนำมาใช้ประกอบการสอนไว้ดังนี้ สื่อนั้นต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่สอน

1. เลือกสื่อที่มีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย น่าสนใจ และเป็นสิ่งที่ให้ผลต่อการเรียนการสอนมากที่สุด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหานั้นได้ดีเป็นลำดับขั้นตอน

2. เป็นสื่อที่เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน

3. สื่อนั้นควรสะดวกในการใช้ มีวิธีใช้ไม่ซับซ้อนยุ่งยากจนเกินไป

4. ต้องเป็นสื่อที่มีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี มีความชัดเจนและเป็นจริง

5. มีราคาไม่แพงจนเกินไป หรือถ้าผลิตเองควรคุ้มกับเวลาและการลงทุน

พิสิฐ และธีระพล (2529: 143-145) กล่าวถึงเทคนิคการสร้างและการใช้สื่อต่างๆดังนี้

1. แผ่นใส การออกแบบแผ่นใสเพื่อใช้ประกอบการสอนสามารถจำแนกประเภทของแผ่นใสออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

1.1 แบบแผ่นเดี่ยวสมบูรณ์ ลักษณะของภาพจะสมบูรณ์ใน 1 แผ่น เหมาะกับการสอนเชิงบรรยาย แต่อาจนำมาสอนแบบสอบถาม-ตอบได้ โดยใช้เทคนิคการเปิด - ปิด ด้วยกระดาษตามขั้นตอนหรือรายละเอียดที่ต้องการเปิด-ปิดในขณะสอน

1.2 แบบภาพซ้อน (Over lay) ลักษณะของภาพจะออกแบบให้ซ้อนกันหลายแผ่นจึงสมบูรณ์ (ปกติประมาณ 2-5 แผ่น) ภาพซ้อนนี้ออกแบบเพื่อให้เนื้อหาที่ละขั้นตอนประกอบการสอนแบบบรรยายหรือถาม-ตอบ

1.3 แบบเคลื่อนไหว (Dynamic transparency) ลักษณะของภาพเป็นการออกแบบจัดแผ่นใส ตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป ให้สามารถเคลื่อนไหวในลักษณะเลื่อนในแนวตรงหรือหมุนเป็นมุมหรือรอบวงได้ จุดประสงค์เพื่อใช้ประกอบการสอน อุปกรณ์หรือ กลไกที่ต้องการเคลื่อนที่ขณะอธิบาย เพื่อเสริมความเข้าใจง่ายขึ้น

2. ใบเนื้อหา (Information sheet) จากผลการวิจัยพบว่า ผลการรับรู้หรือความเข้าใจในการรับเนื้อหาสามารถผ่านสื่อประสาททั้ง 5 ได้ในอัตราที่แตกต่างกัน สื่อประสาทที่มีผลเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่สำคัญคือ ตาและหู ซึ่งตาสามารถรับรู้เนื้อหาได้มากถึง 75% และทางหูเพียง 15% ซึ่งผลการวิจัยนี้ทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาวิธีการให้เนื้อหา โดยใช้สื่อผ่านสื่อประสาทให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เกณฑ์ในการสร้างใบเนื้อหา ได้แก่

- 2.1 เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์โดยตรงเท่านั้น
- 2.2 ใช้ง่าย ๆ
- 2.3 มีเหตุผล มีข้ออ้างอิงตามความจำเป็น
- 2.4 ใช้ประโยชน์สั้น ๆ กระชับรัด แทนประโยคยาว ๆ
- 2.5 เมื่อใดสามารถใช้รูปแทนคำบรรยายได้ให้ใช้ทันที
- 2.6 คำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับรูปภาพต้องสมบูรณ์พอที่จะให้ถอดเนื้อหาออกจากรูปภาพ

ได้เนื้อหาทุกตอนอ่านแล้วเข้าใจได้โดยไม่ต้องอธิบายปากเปล่า

สรุปได้ว่าหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้และผลิตสื่อการเรียนการสอน คือ ต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอน กิจกรรมการเรียนการสอน ระดับของผู้เรียน และสื่อที่เลือกใช้ควรมีหลากหลาย สะดวกในการจัดหาและสามารถผลิตได้ด้วยราคาไม่แพง

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบทเรียน e-Learning

เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นปัจจัยที่ทำให้การศึกษาเปิดกว้างกระจายไปได้กว้างไกล ทำสังคมให้เปลี่ยนแปลงไปเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ เทคโนโลยีในเว็บได้สร้างหนทางของการประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษามากขึ้น โดยเฉพาะการพัฒนาผลิตภัณฑ์บนเว็บ ทำให้สามารถแสดงผลเพื่อตอบสนองกระบวนการเรียนรู้ตามแนวการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์โดยการเรียนรู้ร่วมกัน

2.4.1 ความหมายของ e-Learning

ข้อมูลจากเว็บไซต์ <http://www.capella.edu/elearning> ให้ความหมายของ e-Learning ว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่เปลี่ยนแปลงวิธีเรียนที่เป็นอยู่เดิม เป็นการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีที่ก้าวหน้า เช่น อินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต เอ็กซ์ทราเน็ต ดาวเทียม วิดีโอเทป แผ่นซีดี ฯลฯ คำว่า e-Learning ใช้ในสถานการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายกว้างขวาง มีความหมายรวมถึง การเรียนทางไกล การเรียนผ่านเว็บ ห้องเรียนเสมือนจริง และอื่นๆ มากมาย โดยสถานการณ์ดังกล่าวมีสิ่งที่มีเหมือนกันอยู่ประการหนึ่งคือ การใช้เทคโนโลยีการสื่อสารเป็นสื่อของการเรียนรู้

e-Learning ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนร่วมกัน การเสริมแรงในการเรียนรู้เนื้อหา การเข้าถึงข้อมูลทั่วโลก การเข้าถึงข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน การเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้เนื้อหาที่น่าสนใจในลักษณะมัลติมีเดีย เป็นการเรียนรู้ทางไกลที่ไร้ระยะทาง

e-Learning ช่วยทำให้ผู้สอนและผู้เรียนเป็นอิสระจากปัญหาการจัดตารางเรียนตารางสอน สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนการสอนนั้นเมื่อมีความสะดวก ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนของตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นไปตามก้าวจังหวะของตนเอง ช่วยในการปรับเปลี่ยนบทบาทผู้สอนจาก

ผู้บอกและถ่ายทอดมาเป็นผู้ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวก ในขณะที่ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลในลักษณะการเรียนรู้ร่วมกันและมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เป็นผู้เรียนที่ ลงมือปฏิบัติไม่ใช่เป็นเพียงผู้รับ

e-Learning จึงเป็นวิธีการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์แห่งการเรียนรู้ให้เกิดขึ้น การศึกษาเกิดขึ้นได้ทุกที่ ทั้งที่บ้าน ที่ทำงาน สถานศึกษาและอื่นๆ การเรียนรู้เน้นการแสวงหาและการรู้จักเลือกข้อมูล เพื่อการเสริมเติมแต่งความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่สร้างความสัมพันธ์ไปยังบุคคลภายนอกกลุ่มที่ติดต่อหรือเป็นแหล่งทรัพยากรของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและพึ่งพาช่วยเหลือกัน ทั้งนี้การเชื่อมต่อถึงกันผ่านระบบเครือข่าย ทำให้มีช่องทางของการติดต่อระหว่างกัน ช่วยลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนและผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนได้อีกด้วย

2.4.2 ยุคของ e-Learning

สื่อการเรียนการสอนที่ใช้ใน e-Learning เรียกว่า สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า สื่อดิจิทัล เนื่องจากคอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูลที่เป็นสัญญาณในระบบดิจิทัล (Digital Signal) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละยุคสมัยได้มีการเปลี่ยนแปลงตามเทคโนโลยีทำให้มีผลต่อการเข้าสู่ยุค e-Learning โดยมีวิวัฒนาการของสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาเป็นลำดับ แบ่งได้เป็น 4 ยุค คือ

(<http://www.khowledge.net.com/indideelearning/historyfelearning/index.asp>)

1. ยุคคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและฝึกอบรม (Instructor-Led Training Era) เป็นยุคที่อยู่ใน ช่วงเริ่มใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษจนถึงปี ค.ศ. 1983
2. ยุคมัลติมีเดีย (Multimedia Era) เป็นยุคที่อยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1984-1993 เป็นยุคที่ก่อกำเนิดโปรแกรมวินโดวส์ 3.1 การใช้ซีดีรอมในการบันทึกข้อมูล การมีความนิยมใช้โปรแกรม PowerPoint เพื่อการนำเสนอ การสร้างบทเรียนเพื่อใช้ในการฝึกอบรมที่บันทึกเก็บในแผ่นซีดี สามารถนำไปเรียนตามเวลาและสถานที่ที่มีความสะดวก แต่มีข้อเสียที่ทำให้ผู้เรียนขาดปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน
3. ยุคเว็บเริ่มแรก (Web Infancy) เป็นยุคที่อยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1994-1999 เป็นยุคที่เทคโนโลยีเว็บเริ่มเข้ามาเป็นบริการหนึ่งในอินเทอร์เน็ต ทำให้มีการศึกษาถึงการนำมาใช้เพื่อปรับปรุงการฝึกอบรมจากวิธีการที่ใช้อยู่เดิม เริ่มมีเทคโนโลยีมัลติมีเดียบนเว็บที่ยังมีความสามารถในการส่งข้อมูลได้ช้า
4. ยุคเว็บคนรุ่นใหม่ (Next Generation Web) เป็นยุคของปี ค.ศ. 2000-2005 เป็นยุคที่เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าในการรับส่งข้อมูลมัลติมีเดีย ใช้ประโยชน์ในการฝึกอบรมและการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมและการเรียนรู้ เป็นการก้าวสู่ยุคของ e-Learning

2.4.3 รูปแบบการเรียนใน e-Learning

e-Learning ใช้เว็บเป็นพื้นฐานสำคัญ ทำให้เกิดรูปแบบการเรียนที่ใช้เว็บเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ และมีคำเรียกแตกต่างกันไป เช่น การเรียนการสอนผ่านเครือข่าย (Web-Based Instruction) การเรียนอย่างมีปฏิสัมพันธ์ด้วยเว็บ (Web-Based Interactive Environment) การศึกษาผ่านเว็บ (Web-Based Education) การนำเสนอ 멀티มีเดียผ่านเว็บ (Web-Based Multimedia Presentations) และการศึกษาที่ช่วยให้มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Education Aid) เป็นต้น การศึกษาที่ใช้เว็บเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เป็นการประยุกต์กลยุทธ์การเรียนการสอนตามแนวคิดของกลุ่มนัก Constructivist และใช้วิธีการเรียนรู้ร่วมกัน (Lebow, 1993, Perkins, 1991) ทั้งนี้การออกแบบกลยุทธ์การเรียนการสอนโดยการใช้เว็บเป็นเครื่องมือการเรียนรู้นั้น อาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้ (Relan และ Gillani, 1997)

1. ใช้เว็บเป็นแหล่งข้อมูลเพื่อการจำแนก ประเมิน และบูรณาการสารสนเทศต่าง ๆ
2. ใช้เว็บเป็นสื่อกลางของการร่วมมือ สนทนา อภิปราย แลกเปลี่ยน และสื่อสาร
3. ใช้เว็บเป็นสื่อกลางในการมีส่วนร่วมในประสบการณ์จำลอง การทดลองฝึกหัด และการมีส่วนร่วมคิด

นอกจากนี้ การใช้เว็บเพื่อการเรียนการสอนนั้น มีหลักการสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ผู้เรียนเข้าเว็บได้ตลอดเวลา และเป็นผู้กำหนดลำดับการเข้าเว็บนั้นหรือตามลำดับที่ผู้ออกแบบได้ให้แนวทางไว้
2. การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายจะเป็นไปได้ดีถ้าเป็นไปตามสภาพแวดล้อมตามแนวคิดของนัก Constructivist กล่าวคือมีการเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้ร่วมกัน
3. ผู้สอนเปลี่ยนแปลงตนเองจากการเป็นผู้กระจายถ่ายทอดข้อมูลมาเป็นผู้ช่วยเหลือผู้เรียนในการค้นหา การประเมิน และการใช้ประโยชน์จากสารสนเทศที่ค้นมาจากสื่อหลากหลาย
4. การเรียนรู้เกิดขึ้นในลักษณะเกี่ยวข้องกันหลายวิชา (Interdisciplinary) และไม่กำหนดว่า จะต้องบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ในเวลาที่กำหนด

จะเห็นได้ว่า e-Learning เป็นวิธีเรียนที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในประเด็นต่างๆ คือ เป็นการเรียนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สร้างการเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยเสริมแรงในการเรียนรู้เนื้อหา เข้าถึงข้อมูลทั่วโลกได้ง่าย เข้าถึงข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน เป็นการเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ ศึกษาจากเนื้อหาที่เป็นมัลติมีเดีย เป็นการเรียนรู้ที่ระยะทางและเวลาไม่เป็นอุปสรรค

การเรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ หมายถึง ผู้เรียนที่เป็นผู้ควบคุมในสิ่งที่เกิดขึ้นและสิ่งที่ต้องการ มีการสื่อสารกันสองทาง ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน และการสื่อสารกับบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องแคมเบลล์ (Campbell, 1999) กล่าวว่า การมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอนมีความหมาย

ที่มองได้หลายแง่มุม การเรียนการสอนที่ดี อาจหมายถึง การเรียนที่ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรม เป็นผู้จัดกระทำกับสารสนเทศที่จะเปลี่ยนไปเป็นความหมายใหม่ของตนเอง เป็นการเรียนรู้ในมุมมองของนักศึกษาในทัศนะใหม่ที่เชื่อว่าผู้เรียนสร้างความหมายจากการเป็นผู้สำรวจสิ่งที่อยู่รอบตัว เป็นผู้แก้ปัญหา และเป็นผู้ประยุกต์สารสนเทศในสถานการณ์ใหม่

การเรียนรู้ร่วมกัน มีความหมายถึงการที่ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถในการปฏิบัติต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายร่วมกัน ผู้เรียนแต่ละคนรับผิดชอบการเรียนรู้ของผู้อื่นเท่ากับของตนเอง ความสำเร็จของผู้เรียนคนหนึ่งช่วยให้คนอื่นประสบความสำเร็จด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในบริบทของ e-Learning กระทำได้หลายลักษณะ เช่น การทำโครงการร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในกระดานข่าว การแสดงความคิดเห็นในกระทู้ทางวิชาการ การทำงานมอบหมายเป็นกลุ่ม เป็นต้น ทั้งนี้การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการเรียนรู้ร่วมกันในเว็บมีให้เลือกใช้ทั้งที่เป็นสาธารณะ และพัฒนาขึ้นเพื่อการใช้งานของกลุ่มสมาชิก

ทรัพยากรการเรียนรู้ใน e-Learning เป็นทรัพยากรที่อยู่ห่างไกลจากผู้เรียน แบ่งเป็นทรัพยากรบุคคล (People) และสื่อการเรียนรู้ (Learning Materials) การเข้าถึงทรัพยากรดังกล่าวเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีบนอินเทอร์เน็ตที่ได้มีการพัฒนาให้มีการใช้ที่ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อน

1. การเข้าถึงทรัพยากรบุคคลที่อยู่ห่างไกล ใช้เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์หลายชนิดที่ช่วยในการติดต่อสื่อสาร ที่มองเห็นภาพและได้ยินเสียง ตั้งแต่ 2 คน จนถึงหลายคน พ่วงด้วยเครื่องมือที่ให้บริการอีกหลายอย่าง เช่น การถ่ายโอนแฟ้มการโทรศัพท์ติดต่อ การใช้โปรแกรมร่วมกัน การสนทนา และการเขียน ไวท์บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรมที่นิยมใช้ในลักษณะดังกล่าวได้แก่ ICQ และ NetMeeting นิยมนำมาใช้เพื่อการสนทนาโต้ตอบกัน การส่งข้อความการติดประกาศ การตั้งกระทู้ การอ่านข่าว การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และการประชุมทางไกล รูปแบบของการติดต่อสื่อสารบนเว็บ ได้สร้างความสะดวกในการเข้าถึงทรัพยากรบุคคล ซึ่งนอกจากจะเข้าถึงแหล่งความรู้แล้ว ยังลดช่องว่างของความห่างไกลระหว่างบุคคลอีกด้วย อินเทอร์เน็ตและเว็บได้สร้างสรรค์การสื่อสารระหว่างบุคคลรอบโลก ให้มีความสะดวก รวดเร็วและประหยัด ช่วยสร้างบรรยากาศของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน เป็นสื่อกลางของการแสดงความคิดเห็นในหัวข้อต่างๆ ที่สนใจร่วมกัน นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือให้ทำงานร่วมกันได้ แม้จะอยู่ต่างที่กัน

2. การเข้าถึงทรัพยากรที่เป็นสื่อการเรียนรู้ อาจเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ผู้สอนไว้ในโฮมเพจรายวิชา หรือจากการค้นคว้าเองด้วยกลไกสืบค้นข้อมูล (Search Engine) เพื่อเข้าแหล่งสารสนเทศต่างๆ โฮมเพจรายวิชา จะเป็นแหล่งสำหรับการติดต่อระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียน ทำให้รับทราบแผนการเรียนการสอน ทั้งในด้านวัตถุประสงค์ สังเขปวิชา หัวข้อวิชา สื่อการเรียนการสอน

และการวัดและการประเมินผล โดยทั่วไปโฮมเพจรายวิชามักมีส่วนประกอบดังนี้ คือ แผนการเรียน การสอน (Course Syllabus) เอกสารคำสอน (Lecture Notes) บทเรียนช่วยสอน (Tutorials) งานมอบหมาย (Homework Assignments) สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ (Slides Electronic) สื่อมัลติมีเดีย (Multimedia Presentation) บทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia Courseware) บทเรียนไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Courseware) ห้องสมุดเสมือนจริง (Virtual Library) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Books) การทดสอบย่อยผ่านเว็บ (Web Quizzes) การทำแบบฝึกหัดผ่านเว็บ (Web Exercises) สื่อประเภทวิดีโอหรือเสียง (Video of Audio Materials) สารสนเทศบนเว็บ บนซีดีรอม และโฮมเพจอื่นๆ

2.4.4 สื่ออิเล็กทรอนิกส์

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเว็บ เป็นสื่อที่พัฒนาด้วยโปรแกรมประเภท Authoring เช่น Toolbook, Director และ Authorware นำมาใช้บนเว็บโดยผ่านกระบวนการบีบอัดหรือการกระจายให้เป็นแฟ้มขนาดเล็กหลายแฟ้ม ด้วยโปรแกรมเฉพาะที่แต่ละบริษัทพัฒนาขึ้น เพื่อให้ใช้งานบนเว็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต้องรอการส่งแฟ้มเป็นเวลานานและทำให้สะดวกต่อการส่งข้อมูลออนไลน์ที่เรียกใช้งานบนเว็บแล้วแสดงผลได้ทันทีเหมือนเรียกจากแผ่นซีดี

2. สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่พัฒนาด้วยโปรแกรมบนวินโดว และให้เรียกดูผ่านเว็บหรือแปลงเป็นแฟ้มที่ดูได้บนเว็บ นิยมใช้โปรแกรม Microsoft PowerPoint ในการพัฒนาสื่อลักษณะนี้

3. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่มีรูปเล่มและองค์ประกอบของเล่มหนังสือครบถ้วน เป็นสื่อที่นิยมจัดทำให้อยู่ในรูปของแฟ้มในสกุล Pdf และใช้โปรแกรม Acrobat Reader ของ Adobe ในการอ่าน

4. แผ่นใสอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการจัดทำสื่อที่อยู่ในรูปแผ่นใส หรือเอกสารประกอบการสอนอื่นๆ ให้เป็นแฟ้มที่อยู่ในสกุล pdf โดยการสแกนหรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบแฟ้มเอกสาร

5. เอกสารคำสอนอิเล็กทรอนิกส์ (Lecture Note) อาจจัดทำให้อยู่ในรูปเอกสารในสกุล doc

6. เทปเสียงคำสอนดิจิทัล จัดทำโดยใช้เทคโนโลยี RealAudio เพื่อให้เรียกฟังเสียงในลักษณะรับฟังได้ในทันทีไม่ต้องเสียเวลาในการรอการถ่ายโอนแฟ้มนาน

7. วิดีโอเทปดิจิทัล จัดทำโดยใช้เทคโนโลยี RealVideo เพื่อให้เรียกภาพวิดีโอในลักษณะรับชมได้ทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการรอการถ่ายโอนแฟ้มนาน

8. เอกสารไฮเปอร์เท็กซ์และไฮเปอร์มีเดีย เป็นสื่อที่จัดทำโดยใช้ภาษา HTML หรือโปรแกรมช่วยสร้างเว็บเพจ ทั้งที่จัดทำเองและผู้อื่นจัดทำ แล้วเชื่อมโยงไปยังแหล่งนั้นแหล่งรวมโฮมเพจ

รายวิชาในเว็บไซต์หนึ่งที่รวบรวมโฮมเพจรายวิชาจากที่ต่างๆ ทั่วโลกคือ World Lecture Hall มีเว็บไซต์ชื่อ <http://www.utexas.edu/world/lecture>

9. วารสารและนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อที่มีองค์กรจัดทำและเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต มีทั้งที่ต้องสมัครเป็นสมาชิก และให้บริการเป็นสาธารณะ

2.4.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์สอนบนเว็บ (CAI on Web)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บหรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์ เป็นรูปแบบใหม่ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเกิดขึ้นจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเว็บไซต์ที่สามารถนำเสนอข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia) ได้สมบูรณ์แบบ ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ จึงเป็นการนำเสนอบทเรียนหรือเผยแพร่บทเรียนโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ขั้นตอนในการพัฒนาคงไม่แตกต่างจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วไป เพียงแต่ซอฟต์แวร์และเทคนิคที่ใช้อาจแตกต่างกันไปตามเทคโนโลยี แต่ข้อได้เปรียบหรือจุดเด่นที่สำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บ ได้แก่ (บุญเลิศ, 2546)

- The Web is a Graphical Hypertext Information System การนำเสนอข้อมูลผ่านเว็บเป็นการนำเสนอด้วยข้อมูลที่สามารถเรียกหรือโยงไปยังจุดอื่นๆ ในระบบกราฟิก ซึ่งทำให้ ข้อมูลนั้นๆ มีจุดดึงดูดให้น่าเรียกดู

- The Web is Cross-Platform ข้อมูลบนเว็บไม่ยึดติดกับระบบปฏิบัติการ (Operating System : OS) เนื่องจากเป็นข้อมูลนั้นๆ ถูกจัดเก็บเป็น Text File ดังนั้นไม่ว่าจะถูกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ OS เป็น Unix หรือ Windows NT ก็สามารถเรียกดูจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้ OS ต่างจากคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องแม่ข่ายได้

- The Web is Distributed ข้อมูลในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีปริมาณมากจากทั่วโลก และผู้ใช้จากทุกแห่งหนที่สามารถต่อเข้าระบบอินเทอร์เน็ตได้ ก็สามารถเรียกดูข้อมูลได้ตลอดเวลา ดังนั้นข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตจึงสามารถเผยแพร่ได้รวดเร็ว และกว้างไกล

- The Web is interactive การทำงานบนเว็บเป็นการทำงานแบบโต้ตอบกับผู้ใช้โดยธรรมชาติอยู่แล้ว ดังนั้นเว็บจึงเป็นระบบ Interactive ในตัวมันเอง เริ่มตั้งแต่ผู้ใช้เปิดโปรแกรม ดูผลเว็บ (Browser) พิมพ์ชื่อเรียกเว็บ (URL : Uniform Resource Locator) เมื่อเอกสารเว็บแสดงผลผ่านเบราว์เซอร์ ผู้ใช้ก็สามารถคลิกเลือกรายการ หรือข้อมูลที่สนใจ อันเป็นการทำงานแบบโต้ตอบไปในตัวนั่นเอง

ดังนั้น CAI on Web จึงเป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้อยู่ในรูปแบบของการเผยแพร่ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีชื่อเรียกว่า WBI (Web Based Instruction) หรือ WBT (Web

Based Training) นั่นเอง ส่วนขบวนการพัฒนา CAI on Web มีลักษณะใกล้เคียงกับการพัฒนา CAI ในรูปแบบปกติ ซึ่งจะมีข้อแตกต่างกันในเรื่องของโปรแกรมที่ใช้งาน ทีมงาน เป็นต้น

2.4.6 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อเปรียบเทียบกับสื่อการเรียนการสอนประเภทอื่น ๆ แล้ว มีข้อดีหรือข้อได้เปรียบหลายประการ สรุปได้ดังนี้ (Hannafin & Peck, 1988)

1. บทเรียน CAI มีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ในขณะที่เรียนมากกว่าสื่อการเรียนการสอนประเภทอื่น ๆ เนื่องจากใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการนำเสนอบทเรียน

2. บทเรียน CAI สนับสนุนการเรียนรู้แบบรายบุคคล (Individualization) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเวลาใดก็ได้ตามต้องการหรือความสะดวก

3. บทเรียน CAI ช่วยลดต้นทุนในด้านการจัดการเรียนการสอนได้ เพราะการเรียนด้วย CAI ไม่ต้องใช้ครูผู้สอน เมื่อสร้างบทเรียนแล้วการทำซ้ำเพื่อการเผยแพร่ใช้ต้นทุนต่ำมาก และสามารถใช้กับผู้เรียนได้เป็นจำนวนมาก เมื่อเทียบการสอนโดยใช้ครูผู้สอน

4. บทเรียน CAI มีแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจเรียนเพิ่มขึ้น เนื่องจากบทเรียน CAI ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการนำเสนอบทเรียน เป็นสิ่งแปลกใหม่ มีการปฏิสัมพันธ์กับ บทเรียนตลอดเวลา ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย ทำให้ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วย

5. บทเรียน CAI ให้ผลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเองได้ทันที

6. บทเรียน CAI สะดวกต่อการติดตามประเมินผลการเรียน โดยมีการออกแบบสร้างโปรแกรมให้สามารถเก็บข้อมูลคะแนนหรือผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนไว้ สามารถนำมาวิเคราะห์ เพื่อประเมินผลได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับครูผู้สอน

7. บทเรียน CAI มีเนื้อหาที่คงสภาพแน่นอน เนื่องจากเนื้อหาของบทเรียน CAI ได้ผ่านการตรวจสอบให้มีเนื้อหาที่ครอบคลุม จัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างถูกต้อง มีความคงสภาพเหมือนเดิมทุกครั้งที่ยื่น ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนเมื่อได้เรียนบทเรียน CAI ทุกครั้งจะได้เรียนเนื้อหาที่คงสภาพเดิมไว้ทุกประการ ต่างจากการสอนด้วยครูผู้สอนที่มีโอกาสที่การสอนแต่ละครั้งของครูผู้สอนในเนื้อหาเดียวกัน อาจมีลำดับเนื้อหาไม่เหมือนกัน หรือข้ามเนื้อหาบางส่วนไป

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีข้อดีหรือข้อได้เปรียบสื่อการสอนประเภทอื่น ๆ แต่ก็มีข้อจำกัดหลายประการเช่นกัน สรุปได้ดังนี้ (Hannafin & Peck, 1988)

1. บทเรียน CAI ต้องการฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะพิเศษและมีราคาแพง สำหรับใช้เป็น เครื่องมือในการนำเสนอบทเรียน ผู้เรียนเองหรือสถานศึกษาเอง อาจจะไม่สามารถจัดเตรียม

หรือจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์ (Multimedia Computer) ให้เพียงพอ ต่อการใช้เรียนด้วย CAI ได้

2. บทเรียน CAI ไม่สะดวกต่อการเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับหนังสือเรียน เนื่องจากจะเรียน ด้วย CAI ได้ต้องจัดเตรียมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ CAI อีกทั้งในเรื่องของการทบทวนบทเรียนทำได้ ยากอันเนื่องจากข้อจำกัดดังกล่าว รวมถึงถ้ามีการออกแบบบทเรียน CAI ให้เรียนแบบเรียงลำดับ บทเรียน จะไม่สะดวกในการทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว

3. บทเรียน CAI ต้องใช้สายตาและทักษะการอ่านโดยผ่านทางจอภาพของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมี ผลกระทบต่อการเรียนของผู้เรียนที่มีความอดทนในการอ่านบนจอภาพ แตกต่างกัน

4. การแสดงภาพในคอมพิวเตอร์อาจไม่เท่ากับขนาดที่แท้จริงของวัตถุหรือสิ่งของ เพราะ ข้อจำกัดของขนาดจอภาพคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนโดยเฉพาะระดับอนุบาลหรือ ประถมศึกษาเกิดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับขนาดที่แท้จริงของวัตถุกับสิ่งที่เห็นในจอภาพได้

5. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องอาศัยความชำนาญหลาย ๆ ด้านทั้งทางด้านฮาร์ด เวย์ร์ ซอฟต์แวร์ ด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย และต้องมีความเข้าใจในคุณสมบัติและวิธีการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นอย่างมาก

6. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพต้องใช้ระยะเวลานาน อาจไม่คุ้ม ค่าหรือล้าสมัยเมื่อสร้างบทเรียนเสร็จ

7. เนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถูกจำกัดเนื้อหาอยู่เฉพาะที่มีใน บทเรียนเท่านั้น ในขณะที่เรียนจะไม่สามารถเพิ่มหรือขยายเนื้อหาเพิ่มเติมได้เหมือนกับการเรียน การสอนในชั้นเรียน โดยครูผู้สอน

8. ผู้เรียนได้รับการตอบสนองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบที่ เน้นอนตาม การป้อนข้อมูลเข้า (Input) ของผู้เรียนให้แก่โปรแกรมคอมพิวเตอร์เท่านั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ สามารถตรวจสอบและดูแลพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่เรียนได้

2.4.7 บทบาทผู้สอนและผู้เรียนใน e-Learning

บทบาทของผู้สอนใน e-Learning จะเปลี่ยนไปเป็นผู้ให้คำแนะนำ (Guide) เป็นผู้ฝึก (Coach) เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) และเป็นพี่เลี้ยง (Mentor) ต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ในขณะที่บทบาทของผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงจากการเป็นผู้รับ มาเป็นผู้สำรวจสารสนเทศ ผู้คิด ผู้ลง มือปฏิบัติ ในลักษณะเรียนรู้ร่วมกันกับผู้เรียนคนอื่นอย่างมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน

สรุป e-Learning ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเรียนร่วมกัน การเสริมแรง ในการเรียนรู้เนื้อหา การเข้าถึงข้อมูลทั่วโลก การเข้าถึงข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน การเรียนรู้อย่างมี ปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้เนื้อหาที่น่าสนใจในลักษณะมัลติมีเดีย เป็นการเรียนทางไกลที่ไร้ระยะทาง

e-Learning ช่วยทำให้ผู้สอนและผู้เรียนเป็นอิสระจากปัญหาการจัดตารางเรียนตารางสอน สามารถเข้าถึงสื่อการเรียนการสอนนั้นเมื่อมีความสะดวก ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนของตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นไปตามก้าวจังหวะของตนเอง ช่วยในการปรับเปลี่ยนบทบาทผู้สอนจากผู้บอกและถ่ายทอดมาเป็นผู้ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวก ในขณะที่ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลในลักษณะการเรียนรู้ร่วมกันและมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เป็นผู้เรียนที่ลงมือปฏิบัติไม่ใช่เป็นเพียงผู้รับ e-Learning จึงเป็นวิธีการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์แห่งการเรียนรู้ให้เกิดขึ้น การศึกษาเกิดขึ้นได้ทุกที่ ทั้งที่บ้าน ที่ทำงาน สถานศึกษาและอื่นๆ การเรียนรู้เน้นการแสวงหาและการรู้จักเลือกข้อมูลเพื่อการเสริมเติมแต่งความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่สร้างความสัมพันธ์ไปยังบุคคลภายนอกกลุ่มที่ติดต่อหรือเป็นแหล่งทรัพยากรของการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและพึงพาช่วยเหลือกัน ทั้งนี้การเชื่อมต่อถึงกันผ่านระบบเครือข่าย ทำให้มีช่องทางของการติดต่อระหว่างกัน ช่วยลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนและผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนได้อีกด้วย

2.5 หลักการออกแบบและสร้างบทเรียน e-Learning

หลักการออกแบบและสร้างบทเรียน e-Learning วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบ “เรื่องการลดรูปฟังก์ชัน” ในครั้งนี้จัดทำขึ้นในรูปของ WBI (Web Based Instruction) ดังนั้น จึงใช้แนวคิดในการออกแบบและสร้างบทเรียน e-Learning หลายแนวคิด ที่สำคัญได้แก่

2.5.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Interactive Multimedia CAI

เป็นการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดียที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน หรือ IMMCAI (Interactive Multi Media Computer Assisted Instruction) มีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ได้แก่ วิเคราะห์ (Analysis) ออกแบบ (Design) พัฒนา (Development) สร้าง (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) (ไพโรจน์ และไพบุลย์ , 2541) จากนั้น นำบทเรียนออกเผยแพร่ (Publication) และควรจะมีการติดตามผล (Follow up) เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาครั้งต่อ ๆ ไป รายละเอียดของการพัฒนา IMMCAI ทั้ง 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. เริ่มจากหัวเรื่องที่กำหนด โดยมีวัตถุประสงค์และกลุ่มเป้าหมายกำกับ
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 สร้างแผนภูมิ (Brain Storm Chart) ของเนื้อหาที่ควรจะมีตามหัวเรื่องที่กำหนด โดยไม่ทำการลอกแบบของตำราเล่มใด ๆ เลย

2.2 สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) ภายหลังจากวิเคราะห์ที่ละเอียด ตัด-เพิ่มหัวเรื่องตามเหตุผล และความเหมาะสม

2.3 สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis)

3. ขั้นตอนการออกแบบ (Design) มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 กำหนดวิธีการนำเสนอ แล้วเขียนกำกับด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดของเนื้อหาแต่ละตอน (Strategic Presentation Plan vs Behavior Objective) แล้วลำดับแผนการนำเสนอบทเรียน เป็นแผนภูมิ (Course Flow Chart)

3.2 สร้างแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) เป็น รูปแบบ และลำดับการนำเสนอบทเรียนตามหลักการสอน

4. ขั้นตอนการพัฒนา (Development) มีขั้นตอน ดังนี้

4.1 เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด (Script Development) โดยเขียนเป็นกรอบ ๆ จะต้องเขียนไปตามที่ได้วางแผนไว้ โดยเฉพาะถ้าเป็นแบบ IMMCAI จะต้องกำหนด ภาพ เสียง สี ฯลฯ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้ให้สมบูรณ์

4.2 จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard Development) เป็นการนำเอากรอบเนื้อหาหรือที่เขียนเป็น Script มาเรียบเรียงลำดับการนำเสนอที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งจะยังเป็นเอกสาร สิ่งพิมพ์อยู่ การลำดับกรอบนี้สำคัญมากเมื่อเป็นแบบ active

4.3 นำเนื้อหาที่ยังเป็นสิ่งพิมพ์นี้มาหาค่าความถูกต้อง (Content Correctness) โดยเฉพาะการสร้าง IMMCAI จะเป็นการเขียนคำরাใหม่ทั้งเรื่องเลย ซึ่งจะต้องนำเนื้อหาไปทดลองหาค่า Content Validity และ Reader Reliability ด้วย แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

4.4 การสร้างแบบทดสอบส่วนต่าง ๆ ต้องนำมาหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนกความเที่ยงและความเชื่อมั่นทุกแบบทดสอบและต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ ผลที่ได้ทั้งหมดจะเป็นตัวบทเรียน (Courseware)

5. ขั้นตอนการสร้าง (Implementation) มีขั้นตอน ดังนี้

5.1 เลือก Software หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองต่อความต้องการที่กำหนดไว้เป็นตัวจัดการเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

5.2 จัดเตรียมรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอหรือภาพนิ่ง หรือ Caption ไว้ให้พร้อมที่จะใช้งาน

5.3 จัดการนำ Courseware เข้าในโปรแกรมด้วยความประณีตและด้วย ทักษะที่ดี ซึ่งได้เป็นบทเรียน (วิชา) บนคอมพิวเตอร์ (Subject CAI Software)

6. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) มีขั้นตอน ดังนี้

6.1 ตรวจสอบคุณภาพ (Quality Evaluation) จัดการให้คณะผู้เชี่ยวชาญทาง IMMCAI ตรวจสอบคุณภาพของ Package ปรับปรุงให้สมบูรณ์

6.2 ทำการทดสอบ ดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพด้วยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวน ไม่เกิน 10 คน นำผลมากำหนดกลวิธีการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

6.3 ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency E_1/E_2) ของ Package และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) จากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน หากได้ผลตามเป้าหมายที่ต้อง การเป็นอันใช้ได้

6.4 จัดทำคู่มือการใช้ Package (User Manual) หรือ Package Instruction

2.5.2 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรูปแบบการพัฒนาการสอน

เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ปกติ โดยเน้นการสร้างเนื้อหาและการนำเสนอให้เหมาะสมกับพฤติกรรมและการตอบสนองของผู้ใช้บทเรียน มีขั้นตอนการสร้าง 8 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.1 (วุฒิชัย , 2543)

จากภาพที่ 2-1 เป็นขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป (Goal/Objective)

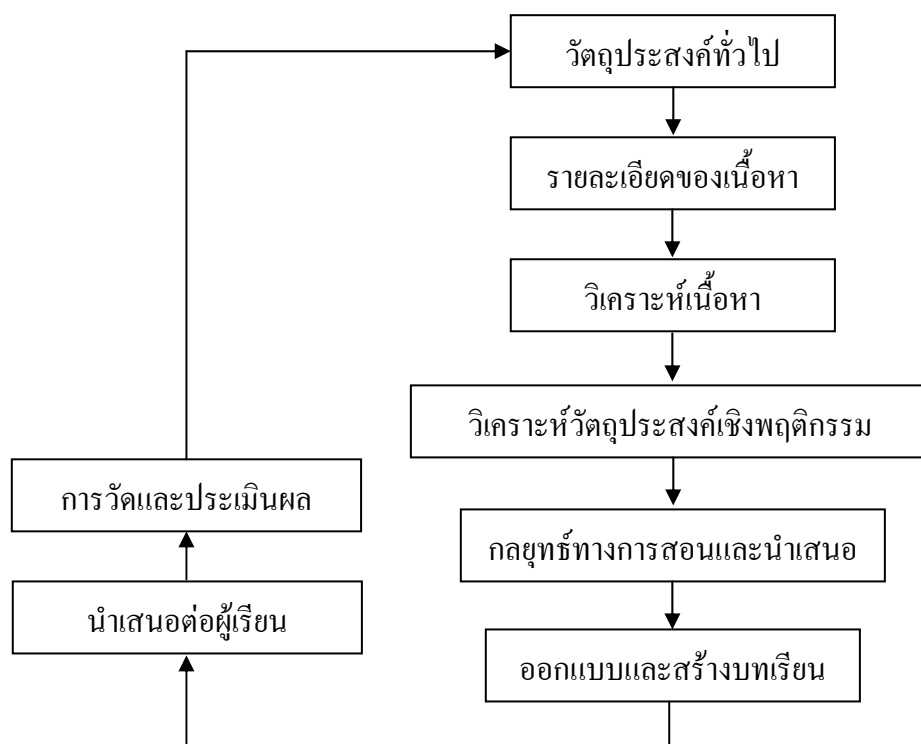
เป็นการกำหนดว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ ต้องการจะนำไปใช้ เพื่อใคร และต้องการให้เรียนรู้ อะไรบ้าง จากการศึกษาและวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รวมไปถึงแผนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่ต้องการนำมาสร้างเป็นสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกด้วย

2. รายละเอียดของเนื้อหาวิชา (Content Specification)

ได้แก่เนื้อหาความรู้ที่กำหนดเอาไว้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ ซึ่งอาจจะได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสัมมนาทางวิชาการ หรือค้นหาเพื่อจัดระบบจากแหล่งทรัพยากรอื่น แล้วนำมาวิเคราะห์ความสำคัญ และคุณค่าของบูรณาการ ด้านเนื้อหา รวมไปถึงการศึกษาและกำหนดคุณสมบัติของเนื้อหาความรู้ และกิจกรรม บทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนด้วย

3. วิเคราะห์เนื้อหาวิชา (Content Analysis)

วิธีการนี้ จะเริ่มต้นจากการ วิเคราะห์งาน (Task Analysis) เพื่ออธิบายกิจกรรมการเรียนการสอน และจัดลำดับกิจกรรมเหล่านั้นให้เหมาะสม ถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั่วไปจนได้รายละเอียดของเรื่องที่จะสอนหรือหัวข้อการสอน (Topic Content)



ภาพที่ 2-1 ขั้นตอนการพัฒนามาตรเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

เป็นการกำหนดพฤติกรรมมาเชิงความรู้ (Knowledge-Based Behavior) เพื่อให้ ผู้เรียนได้รับรู้ ว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วจะได้รับสิ่งใดจากบทเรียน ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนไว้ล่วงหน้าอย่างแน่ชัด เป็นการบอกให้ผู้เรียนทราบว่า จะได้รับการพัฒนาความสามารถ (Competency – Base Learning) จนประสบผลสำเร็จในการเรียนอย่างไร และช่วยให้ผู้เรียนมีผล สัมฤทธิ์ตาม ระดับความสามารถจากการกำหนดระดับขึ้น เพื่อจะได้จัดสภาวะการณ์การเรียนการสอนล่วงหน้า

5. กลยุทธ์ทางการสอนและนำเสนอ (Teaching Strategies & Models of Delivery)

ได้แก่การเลือกที่จะใช้วิธีสื่อสารเพื่อให้เกิดความรู้ เช่น การนำเสนอข้อมูลเนื้อหาด้วยข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยกำหนดหลักการให้สอดคล้องกันกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรมและธรรมชาติของเนื้อหาวิชา เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในที่สุด และการกำหนดกลยุทธ์ ทางการสอนและการนำเสนอบทเรียน ควรแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่สัมพันธ์กันเป็นอย่างดี นำเสนอเนื้อหาความรู้ที่น้อย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนที่ต่อเนื่องกัน และสามารถกลับมาเรียนซ้ำได้ไม่จำกัดครั้ง

6. ออกแบบและลงมือสร้างบทเรียน (Design & Implementation)

ในขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับการเตรียมผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่การนำรายละเอียดที่ได้จากการปฏิบัติที่ผ่านมาทั้งหมดมาจำแนกรายละเอียดเป็นการเฉพาะในแต่ละส่วน และเป็นการกำหนดแผน วิธีการปฏิบัติในรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลในการปฏิบัติหากพบว่ามีข้อบกพร่องที่ส่วนใด ควรปรับปรุงและแก้ไขให้บกพร่องมีน้อยที่สุดเรียก ขั้นตอนนี้ว่าการเขียนบทดำเนินเรื่อง หรือ การเขียนสคริปต์ (Script)

7. นำเสนอต่อผู้เรียน (Delivery)

เป็นวิธีการที่จะนำไปสู่กระบวนการหาประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักการ ด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) และสร้างรูปแบบนำเสนอให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของ ผู้เรียนควรเลือกวิธีการนำเสนอความรู้อย่างรอบคอบรัดกุม โดยอาจจะใช้วิธีออกแบบกิจกรรมในบทเรียนให้ ผู้เรียนได้มีโอกาสรับการสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งเป็นการสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้วัฒนธรรมและเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับการส่งเสริมพัฒนาการทางเจตคติหรือเข้าใจความรู้สึกมนุษย์ การสร้างบรรยากาศการจัดกิจกรรมการสอนในบทเรียนให้เป็นไปตามแนวความคิดของการสอนแนวใหม่ (Alternative Teaching) ควรมีหลักการ ดังนี้

- เน้นความเป็นกันเองระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และไม่เคร่งเครียด
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน
- ผู้เรียนมีเสรีภาพในการเลือกเรียนสิ่งที่ตนเองสนใจ และใช้เวลาเรียน ได้อย่างเต็มที่
- เน้นกิจกรรมแบบความร่วมมือกันของกลุ่มมากกว่าการแข่งขัน

8. การวัดและประเมินผล (Evaluation)

ได้แก่การประเมินระหว่างการศึกษาพิจารณาด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน เพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเอาไว้ในเบื้องต้น เช่น การประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม และการครอบคลุมเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนที่จะจัดให้มีขึ้นในบทเรียนนั้น รวมทั้งการประเมินสรุป ซึ่งเป็น ขั้นตอนการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพื่อหาหาประสิทธิภาพของบทเรียน

2.6 การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน e-Learning

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement) ที่สำคัญ ใช้สำหรับการรวบรวมข้อมูลหรือคะแนน เพื่อนำข้อมูลหรือคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาประเมินหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนที่สร้างขึ้น ซึ่งรูปแบบการพัฒนาแบบทดสอบมี 2

แบบ ได้แก่แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม และแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ในการพัฒนาแบบทดสอบ สำหรับใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะนำแบบทดสอบ แบบอิงเกณฑ์มาเป็น แนวทางในการพัฒนา เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เน้นการวัด และประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.6.1 แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test)

แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตาม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่า ผู้สอบมีความรู้ตาม เกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบ ประเภทนี้ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ CAI ที่ผู้เรียนจะต้องเรียนเพื่อให้ผ่าน เกณฑ์ตามที่บทเรียนกำหนดไว้ จึงจะถือว่าผ่านการประเมินผลการเรียนในรายวิชาหรือในบทเรียน นั้น

2.6.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์

การสร้างข้อสอบแบบอิงเกณฑ์นั้น ก่อนลงมือเขียนข้อสอบจะต้องมีการวางแผนในขั้นตอนการ วางแผนนี้ มีสิ่งที่จะต้องพิจารณาเพิ่มเติมนอกเหนือจากพิจารณาจุดมุ่งหมายของข้อสอบและเนื้อหา ที่จะสร้างข้อสอบ คือ ต้องพิจารณาว่าจะสร้างข้อสอบโดยยึดจุดประสงค์ (Objective Based) คือ เขียนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือสร้างข้อสอบโดยยึดกลุ่มพฤติกรรมหรือสร้างข้อสอบโดย ยึดกลุ่มพฤติกรรม (Domain Based) จึงจะเหมาะสม สำหรับการทดสอบโดยใช้ข้อสอบที่สร้างโดย ยึดกลุ่มพฤติกรรมเป็นหลัก (Domain Referenced Test) นี้ถือว่าเมื่อสอบแล้วสามารถอ้างอิงได้ว่า บุคคลมีความสามารถในระดับใด หรือมีความรอบรู้ขนาดเท่าใด เมื่อเทียบจากประชากรพฤติกรรม ทั้งหมด การสอบวัดโดยยึดพฤติกรรมเป็นหลัก (Domain Reference Test) นี้ถือว่าข้อสอบที่ใช้สอบ เป็นกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่กำหนดจากประชากรพฤติกรรม (พวงรัตน์, 2530)

2.6.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ สรุปได้ดังนี้ (บุญชม , 2541)

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา

ขั้นแรกจะต้องทำการวิเคราะห์ดูว่า มีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้และ ที่จะต้องวัด แต่ละหัวข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม หรือสมรรถภาพอะไร กำหนด ออกมาให้ชัดเจน

2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ

จากขั้นแรก พิจารณาต่อไปว่า จะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้าง อย่างละกี่ข้อ พฤติกรรมย่อยดัง กล่าวคือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้ว ต่อมา พิจารณา ว่าจะต้องออกข้อสอบเกินไว้กี่ข้อ ควรออกเกินไว้ไม่ต่ำกว่า 25% ทั้งนี้ เนื่องจากหลังจากที่

นำไปทดลองใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้ว จะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก ข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าจำนวนที่ต้องการจริง

3. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

ขั้นตอนนี้ จะเป็นการตัดสินใจว่าจะใช้คำถามรูปแบบใด และศึกษาวิธีการเขียน ข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนข้อคำถามแบบนั้น ๆ ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบเพื่อวัตถุประสงค์ประเภทต่างๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบ เพื่อที่จะได้นำมาใช้ในการเขียนข้อสอบของตน

4. เขียนข้อสอบ

ลงมือเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามตารางที่ได้กำหนดจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้และใช้รูปแบบ เทคนิคการเขียนข้อสอบตามที่ได้ศึกษาในขั้นตอนข้อที่ 3

5 ตรวจสอบข้อสอบ

นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วในขั้นตอน 4 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชา แต่ละข้อวัดพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจน เข้าใจง่ายหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหาจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คน พิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อ วัดตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้นั้นหรือไม่ โดยใช้วิธีของ โรวินลลี (Rovinelli) และ แฮมเบิลตัน (R. K. Hambleton) ดังตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่านโดยกา ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

กา ✓ ในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

กา ✓ ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

กา ✓ ในช่อง -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
1. เมื่อกำหนดชื่อเรื่องของการวิจัยมาให้สามารถจำแนกประเภทของตัวแปรต่าง ๆ ได้	“การเปรียบเทียบผลการสอนเรื่องเครื่องมือและเทคนิคในการรวบรวมข้อมูลโดยวิธีสอนแบบสัญญาณเรียนกับการสอนแบบบรรยาย” 1. ตัวแปรอิสระ คือข้อใด ก. วิธีสอน ข. เจตคติ ค. ผลสัมฤทธิ์ ง. นักเรียน			

หลังจากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเสร็จแล้ว นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5	เป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา เพราะวัด ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจริง
น้อยกว่า 0.5	เป็นข้อสอบที่ต้องตัดทิ้งหรือแก้ไข เพราะไม่ได้วัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านการพิจารณาว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ในขั้น 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

8. ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง นำเอาแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจริง จำนวนประมาณ 40 คน หรือมากกว่า โดยสอบในช่วงแรกของการเรียนวิชานั้นเรียกว่าการสอบก่อนเรียน และนำแบบทดสอบเดิมมาสอบกับกลุ่มตัวอย่างเดิมอีกครั้งหนึ่งหลังจากที่เรียนวิชานั้นจบแล้ว เรียกว่าการสอบหลังเรียน นำเอาผลการสอบสองครั้งมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์ คัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

9. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ จากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 8 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไป โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้อง มีคำชี้แจงที่ละเอียด แจ่มชัด ผู้อ่านเข้าใจง่าย

สรุป การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน e-Learning วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่องการลดรูปฟังก์ชัน ใช้หลักการที่ได้ศึกษาจากการสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียน e-Learning ที่ได้ศึกษามาข้างต้น โดยกำหนดข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ยึดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ส่วนการวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบพิจารณาจากค่าความยากง่าย (Difficulty) เกณฑ์ที่อยู่ในระดับที่รับได้อยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร (Kuder-Richardson) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.7 จึงจะสามารถนำไปใช้ทดสอบจริงกับกลุ่มตัวอย่างได้

2.7 การหาประสิทธิภาพบทเรียน e-Learning

ประสิทธิภาพบทเรียน e-Learning หมายถึง ความสามารถในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ถึงระดับที่คาดหวังและครอบคลุมความเชื่อถือได้ (Reliability) ความพร้อมที่จะใช้งาน (Availability) ความมั่นคงปลอดภัย (Security) และความถูกต้องสมบูรณ์ (Integrity) อีกด้วย

กระบวนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning นั้น จะเน้นไป ทางด้านการประกันคุณภาพหรือความสามารถของสื่อที่จะใช้เชื่อมโยงความรู้ และมีคุณลักษณะภายในของสื่อที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจและช่วยส่งเสริมการแสวงหาความรู้จากประสบการณ์เดิมของผู้เรียนผสมผสานกับความรู้ใหม่ที่ถ่ายทอดจากโปรแกรมบทเรียนไปสู่ตัวของผู้เรียน จากการที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการนำเสนอความรู้เอาไว้ล่วงหน้าอย่างแน่ชัด ซึ่งเป็นการกำหนดลำดับขั้นในการเรียนและเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินคุณค่าของบทเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ควรเริ่มต้นจากการตรวจสอบคุณภาพหาความเชื่อมั่นให้ได้มาตรฐานก่อนที่จะนำไปใช้ ด้วยการประเมินจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้และประสบการณ์ด้านเนื้อหาและสื่อการสอน เพื่อให้เป็นผู้พิจารณาให้ข้อมูลในการปรับปรุงหรือแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียน โดยสร้างเครื่องมือประเมินความเหมาะสมให้ครอบคลุมองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ด้านภาพ ด้านเสียงและการใช้ภาษา ด้านการออกแบบจอภาพและด้านการจัดบทเรียน

เครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้ จะ ต้องผ่านกระบวนการหาค่าความเชื่อมั่น (Coefficients) ให้มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 0.75

2.7.1 วิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning ตามเกณฑ์ที่ด้วงไว้ 80/80 แบบอิงกลุ่ม (ชัยยงค์, 2534 : 491)

หาเกณฑ์ 80 ตัวแรก

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของขบวนการที่วัดจากการทำแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพตัวแรก)

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัด

N คือ จำนวนผู้เรียน

A คือ คะแนนเต็ม

หาเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

$$\text{สูตร} \quad E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของขบวนการที่วัดจากแบบทดสอบ คิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพตัวที่สอง)

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบ

N คือ จำนวนผู้เรียน

B คือ คะแนนเต็ม

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน e-Learning เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียน e-Learning ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ธนัท (2548) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ e-Learning กับการสอนปกติ วิชา เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ (หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2542) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ e-Learning บทเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ (หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2542) และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ e-Learning กับการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี 2 ปี (หลังอนุปริญญา) โปรแกรมวิชาตลาดและบริหารทรัพยากรมนุษย์ สถาบันราชภัฏพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2/2547 จำนวน 70 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองจำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ e-Learning มีประสิทธิภาพ 84.73/83.90 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ตั้งไว้ 80/80 และกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ e-Learning มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรารณ (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนผ่านเว็บเรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศและการบริหาร ภาควิชาศึกษานักศึกษารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์การวิจัยครั้งนี้ คือ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเว็บเรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศและการบริหารสำหรับนักศึกษา คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการบริหารของนักศึกษา ระหว่างกลุ่มที่เรียนบทเรียนผ่านเว็บและกลุ่มที่เรียนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาบริหารรัฐกิจ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาการบริหารในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยแยกเป็นกลุ่มทดลองกำหนดให้เรียนบทเรียนผ่านเว็บ และกลุ่มควบคุมให้เรียนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนผ่านเว็บเรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศและการบริหาร มีประสิทธิภาพ 83.50/81.06 และนักศึกษาคณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่เรียนบทเรียนผ่านเว็บมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วาที (2546) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โรงเรียนพงษ์สวัสดิ์พัฒนศึกษา ภาควิชาการศึกษา 1/2546 ได้มาจากการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน แบบทดสอบรวม แบบสอบถามสำหรับผู้เรียน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิควิธีการ

ผลวิจัยปรากฏว่า มีประสิทธิภาพ 93.2/85.98 สูงกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนใช้การทดสอบค่าทีแบบจับคู่ (Matched paired t-test) พบว่าผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพดี สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษาได้

วารินทร์ (2546) ได้ทำการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบวงแหวน มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบวงแหวน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 เทอมที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 20 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายด้วยวิธีจับฉลาก จากนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์จำนวน 30 คน ผลการวิจัยสรุปว่า 1)บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบวงแหวนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.29/80.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบวงแหวนนั้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิญา (2546) ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา สถิติเบื้องต้น เรื่องทฤษฎีความน่าจะเป็นเบื้องต้น โดยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาต่างสาขาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยกรุงเทพ ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 51 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.00/81.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากพบว่าชอบเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อมสิน (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รายวิชาการเสริมสร้างคุณภาพชีวิตเรื่อง “ชีวิตกับนันทนาการ” สำหรับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รายวิชาการเสริมสร้างคุณภาพชีวิตเรื่อง “ชีวิตกับนันทนาการ” สำหรับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่เรียนบนเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รายวิชาการเสริมสร้างคุณภาพชีวิตเรื่อง “ชีวิตกับนันทนาการ” สำหรับนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัย

นเรศวร 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้ 1) ขั้นตอนการสำรวจปัญหา หาความจำเป็นในการใช้สื่อมัลติมีเดียของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และความจำเป็นในการใช้สื่อมัลติมีเดียเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน 2) การสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดีย 3) การทดลองใช้สื่อมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการเรียน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่เรียนตามปกติกับผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่านิสิตที่เรียนในห้องเรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นิสิตมีความคิดเห็นต่อสื่อมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รายวิชาการเสริมสร้างคุณภาพชีวิตเรื่อง “ชีวิตกับนันทนาการ” อยู่ระดับมาก ดังนั้นการเรียนโดยสื่อมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถค้นคว้าเพิ่มเติมได้มากขึ้น สื่อมัลติมีเดียสามารถให้ความรู้และความเพลิดเพลิน การเรียนโดยสื่อมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ความกว้างขวางกว่าการเรียนปกติ มีกระดานข่าวที่สามารถฝากข้อความถามเพื่อนในชั้นและผู้สอนได้สะดวก สามารถเรียนได้กลุ่มใหญ่ ผู้เรียนสามารถรับสื่อได้อย่างชัดเจนกว่าในการเรียนปกติ การเรียนโดยสื่อมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้ด้วยตนเอง การเรียนโดยสื่อมัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผู้เรียนไม่เครียดจนเกินไป ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น ผู้เรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นว่า คอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญมากในด้านการเรียนการสอน ผลจากการวิจัยส่วนใหญ่การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อช่วยในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ แสดงให้เห็นว่าคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่สามารถตอบสนองความต้องการการเรียนรู้ของบุคคลได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระที่จะทำการศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง โดยใช้ระยะเวลาเท่าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล

ด้วยเหตุผลดังกล่าว เป็นแรงสนับสนุนให้ผู้วิจัยดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนในรูปแบบปกติวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่องการลดรูปฟังก์ชัน เพื่อศึกษารูปแบบ แนวทาง สำหรับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถใช้เรียนรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์ และมีประสิทธิภาพสูงสุด อีกทั้งสามารถนำความรู้จากสื่อการเรียนการสอนนี้ไปเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนขั้นสูงต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการสร้างบทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี ครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา
- 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการทดลอง
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ตามหลักสูตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก
2. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ภาคเรียนที่ 2/2549 โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งเลือกกลุ่มนักศึกษาภาคปกติ จำนวน 20 คน และภาคสมทบ จำนวน 20 คน รวมทั้งหมด 40 คน และใช้การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก ซึ่งผู้วิจัยได้จัดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม สรุปได้ดังนี้

กลุ่มนักศึกษาภาคสมทบ เป็นกลุ่มทดลอง ให้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning

กลุ่มนักศึกษาภาคปกติ เป็นกลุ่มควบคุม ให้เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

3.2 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

การพิจารณาเลือกเนื้อหาวิชาที่มีความสำคัญ โดยใช้เกณฑ์พิจารณาเลือกรายวิชาที่นำมาสร้างเป็นบทเรียน e-Learning ดังนี้

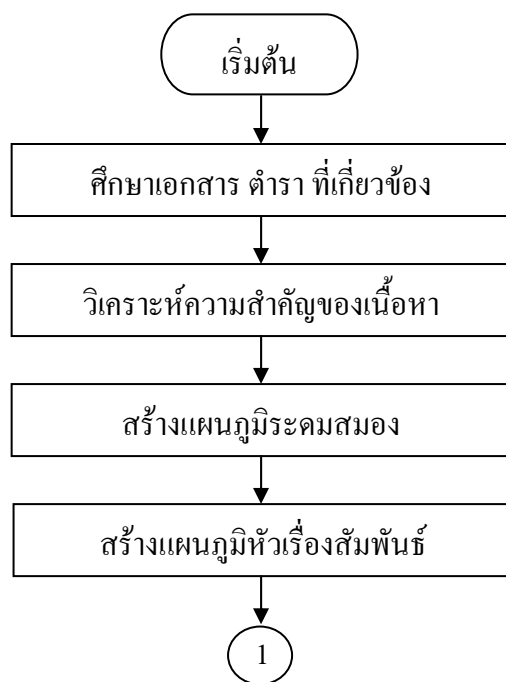
- โครงสร้างของลักษณะรายวิชา วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก รหัส 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาพบว่า หัวข้อวิชาในหลักสูตรรายวิชา ไม่มีการแบ่งหัวข้อย่อย จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถทราบถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เรียนได้ จึงทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาและแบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 หน่วยการเรียนรู้ (ดังรายละเอียดภาคในผนวก ก หน้า 76 - 82) ในการวิจัยครั้งนี้ จะวิจัยในหน่วยที่ 3 เรื่องหลักการลดทอนฟังก์ชัน สามารถแบ่งออกเป็น 3 บทเรียน ซึ่งรายละเอียดบทเรียนมีดังต่อไปนี้

บทเรียนที่ 1 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน

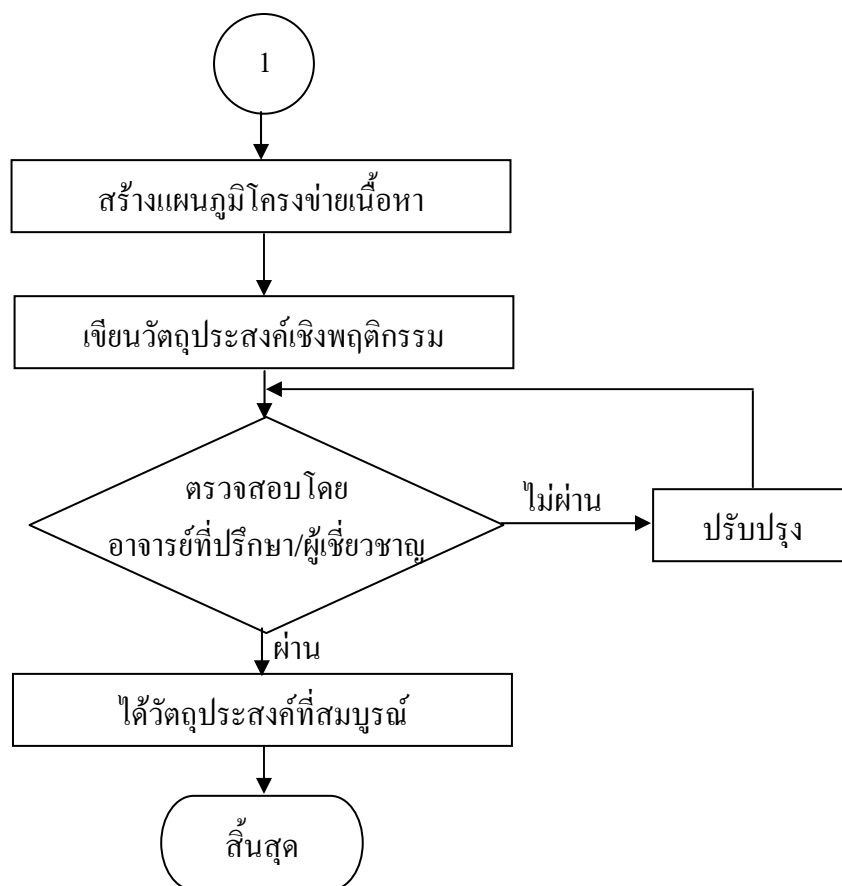
บทเรียนที่ 2 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map

บทเรียนที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM

การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาหัวเรื่องและเนื้อหาของบทเรียน เพื่อนำมาสร้างบทเรียน e-Learning ซึ่งเป็นเครื่องมือของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ การวิเคราะห์เนื้อหา มีขั้นตอนดำเนินการตามลำดับ ดังนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา



ภาพที่ 3-1 (ต่อ)

จากภาพที่ 3-1 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหา

การวิเคราะห์ระดับความสำคัญของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้งรายวิชานี้ กำหนดกรอบเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ พร้อมให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหา และความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ (ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก ก หน้า 83)

ผลการประเมินระดับน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ความสำคัญของเนื้อหาเบื้องต้นนี้ จะนำไปใช้เพื่อกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบในบทเรียน ซึ่งจะใช้ดำเนินการในขั้นตอนการออกแบบแบบทดสอบของบทเรียน e-Learning ต่อไป

3.2.2 การสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart)

ในขั้นตอนนี้ เป็นการนำเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 หลักการลดรูปฟังก์ชัน ซึ่งเป็นกรอบในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มาทำการวิเคราะห์ว่าหน่วยการเรียนรู้ควรจะสอนเรื่อง

ไต่บ้าง โดยอาศัยจากหลักสูตร หนังสือ ตำรา คู่มือ ผู้เชี่ยวชาญ และประสบการณ์ของผู้สอน โดยในขั้นตอนนี้ จะยังไม่ต้องคำนึงถึงความสมบูรณ์เป็นสำคัญ

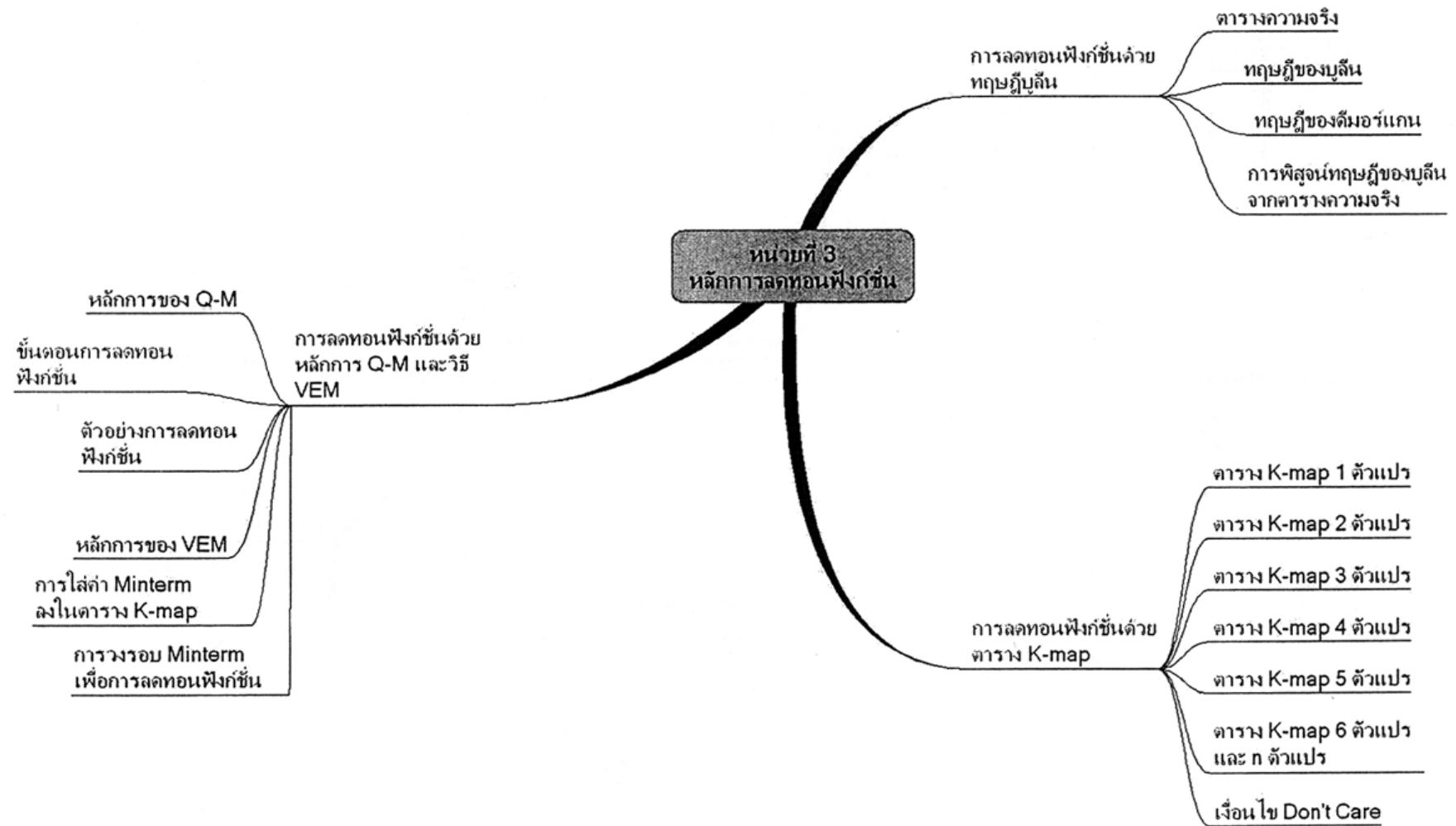
3.2.3 การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)

จากขั้นตอนที่ 2 การสร้างแผนภูมิระดมสมองหาหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องของบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา นั้นเป็นการระดมความคิดอย่างรวดเร็ว อาจทำให้หัวเรื่องยังไม่ได้รับการพิจารณาอย่างถูกต้องและรอบคอบ ดังนั้น จึงต้องนำแผนภูมิระดมสมองมาพิจารณาโดยละเอียด ด้วยหลักการ ด้วยเหตุและผล และความเหมาะสมของหัวเรื่องเนื้อหาอีกครั้ง โดยพิจารณากรอบคำอธิบายวิชาของหลักสูตรเป็นกรอบ จากนั้น จึงปรับมาเป็นแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) ซึ่งจะ เป็น แผนภูมิที่แสดงให้เห็นถึงหัวเรื่องเนื้อหาจริง ๆ ที่ควรจะมีในบทเรียน e-Learning ดังภาพที่ 3-2

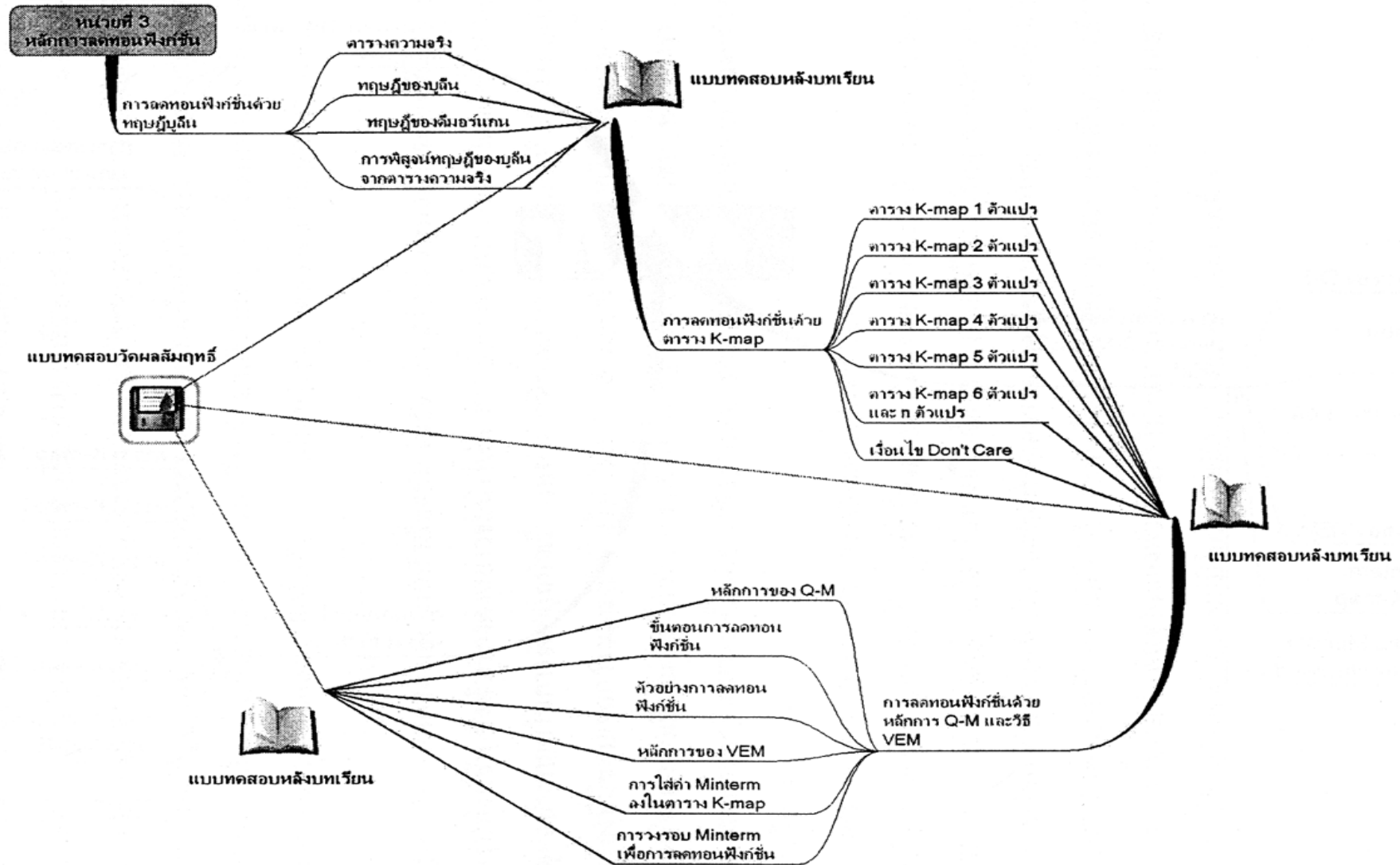
จากภาพที่ 3-2 แสดงถึงแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ของหัวเรื่องในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน ซึ่งหัวเรื่องดังกล่าวจะนำไปพัฒนาเนื้อหาของบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาเหตุผลประกอบในการจัดกลุ่มหัวเรื่องใหม่ การตัดหัวเรื่อง และการเพิ่มหัวเรื่องใหม่เข้าไป เช่น บางหัวเรื่องที่มีขอบเขตกว้างและลึกเกินไป ไม่เหมาะสำหรับนำมาอธิบายไว้ในรายวิชานี้ ควรตัดออกไป หรือบางหัวเรื่องน่าจะได้กล่าวถึงแล้วในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น หัวเรื่องรูปแบบมาตรฐานของสมการลอจิก น่าจะเป็นเนื้อหาที่อยู่ในหน่วยการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวงจรลอจิก และพีชคณิต เป็นต้น

3.2.4 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart)

เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหัวเรื่องเนื้อหาโดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis) เริ่มจากการนำแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ในข้อ 3 มาจัดลำดับการเรียนรู้แต่ละหัวเรื่องว่ามีลำดับเนื้อหาการเรียนก่อนหลังอย่างไร โดยพิจารณาความยากง่ายของเนื้อหาประกอบ หัวเรื่องใดบ้างที่สามารถเรียนไปพร้อมหรือคู่ขนานกันได้ และหัวเรื่องใดบ้างที่ต้องเรียนตามลำดับก่อนหลังตามความ ยากง่าย หรือเนื้อหาเป็นพื้นฐานของหัวเรื่องต่อไป เป็นต้น ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ นำเสนอให้เห็นถึงลำดับการเรียนรู้เนื้อหาด้วยแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-2 แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ หน่วยเรียนที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชัน



ภาพที่ 3-3 แผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา หน่วยเรียนที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชัน

3.2.5 เมื่อทำการวิเคราะห์เนื้อหาเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อที่จะได้ทำการออกแบบทดสอบ จากนั้นตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อนำข้อชี้แนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.2.6 ทำการออกแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ ที่ได้จากผลการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของบทเรียน หัวข้อย่อยของบทเรียน และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วนั้น นำมาวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) (ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก ง หน้า 102 - 103)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่ประเมินข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าเท่ากับ 0.93

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการประเมินผล

การวิจัยครั้งนี้ มีการสร้างเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นการออกแบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเครื่องมือออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

3.3.1 ชุดการสอบแบบบรรยาย

3.3.2 ชุดการสอนแบบ e-Learning

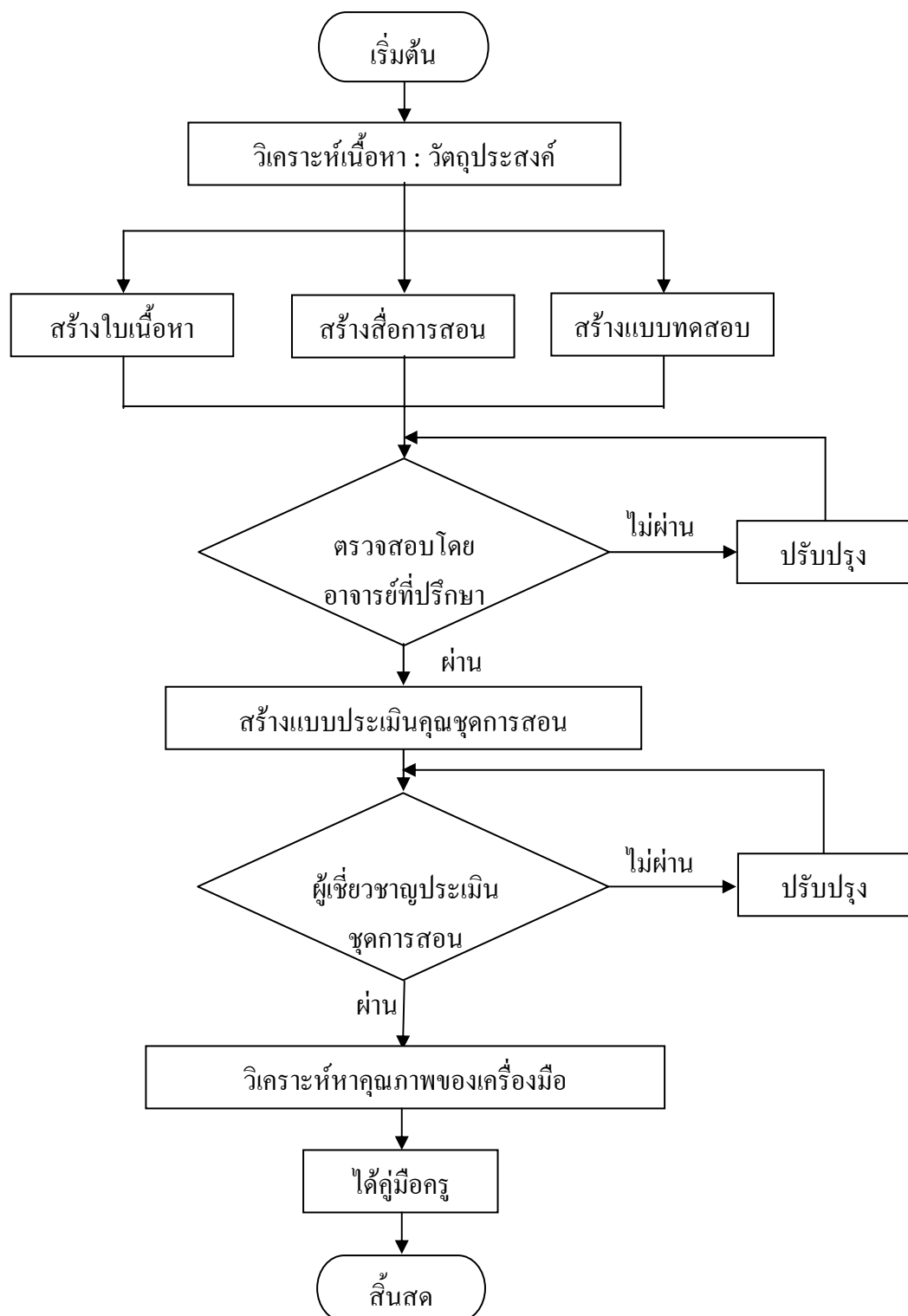
3.3.3 แบบทดสอบ

3.3.1 ชุดการสอบแบบบรรยายมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 3-4 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรในหัวข้อที่ 3.2 มาใช้อ้างอิงในการสร้างเครื่องมือทั้ง 3 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ชุดการสอนแบบปฏินิจะประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน แบบทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1.1 คู่มือครู จะประกอบด้วย รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แผนการสอน ประจำบทเรียน ตารางปฏิบัติการ (กิจกรรมการเรียนการสอน) ใบเนื้อหา ใบรายการถามตอบพร้อมแนวคำตอบ ดังต่อไปนี้

ก. ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำคู่มือครูจากตำรา และเอกสารต่าง ๆ จนเข้าใจ ก่อนที่เริ่มทำคู่มือครู



ภาพที่ 3-4 แสดงขั้นตอนการสร้างคู่มือครู

ข. รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา มาใส่ไว้ในหน้าแรกของทุกบทเรียน เพื่อให้ครูผู้สอนทราบถึงจุดมุ่งหมายที่จะทำให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผล

ค. วิเคราะห์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในแต่ละบทเรียน เป็นการกำหนดความรู้เดิมที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้มาก่อนที่จะเรียนในบทเรียนนี้ต่อไป

ง. ออกแบบแผนการสอนประจำบทเรียน ซึ่งจะมีการนำเข้าสู่บทเรียน โดยคิดออกแบบการสร้างปัญหาในแต่ละบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อการเรียน

จ. การกำหนดขั้นตอนการสอนในตารางปฏิบัติการ เป็นการกำหนดเวลาให้สอดคล้องกับเนื้อหา และการสอนในแต่ละขั้นตอน (MIAP) ว่าจะใช้เวลานานเท่าไร เพื่อเป็นเกณฑ์ในการควบคุมเวลา โดยจะกำหนดเวลาหรือลักษณะกิจกรรมตามช่องที่กำหนด

ช. ออกแบบ แบบร่างกระดาน จะเป็นการจำลองเนื้อหาบนกระดานทั้งหมดที่ผู้สอนจะให้กับผู้เรียน

ซ. จัดทำใบเนื้อหา จะเป็นเอกสารประกอบการสอน ซึ่งไว้สำหรับเพิ่มรายละเอียดที่ไม่สามารถเขียนบนกระดาน หรือแสดงเนื้อหาได้ทั้งหมด โดยรวบรวมเอกสารต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับหัวข้อที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้

ณ. ออกแบบจัดทำใบรายการถาม-ตอบ พร้อมแนวคำตอบ ซึ่งเป็นการแสดงแนวคำถามแนวคำตอบ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนใช้ถามในการสอนแต่ละวัตถุประสงค์ โดยจัดตั้งคำถามและคำตอบ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ญ. ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา แนะนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุง

3.3.1.2 สร้างสื่อการสอน การเลือกและสร้างสื่อการเรียนการสอน จะพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยต้องสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มากที่สุด ดังต่อไปนี้

ก. วิเคราะห์สื่อการเรียนการสอน จะเป็นการวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยการกำหนดสื่อให้หลากหลาย แล้วทำการเลือกสื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละข้อของบทเรียน พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเลือกสื่อเหล่านั้น ๆ โดยผู้วิจัยได้เลือกสื่อที่ใช้ประกอบการสอนทั้งหมด 2 สื่อ ได้แก่ เพาเวอร์พอยต์ และกระดานดำ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 97 - 99)

ข. ศึกษาเอกสาร และตำราที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารการทำเพาเวอร์พอยต์ โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์ และได้ทำการออกแบบให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้วิเคราะห์ไว้

ค. จัดทำสื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นแบบชุดนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ เป็นซีดีสร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูปของไมโครซอฟต์ เพาเวอร์พอยต์ใช้ประกอบการสอนทุกหัวเรื่อง โดยการสร้างชุดนำเสนอในแต่ละเรื่องจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด มีจำนวนประมาณ 145 กรอบ สามารถแจกแจงได้ดังตารางที่ 3-1 และตัวอย่างดังภาพที่ 3-5 และภาพที่ 3-6 ตามลำดับ

ง. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาดูตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 3-1 แสดงจำนวนกรอบเนื้อหาในแต่ละบทเรียน

บทเรียน	จำนวนกรอบหรือเฟรม
1	38
2	56
3	51
รวม	145

LOGO

ขั้นตอนที่ 1 ให้จัดกลุ่มของ Minterm ของฟังก์ชัน

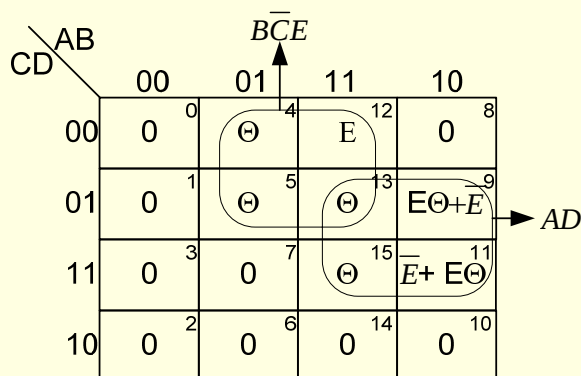


List 1		
Minterm	ABCD	
2	0010	} กลุ่มที่ 1 Minterm ที่ประกอบด้วยลอจิก "1" จำนวน 1 ตัว
4	0100	
8	1000	
6	0110	} กลุ่มที่ 2 Minterm ที่ประกอบด้วยลอจิก "1" จำนวน 2 ตัว
9	1001	
10	1010	
12	1100	
13	1101	} กลุ่มที่ 3 Minterm ที่ประกอบด้วยลอจิก "1" จำนวน 3 ตัว
15	1111	

www.themegallery.com

ภาพที่ 3-5 ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

การลดรูปฟังก์ชันโดยวิธี VEM เงื่อนไข Don't Care



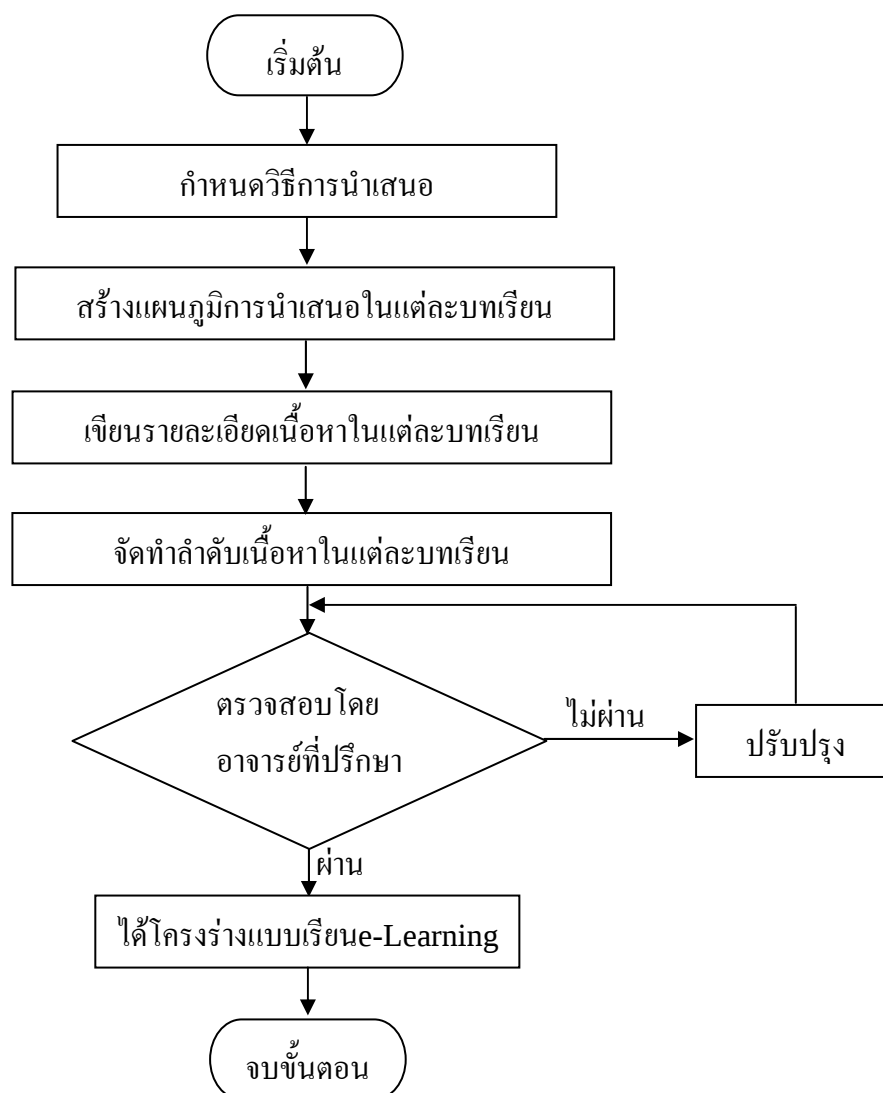
ภาพที่ 3-6 ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

3.3.2 การสร้างบทเรียน e-Learning

ในการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือได้แก่ บทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน ซึ่งตามขอบเขตการวิจัย ประกอบด้วย 1 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 หลักการลดรูปฟังก์ชัน มีขั้นตอนการออกแบบบทเรียนตามแนวทาง IMMCAI หรือ Interaction MultiMedia CAI ซึ่งในการออกแบบการสอนในบทเรียน e-Learning ในขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบวิธีการสอนและกิจกรรมการสอนของบทเรียนไว้ล่วงหน้า เพื่อให้มั่นใจได้ว่าบทเรียน e-Learning ที่ได้จะมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงได้ ในการศึกษาครั้งนี้ โดยมีลำดับขั้นตอนการออกแบบการสอนในบทเรียน ดังต่อไปนี้

จากภาพที่ 3-8 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. กำหนดวิธีการนำเสนอ ในขั้นตอนนี้ เป็นการกำหนดกลวิธีการนำเสนอหรือการสอนของหน่วยการเรียนรู้ โดยการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกำกับตามเนื้อหา แล้วทำการลำดับแผนการนำเสนอบทเรียนเป็นแผนภูมิของรายวิชา หรือที่เรียกว่า Course Flow Chart ผลของการแบ่งหน่วยการเรียนรู้และการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พร้อมกำหนดจำนวนคาบเรียนที่เหมาะสมสำหรับการเรียน



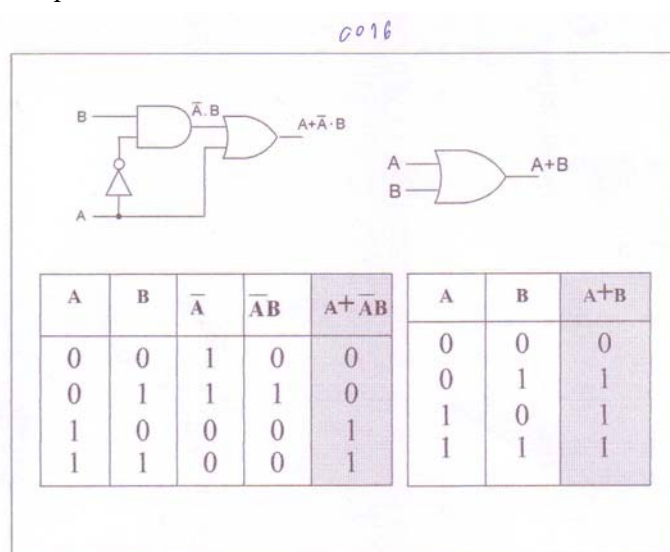
ภาพที่ 3-8 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน e-Learning

2. สร้างแผนภูมิการนำเสนอแต่ละบทเรียน ในขั้นตอนนี้ เป็นการพิจารณาว่า เนื้อหาในหน่วยการเรียนนั้น ควรนำเสนอเนื้อหาบทเรียน อย่างไรจึงจะเหมาะสม และสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ ในการสร้างบทเรียน e-Learning ในขั้นตอนนี้จะเป็นการกำหนดวิธีการนำเสนอด้วยสื่อผสม (Multimedia) และกำหนดการโต้ตอบ (Interaction) ของผู้เรียนให้เหมาะสม และต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด

ในการสร้างแผนภูมิการนำเสนอ จะนำเสนอตามรูปแบบและลำดับการนำเสนอ บทเรียนตามหลักการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ได้แก่ การนำเข้าสู่บทเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การสรุป และทำแบบทดสอบหลังบทเรียน จากนั้นทำการประเมินผล ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้

ออกแบบการนำเสนอ โดยเน้นการนำเสนอด้วยมัลติมีเดียประเภทใดนั้นตามลักษณะของเนื้อหาในบทเรียน

3. เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด (Script Development) จะขั้นตอนนี้เป็น การนำเสนอเนื้อหาที่ได้เรียบเรียงไว้ มาเขียนเป็นกรอบ ๆ ตามที่ได้วางแผนไว้ โดยต้องกำหนด ภาพ เสียง สี วิดีโอ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้ให้สมบูรณ์ ดังแสดงตัวอย่างการเขียนรายละเอียดกรอบ (Script) บทเรียนไว้ดังภาพที่ 3-9



7.3 $A + \bar{A}B = A + B$

พิสูจน์ $A + \bar{A}B = A + B$

$A + \bar{A}B + AB = A + B + AB$ • ถ้า AB หมายถึงทั้งสองข้างของสมการ

$A + B(\bar{A} + A) = A + B + AB$ • สังเกตว่า $\bar{A} + A = 1$ ดังนั้น $B \cdot 1 = B$

$A + B \cdot 1 = A + B + AB$ • จากทฤษฎีที่ 6.5

$A + B = A + B$ • จากทฤษฎีที่ 7.1, 6.2

29

A	B	$\bar{A}$	$\bar{A}B$	$A + \bar{A}B$
0	0	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	0	1

A	B	$A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

30

The diagram illustrates the implementation of the theorem $A + \bar{A}B = A + B$ using logic gates. On the left, a circuit uses an AND gate (inputs A and $\bar{A}$) and an OR gate (inputs A and $\bar{A}B$) to produce the output $A + \bar{A}B$. On the right, a simpler circuit uses a single OR gate (inputs A and B) to produce the output $A + B$.

1. ตัวนำร่องของบทเรียนมาตรงกลาง "ทฤษฎีการสรุป"
2. Text ① แสง
3. การ์ตูนพูดว่า "เราสองคนพิสูจน์กัน สมการที่ดูว่า น่าจะเป็นจริงหรือไม่"
4. Text ② แสง
5. Icon ดั้งเดิม Mouse หมายเหตุแล้ว ร้องความดังแล้ว จะปรากฏ

ภาพที่ 3-9 แสดงตัวอย่างการเขียนรายละเอียดกรอบของบทเรียน

4. จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard Development) จะขั้นตอนนี้เป็นการนำเอากรอบเนื้อหาหรือที่เขียนเป็น Script ในข้อ 1 มาเรียบเรียงลำดับการนำเสนอที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งยังเป็น เอกสารสิ่งพิมพ์อยู่ได้กรอบเนื้อหาและแบบทดสอบหลังบทเรียนทั้งหมด จำนวนประมาณ 132 กรอบ ซึ่งจะเป็กรอบหรือเฟรม (Frame) ที่นำไปใช้ในขั้นตอนของการสร้างบทเรียน e-Learning ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำลำดับเนื้อหาที่ได้จากการปรับปรุงแล้วมาสร้างบทเรียน e-Learning ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนดังต่อไปนี้

ก. เลือก Software หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองต่อความต้องการที่กำหนดไว้ เป็นตัวจัดการเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรม Flash MX มาใช้งานในการสร้างสื่อการเรียนการสอนร่วมกับโปรแกรม i@self เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการเกี่ยวกับการเรียนการสอนทั้งหมด เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการสร้าง การแก้ไข การลบ และการจัดการอื่น ๆ ซึ่งผู้ที่มีสิทธิ์เข้ามาใช้งานในเมนูคำสั่งนี้ได้คือ User ในระดับ Instructor (อาจารย์) เท่านั้น และจะจัดการได้เฉพาะรายวิชาของตัวเองเท่านั้น

ข. จัดเตรียมรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอหรือภาพนิ่ง หรือ Caption ไว้ให้พร้อมที่จะใช้งาน

ค. จัดการนำ Courseware เข้าในโปรแกรมด้วยความประณีตและด้วยทักษะที่ดี ซึ่งได้เป็นบทเรียน (วิชา) บนคอมพิวเตอร์ (Subject CAI Software) ดังแสดงตัวอย่างการนำ Courseware เข้ารวมกันในโปรแกรม สามารถอธิบายขั้นตอนในการเข้าสู่ระบบและการสร้างได้ดังนี้

1. ขั้นตอนในการเข้าสู่ระบบ เริ่มจาก พิมพ์ URL : <http://course.rmutsb.ac.th> ที่ Address ของโปรแกรม browser ระบบจะแสดงหน้าจอ ดังภาพที่ 3-10

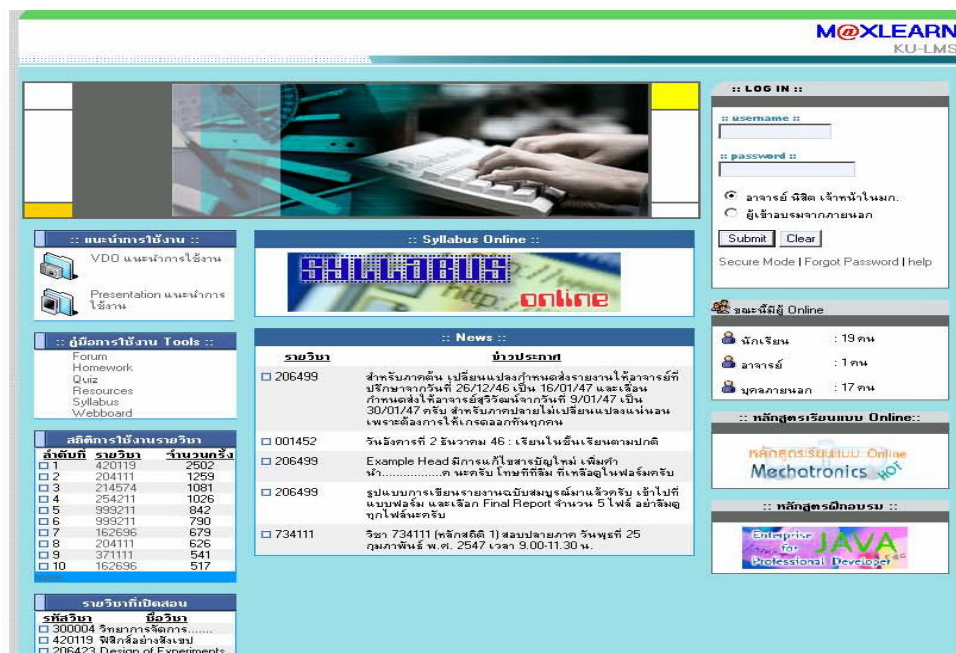
2. ให้ผู้ใช้พิมพ์ Username และ Password เพื่อทำการ Login เข้าใช้งานระบบ ดังภาพที่ 3-11 แล้วเลือกประเภทผู้ใช้งานระบบให้เข้ากับบัญชีผู้ใช้ (account) ของตนเอง โดยประเภทของผู้ใช้งานระบบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

- ประเภทที่หนึ่ง อาจารย์ นิสิต เจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัย ผู้ใช้ account ของมหาวิทยาลัย ออกให้โดยสำนักบริการคอมพิวเตอร์

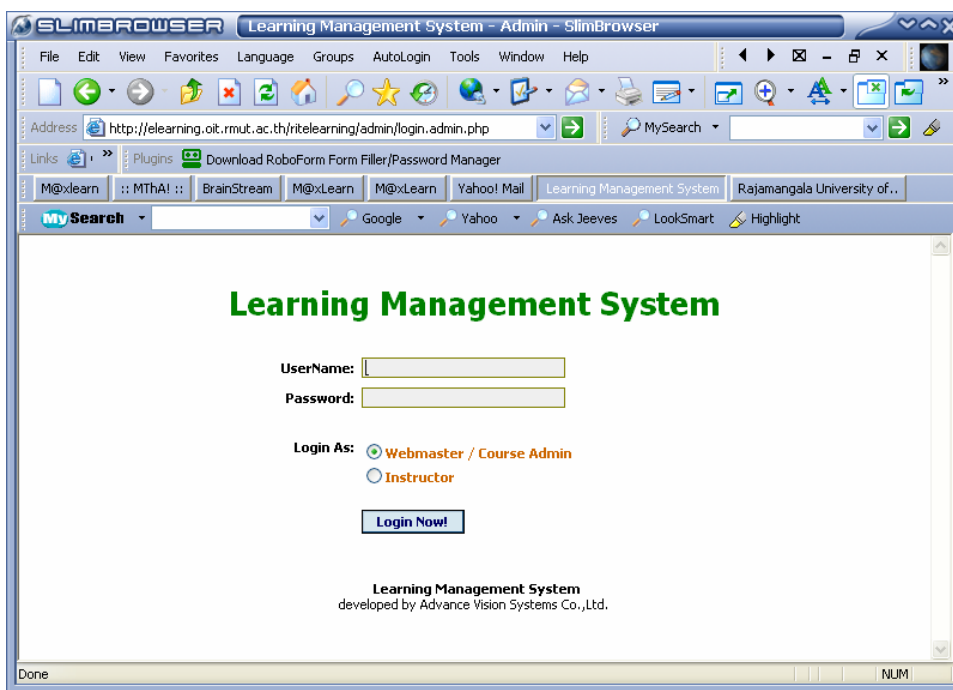
- ประเภทที่สอง ผู้เข้าอบรมจากภายนอก กล่าวคือ เป็น account ที่ใช้เฉพาะในระบบ i@self มิได้ออกโดยสำนักบริการคอมพิวเตอร์

กรณีที่ท่านลืม Password ของ account สามารถติดต่อเพื่อขอรับ Password ได้ที่สำนักบริการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี

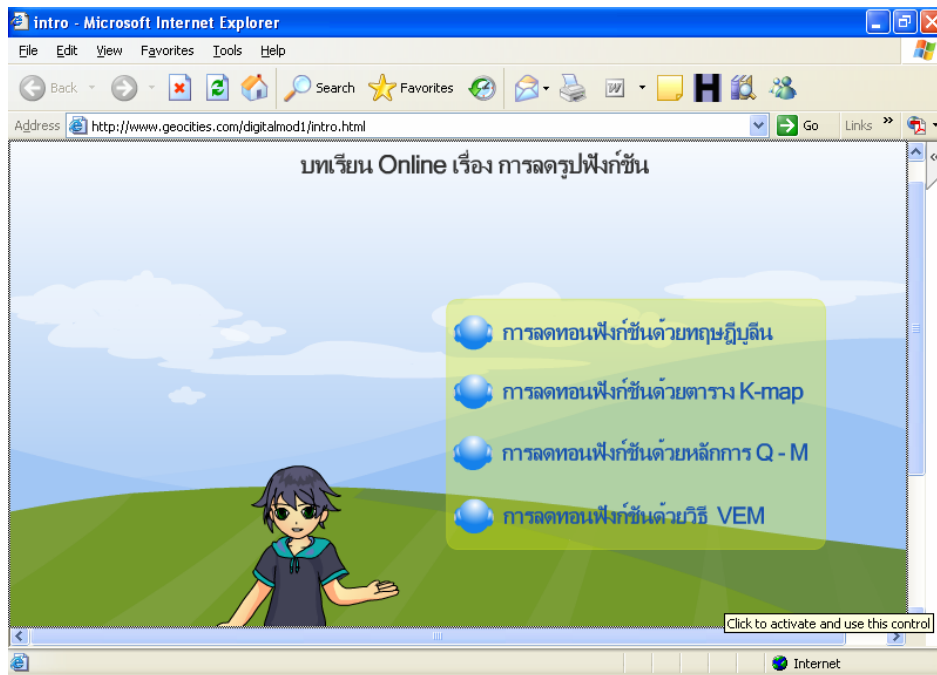
3. เมื่อท่านเข้าสู่ระบบถูกต้องจะปรากฏหน้าจอเข้าสู่ระบบ i@self ดังภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-10 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม i@self



ภาพที่ 3-11 แสดงหน้าจอการ Login เข้าสู่ระบบ



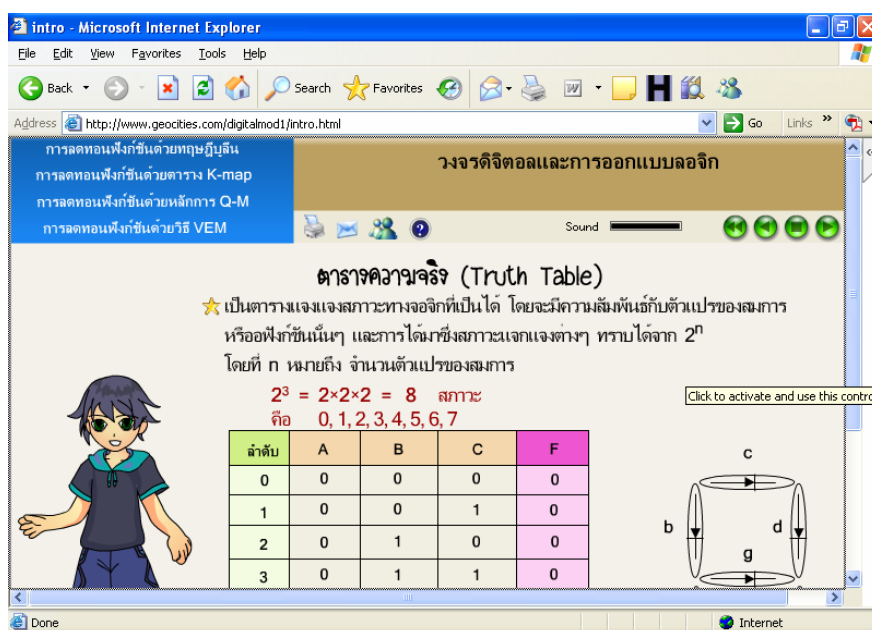
ภาพที่ 3-12 แสดงหน้าจอเมนูหลักของบทเรียน e-Learning

จากภาพที่ 3-12 เมนูหลัก (Main Menu) แยกออกเป็น 4 หัวข้อ คือ

- เรื่องการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน
- เรื่องการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map
- เรื่องการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M
- เรื่องการลดทอนฟังก์ชันด้วยวิธีการ VEM

4. เมื่อเข้าเมนูหลักได้แล้ว ผู้เรียนต้องเริ่มเรียนจากบทเรียนแรกก่อน ซึ่งในบทเรียนจะมีหัวข้อย่อยต่าง ๆ

5. เมื่อทำการเลือกหัวข้อย่อยในบทเรียนแล้ว จะปรากฏเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ โดยในแต่ละเนื้อหา สามารถที่จะเลือกไปเรียนยังบทเรียนต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังสามารถพิมพ์ หรือ ทำการโต้ตอบการเรียนกับอาจารย์ โดยการควบคุมการแสดงบทเรียนนั้น สามารถควบคุมได้จากแถบเครื่องมือ (Toolbar) ที่ปรากฏอยู่ด้านบนขวาของหน้าจอแสดงผล ซึ่งในบางบทเรียนแถบเครื่องมือ นั้นถูกออกแบบให้อยู่ด้านล่างขวาของหน้าจอแสดงผล ตามความเหมาะสมและความสวยงามดังภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 แสดงตัวอย่างเนื้อหาและปุ่มต่าง ๆ ที่ใช้งานบนหน้าจอเนื้อหา

จากภาพที่ 3-13 จะแสดงตัวอย่างเนื้อหาและปุ่มต่าง ๆ ซึ่งเครื่องมือที่ออกแบบไว้นั้นประกอบไปด้วย

- การปรับระดับเสียงดัง-เบา (Sound)
- ปุ่มแสดงบทเรียน (Play)
- ปุ่มหยุดการแสดงบทเรียน (Stop)
- ปุ่มเลื่อนการแสดงบทเรียนหน้าต่อไป (Forward)
- ปุ่มเลื่อนการแสดงบทเรียนย้อนกลับ (Backward)

เมื่อนักศึกษาต้องการเข้าหน้าจอของเมนูหลัก สามารถกระทำได้โดยการเลือกที่หัวข้อบทเรียนนั้น ๆ

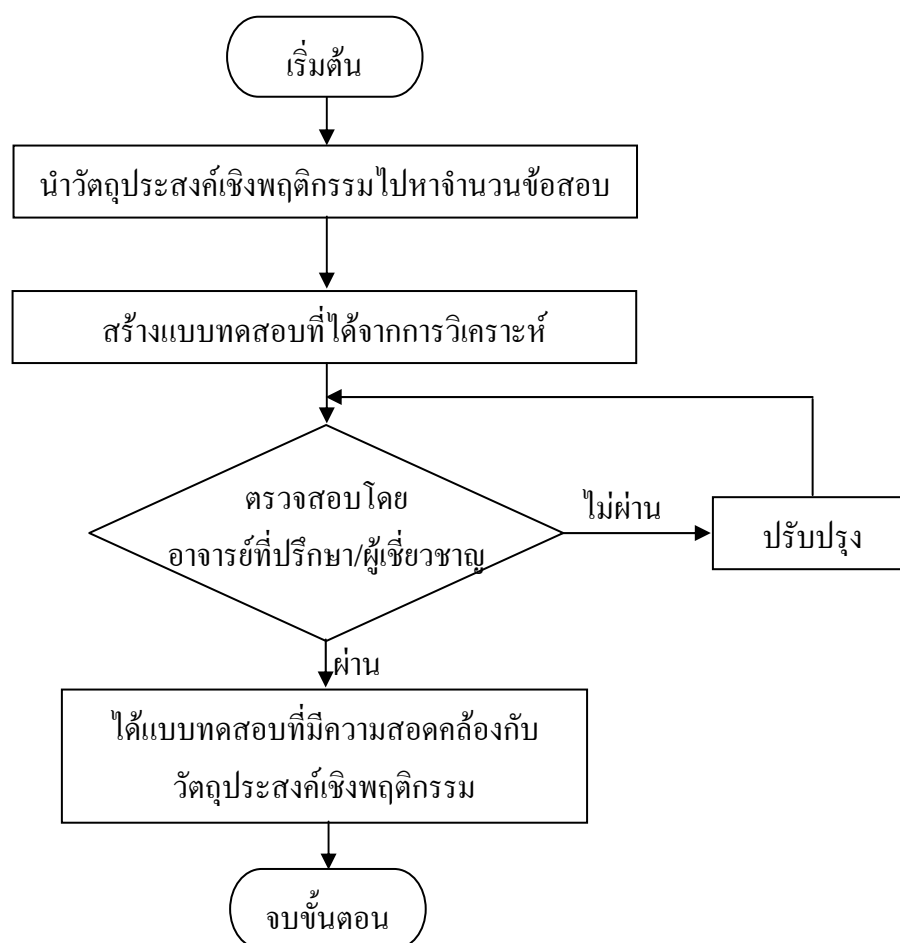
4. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.3.3 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบหลังบทเรียน ผู้วิจัยได้สร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 3-7 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. นำวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา และการศึกษาจากหลักสูตรทั้งหมดมาลงในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน (Objective Listing Sheet) เพื่อกำหนดระดับการเรียนรู้ ความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ (XIO) และระดับคะแนน (321) โดยพิจารณาจากความยากง่าย

ของเนื้อหาปริมาณเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ทำการรวบรวมน้ำหนักคะแนน ในแต่ละวัตถุประสงค์ เป็นน้ำหนักคะแนนสำคัญ แล้วนำค่าน้ำหนักคะแนนที่ได้จากการประเมินความสำคัญตามระดับวัตถุประสงค์มาใส่ลงในตารางวิเคราะห์ออกข้อสอบ (Test Blueprint) เพื่อกำหนดจำนวนแบบฝึกหัดในแต่ละวัตถุประสงค์ โดยกำหนดจำนวนข้อสอบตามน้ำหนักคะแนนสำคัญ หรือนำน้ำหนักคะแนนทุกหัวเรื่องรวมกัน แล้วกำหนดการออกข้อสอบตามจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวเรื่อง เช่น รวมคะแนนสำคัญทุกหัว



ภาพที่ 3-7 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องได้ 50 คะแนน มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทุกหัวเรื่องจำนวน 11 คะแนน ดังนั้นข้อสอบ 1 ข้อมีน้ำหนักคะแนนสำคัญคือ $50/30 = 1.66$ คะแนน แสดงว่า ในหัวเรื่องที่ 1 ต้องออกข้อสอบทั้งหมด $11/1.66 = 7$ ข้อ

2. สร้างแบบทดสอบหลังบทเรียน เพื่อใช้วัดความก้าวหน้าระหว่างเรียน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบ นำมาสร้างแบบทดสอบหลังบทเรียน ให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้มาจากการวิเคราะห์ โดยได้แบบทดสอบหลังบทเรียนมีจำนวน 30 ข้อ สามารถแจกแจงได้ดังตารางที่ 3-2 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 94 - 96)

ตารางที่ 3-2 แสดงจำนวนข้อของแบบทดสอบหลังบทเรียนแต่ละบทเรียน

บทเรียน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบหลังบทเรียน
1	7
2	13
3	10
รวม	30

3. ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นได้แก่ คู่มือครู สื่อการสอน แบบทดสอบ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ในด้านความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา สื่อการเรียนการสอน แบบทดสอบ และความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. ได้แบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้งาน

3.3.4 การสร้างแบบประเมิน

ในแบบประเมินที่สร้างขึ้นจะมี 2 แบบได้แก่

1. แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนบทเรียน e-Learning จะมีลักษณะเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นต่อบทเรียน e-Learning วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การลดทอนฟังก์ชัน โดยประเมินด้านต่าง ๆ คือ ด้านเนื้อหาของบทเรียน และเทคนิคการสร้างบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ประเมินแล้ว ไปใช้กับกระบวนการเรียนการสอนให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี 2 ปี (หลังอนุปริญญา) สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี โดยมีระดับคะแนนแสดงความคิดเห็นดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน

ข้อที่	ความคิดเห็น	คะแนน เต็ม	ผลการประเมิน (ท่านที่)					คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย
			1	2	3	4	5		
1	ด้านเนื้อหา								
	ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	40	35	35	36	36	40	182	4.55
	ด้านภาษาและภาพประกอบ	25	23	23	25	23	22	116	4.64
3	ภาพรวมของบทเรียน	65	59	63	59	61	61	303	4.66
1	ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ								
	การใช้ภาพ สี เทคนิค ในบทเรียน	50	44	55	44	45	49	237	4.54
	ภาพรวมของบทเรียน	65	60	57	58	60	62	297	4.56
รวม		245	221	233	222	225	234	1,135	4.63

5	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับดีมาก
4	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับดี
3	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับพอใช้
1	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับควรปรับปรุง

จากตารางที่ 3-3 จะพบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นด้วยในระดับดี ซึ่งทางด้านเนื้อหาในภาพรวมของบทเรียน ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.66 และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อในภาพรวมของบทเรียน ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.56 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 100 – 132)

2. แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ได้จัดเรียงตรงตามวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ มาเขียนลงในตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ

3.4 การดำเนินการทดลอง

เมื่อปรับปรุง และแก้ไขบทเรียน e-Learning และชุดการสอนแบบบรรยายที่อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง โดยการนำบทเรียน e-Learning และชุดการสอนแบบบรรยายไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกำหนดเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

3.4.1 การสอนโดยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ

1. แนะนำการใช้ชุดการสอนแบบปกติ ให้กับนักศึกษากลุ่มควบคุม เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ และวิธีการเรียนด้วยชุดการสอน
2. ชี้แจงรายละเอียดการเรียนการสอนกับผู้เรียน ถึงรูปแบบการเรียน การเตรียมอุปกรณ์ในการเรียน และการทำแบบทดสอบ
3. ดำเนินการสอนนักศึกษากลุ่มควบคุมด้วยชุดการสอนแบบปกติ โดยอาจารย์ดำรง เช็งมณี เป็นผู้สอน ทำการสอนสัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 3 คาบเรียน ใช้เวลาการสอนทั้งสิ้น 9 คาบเรียน เมื่อเรียนครบให้นักศึกษาทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ เพื่อประเมินผลตามลำดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ตารางกำหนดการสอน เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชันของกลุ่มควบคุม

ครั้งที่	เรื่อง	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ผู้สอน
1	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน 1.ตารางความจริง 2. ทฤษฎีของบูลีน 3. ทฤษฎีของดีมอร์แกน	7 พย. 2548	8.00-11.00 น.	อ.ดำรง
2	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map 1. ตาราง K-map 1 ตัวแปร 2. ตาราง K-map 2 ตัวแปร 3.ตาราง K-map 3 ตัวแปร 4.ตาราง K-map 4 ตัวแปร 5.ตาราง K-map 5 ตัวแปร 6.ตาราง K-map 6 ตัวแปร 7.เงื่อนไข Don't care	14 พย. 2548	8.00-11.00 น.	อ.ดำรง
3	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM 1. หลักการของ Q-M 2. ขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน 3. ตัวอย่างการลดทอนฟังก์ชัน	21 พย. 2548	8.00-11.00 น.	อ.ดำรง

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ผู้สอน
	4. หลักการของ VEM 5. วิธีการใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map 6. ตัวอย่างการวงรอบ Minterm เพื่อลดทอนฟังก์ชัน			
4	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	26 พย. 2548	8.00-11.00 น.	อ.ดำรง

3.4.2 การสอนโดยบทเรียน e-Learning

1. แนะนำการใช้งานบทเรียน e-Learning ให้กับนักศึกษากลุ่มทดลอง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning

2. ชี้แจงรายละเอียดการเรียนการสอนกับผู้เรียน ถึงรูปแบบการเรียน การเตรียมอุปกรณ์ในการเรียน และการทำแบบทดสอบ

3. ดำเนินการสอนนักศึกษากลุ่มทดลองด้วยบทเรียน e-Learning ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยอาจารย์ดำรง เข้มฉนิ เป็นผู้สอน ทำการสอนสัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 3 คาบเรียน ใช้เวลาการสอนทั้งสิ้น 9 คาบเรียน ภายในห้องคอมพิวเตอร์ที่จัดเตรียมไว้ และตลอดระยะเวลา 3 สัปดาห์นั้น นักศึกษาสามารถเข้ามาใช้บทเรียน e-Learning ได้ตลอดเวลา เมื่อเรียนครบให้นักศึกษาทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ เพื่อประเมินผลตามลำดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-5 ตารางกำหนดการสอน เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชันของกลุ่มทดลอง

ครั้งที่	เรื่อง	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ผู้สอน
1	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน 1. ตารางความจริง 2. ทฤษฎีของบูลีน 3. ทฤษฎีของดิมอร์แกน	5 พย. 2548	8.00-11.00 น.	อ.ดำรง
2	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map 1. ตาราง K-map 1 ตัวแปร	12 พย. 2548	8.00-11.00 น.	อ.ดำรง

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

ครั้งที่	เรื่อง	วัน/เดือน/ปี	เวลา	ผู้สอน
	2. ตาราง K-map 2 ตัวแปร 3. ตาราง K-map 3 ตัวแปร 4. ตาราง K-map 4 ตัวแปร 5. ตาราง K-map 5 ตัวแปร 6. ตาราง K-map 6 ตัวแปร 7. เงื่อนไข Don't care			
3	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM 1. หลักการของ Q-M 2. ขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน 3. ตัวอย่างการลดทอนฟังก์ชัน 4. หลักการของ VEM 5. วิธีการใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map 6. ตัวอย่างการวงรอบ Minterm เพื่อลดทอนฟังก์ชัน	19 พ.ย. 2548	8.00–11.00 น.	อ.ดำรง
4	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	26 พ.ย. 2548	8.00–11.00 น.	อ.ดำรง

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.5.1 ให้นักศึกษากลุ่มทดลอง ได้เข้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เพื่อเรียนบทเรียนในคอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำการเข้าสู่ระบบของบทเรียนให้นักศึกษาเข้าใจ และให้เริ่มเรียนไปที่บทเรียน สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที เมื่อหมดเวลาก็สามารถออกจากระบบและสามารถเข้ามาเรียนต่อจากสัปดาห์ที่แล้วได้อีก ระยะเวลาในการใช้เรียนจำนวน 3 สัปดาห์ ในแต่ละบทเรียนจะมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. นักศึกษาเข้าเมนูการลงทะเบียนเพื่อเข้าระบบการเรียน
2. นักศึกษาต้องเข้าเมนูบทเรียน

3. เริ่มเข้าเรียนในบทเรียนแรก
4. เลือกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. นำเข้าสู่บทเรียน
7. เรียนตามหัวข้อย่อยต่าง ๆ ในบทเรียนจนครบ
8. ทำแบบทดสอบหลังบทเรียนและประเมินผลการเรียน
9. เริ่มต้นเรียนบทเรียนต่อไป

3.5.2 ในระหว่างที่เรียนบทเรียนแต่ละบท จะมีการทำแบบทดสอบหลังบทเรียนเพื่อประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน แต่ละบทเรียนประกอบด้วย บทเรียนที่ 1 จำนวน 7 ข้อ , บทเรียนที่ 2 จำนวน 13 ข้อ และบทเรียนที่ 3 จำนวน 10 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบหลังบทเรียนจะเป็นคะแนนเก็บสะสมไว้ในฐานข้อมูล ผู้วิจัยจะได้นำคะแนนที่นักศึกษาทำมาวิเคราะห์ค่าร้อยละของ E_1 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 108 - 109)

3.5.3 เมื่อผู้เรียนเรียนจบทุกบทเรียนแล้ว ได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการสอน จำนวนแบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ได้มาจากวิเคราะห์จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว จากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนที่นักศึกษาทำมาวิเคราะห์ค่าร้อยละของ E_2 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 109 - 110) จึงทำให้สามารถนำผลคะแนนที่วิเคราะห์ค่าร้อยละของ E_1 และ E_2 มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning

3.5.4 สำหรับนักศึกษาที่เป็นกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนปกติ ในชั้นเรียน โดยมีอาจารย์เป็นผู้สอน ได้ยึดแนวการสอนตามแผนการสอนประจำบทเรียน ด้วยวิธีการบรรยาย โดยใช้สื่อแผ่นใสและเอกสารประกอบการสอน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที ด้านการเรียนการสอนใช้การสอนแบบบรรยาย เมื่อเรียนจบบทเรียนแต่ละบทเรียนก็มีแบบทดสอบหลังบทเรียนเพื่อทำการประเมินความก้าวหน้าและความเข้าใจทางการเรียน เมื่อนักศึกษาเรียนครบทุกบทเรียนแล้วจะมีการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และเป็นแบบทดสอบที่นำมาจากบทเรียน e-Learning จากนั้นนำผลคะแนนมาเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 112 - 115)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 แบบอิงกลุ่ม (ชัยยงค์, 2534 : 491)

หาเกณฑ์ 80 ตัวแรก

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของขบวนการที่วัดจากการทำแบบฝึกหัด
คิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพตัวแรก)

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัด

N คือ จำนวนผู้เรียน

A คือ คะแนนเต็ม

หาเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

$$\text{สูตร} \quad E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของขบวนการที่วัดจากแบบทดสอบ คิดเป็นร้อยละ
(ประสิทธิภาพตัวที่สอง)

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบ

N คือ จำนวนผู้เรียน

B คือ คะแนนเต็ม

2. การทดสอบหาความสำคัญความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้ที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ใช้สูตรการหาค่า t-test Independent ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}, df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ $\bar{x}_1$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{x}_2$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

n_1 คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มทดลอง

n_2	คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มควบคุม
S_1^2	คือ ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
S_2^2	คือ ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินสื่อการสอน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. สูตรการหาค่าเฉลี่ย (รวิวรรณ, 2533 : 85)

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{n}$$

เมื่อ	f	คือ ความถี่ของคะแนน
	fx	คือ ผลคูณระหว่างคะแนนกับความถี่ของคะแนน
	$\sum fx$	คือ ผลรวมทั้งหมดของค่า fx
	n	คือ จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

ขอบเขตในการแปรผลของค่าเฉลี่ย มีดังนี้ (ไชยยศ, 2533 : 138)

คะแนน 1.00 – 1.49	หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าสื่ออยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง หรือ ผู้เรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด
คะแนน 1.50 – 2.49	หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าสื่ออยู่ในระดับพอใช้ หรือ ผู้เรียนมีความพึงพอใจน้อย
คะแนน 2.50 – 3.49	หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าสื่ออยู่ในระดับปานกลาง หรือ ผู้เรียนมีความพึงพอใจปานกลาง
คะแนน 3.50 – 4.49	หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าสื่ออยู่ในระดับดี หรือ ผู้เรียนมีความพึงพอใจมาก
คะแนน 4.50 – 5.00	หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าสื่ออยู่ในระดับดีมาก หรือ ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning ในครั้งนี้ กำหนดเกณฑ์ในการประเมินสื่อการสอนต้องได้รับความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงจะยอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ แต่ถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขส่วนที่บกพร่องเพื่อให้มีประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2. สูตรการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation หรือ S.D.) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการกระจายความคิดเห็นของผู้ประเมินสื่อการสอน และผู้เรียน (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2533 : 92-93)

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

เมื่อ	Σ	คือ ผลรวมของคะแนน
	x	คือ คะแนนแต่ละจำนวน
	$\bar{x}$	คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	N	คือ จำนวนข้อมูล

กำหนดการแปลผลของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

ค่า S.D. = 0	หมายถึง ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน
$0 < S.D. < 1$	หมายถึง ผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน
$S.D. > 1$	หมายถึง ผู้ประเมินมีความคิดเห็นแตกต่างกัน

โดยในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning จากแบบประเมินสื่อ กำหนดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ควรเกิน 1

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning วิชา วงจรดิจิทัลและการออกแบบ เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายปกติ หลังจากผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาทดลองแล้ว มีผลของการวิจัยมานำเสนอได้ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการสร้างบทเรียน e-Learning

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning

4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายตามปกติ

4.4 การทดสอบสมมติฐานที่ว่า การเรียนด้วยบทเรียน e-Learning มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าวิธีการสอนแบบบรรยายตามปกติ ในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.5 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักศึกษา ที่ได้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning

4.1 ผลการสร้างบทเรียน e-Learning

การเรียนด้วยบทเรียน e-Learning ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ได้แบ่งเนื้อหาของบทเรียนในหน่วยที่ 3 เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน ออกเป็น 3 บทเรียน คือ บทเรียนที่ 1 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน บทเรียนที่ 2 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map บทเรียนที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM ซึ่งแต่ละบทเรียนจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ผลการสร้างบทเรียน e-Learning ได้ซอฟต์แวร์บทเรียน e-Learning ประเภทการสอนเนื้อหา ประกอบสื่อการสอนมัลติมีเดีย(Multimedia) โดยนำเสนอบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินทราเน็ต (Intranet) จำนวน 1 หน่วยเรียน สามารถแบ่งเป็น 3 บทเรียน หลักการลดรูปฟังก์ชัน ใน

แต่ละหน่วยการเรียนรู้จะประกอบด้วย กรอบจอภาพตามองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ กรอบจอภาพ หัวเรื่อง



ภาพที่ 4-1 บทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน

คำชี้แจงวัตถุประสงค์ เนื้อหา คู่มือการใช้บทเรียนส่วนของโปรแกรมหลักคือ โปรแกรม i@self ประกอบไปด้วยหน้าจอหลักเพื่อให้นักศึกษาและผู้สอนใช้พิมพ์ชื่อและรหัสผ่าน (login) จากนั้นเป็นหน้าจอของการเลือกรายวิชาที่ต้องการเรียน และเว็บบอร์ด

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning

ในการวิจัยครั้งนี้ คือ บทเรียน e-Learning ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้สำหรับการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่ากับ หรือมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพได้กระทำกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน วิชา วงจรดิจิทัลและการออกแบบ ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี โทคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี วิทยาเขตนนทบุรี จำนวน 20 คน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4-1 ผลการหาประสิทธิภาพของของแต่ละบทเรียนของ e-Learning

บทเรียนที่	1	2	3	รวม 1-3
รวมคะแนน	114	187	140	441
ค่าเฉลี่ย	6.05	10.20	8.10	24.35
เปอร์เซ็นต์	86.43	78.46	81.00	81.17

จากตารางที่ 4-1 แสดงผลการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning แล้วปรากฏว่า บทเรียนที่ 1 มีผลค่าเฉลี่ยมากที่สุด ร้อยละ 86.43 และบทเรียนที่ 2 มีผลค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ร้อยละ 78.46

ตารางที่ 4-2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning

รายการ	จำนวนนักศึกษา (N)	คะแนนรวม ($\sum x$)	จำนวนข้อ	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ร้อยละ
แบบทดสอบระหว่าง บทเรียน (E1)	20	441	30	24.35	81.17
แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ (E2)	20	481	30	24.05	80.17

จากตารางที่ 4-2 เมื่อนักศึกษาได้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning แล้วปรากฏว่า นักศึกษาได้ทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (E_1) ได้ถูกต้องมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 81.17 และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากได้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning จบแล้ว (E_2) ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.17

สรุปได้ว่า บทเรียน e-Learning ที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.17/80.17 มากกว่าเกณฑ์กำหนดที่ตั้งไว้ 80/80 ซึ่งสอดคล้องการวิจัย แสดงว่าบทเรียน e-Learning วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนได้ตามวัตถุประสงค์ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 108 – 110)

4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนด้วยวิธีการสอนปกติ

ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนด้วยวิธีการสอนปกติของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองให้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning และกลุ่มควบคุมให้เรียน ด้วยวิธีการสอนปกติ ซึ่งปรากฏผลการวิเคราะห์ตาม ตารางที่ 4-3 ดังนี้

ตารางที่ 4-3 การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนด้วยวิธีสอนปกติ ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

รายการ	จำนวนนักศึกษา (N)	คะแนนรวม ($\sum x$)	จำนวนข้อ	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ร้อยละ
กลุ่มทดลอง	20	481	30	24.05	80.17
กลุ่มควบคุม	20	345	30	18.40	61.33

จากตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์การทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิธีการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนด้วยวิธีสอนปกติ ปรากฏผลว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.05 คิดเป็นร้อยละ 80.17 และกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.40 คิดเป็นร้อยละ 61.33

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการเรียนด้วยวิธีการสอนปกติ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 113)

4.4 การทดสอบบทเรียน e-Learning มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าวิธีสอนแบบบรรยายตามปกติในระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิเคราะห์จากการทดสอบบทเรียน e-Learning กับการเรียนด้วยวิธีการสอนปกติของนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองให้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning และกลุ่มควบคุมให้เรียน ด้วยวิธีการสอนปกติ ซึ่งปรากฏผลการวิเคราะห์ตาม ตารางที่ 4-4 ดังนี้

ตารางที่ 4-4 ผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนด้วยวิธีการสอนปกติ

รายการ	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning			
	N	$\bar{x}$	$S.D.$	t
กลุ่มทดลอง	20	24.05	5.35	9.11*
กลุ่มควบคุม	20	18.40	2.40	

จากตารางที่ 4-4 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 113 – 115)

4.5 การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่ได้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning

การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษา ที่ได้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ดังปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่ได้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning ของนักศึกษา

ลำดับที่	หัวข้อแบบสอบถาม	S.D.	ผลเฉลี่ย ($\bar{x}$)	แปลความ
1.	รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน	0.67	4.15	มาก
2.	ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน	0.73	4.00	มาก
3.	ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ภายในบทเรียน	0.73	4.00	มาก
4.	สีของตัวอักษรที่ใช้ภายในบทเรียน	0.81	4.15	มาก
5.	เสียงบรรยายที่ใช้นำเสนอบทเรียน	0.69	4.20	มาก
6.	ดนตรีและเสียงประกอบอื่น ๆ ภายในบทเรียน	0.51	4.50	มากที่สุด
7.	ความรู้สึกร่วมในกิจกรรมการเรียน	0.64	4.25	มาก
8.	ความเข้าใจในเนื้อหาโดยรวม	0.69	4.20	มาก
9.	ความสะดวกในการใช้โปรแกรมการเรียน	0.74	4.15	มาก
10.	ความเพลิดเพลินและสนุกสนานกับการเรียน	0.55	4.10	มาก
11.	ความชอบในการเรียนด้วยบทเรียน E-Learning	0.69	4.20	มาก
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษา			4.17	มาก

จากตารางที่ 4-5 แสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวงจรดิจิทัล และการออกแบบ เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี ที่ได้ทดลองใช้บทเรียน e-Learning พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการใช้บทเรียน e-Learning มีค่าเฉลี่ย 4.17 อยู่ในระดับความพึงพอใจที่ดี และจากหัวข้อความพึงพอใจของนักศึกษาจะเห็นได้ว่า นักศึกษาสนใจในดนตรีและเสียงประกอบอื่น ๆ ภายในบทเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.50 รองลงมาคือ ความรู้สึกร่วมในกิจกรรม

การเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.25 สุดท้ายคือ ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน และ ขนาดของตัวอักษรที่ใช้
ภายในบทเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 134)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน เป็นส่วนหนึ่งของวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ e-Learning ที่สร้างขึ้นกับการเรียนด้วยวิธีสอนปกติ โดยตั้งสมมติฐานในการวิจัยว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียน e-Learning เรื่อง การลดรูปฟังก์ชัน ที่สร้างขึ้น สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน เป็นส่วนหนึ่งของวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี และชุดการสอนแบบบรรยาย ได้แก่ คู่มือครู สื่อการเรียนการสอน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ หลังจากนั้นได้นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินบทเรียน e-Learning และชุดการสอนแบบบรรยาย เพื่อหาคุณภาพของบทเรียน e-Learning และชุดการสอนแบบบรรยาย ในด้านต่าง ๆ พบว่าบทเรียน e-Learning ที่สร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ย 4.63 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยได้ทำการทดลองกับ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม จำนวนทั้งหมด 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนักศึกษาภาคสมทบ เป็นกลุ่มทดลอง ให้เรียนด้วยบทเรียน e-Learning และกลุ่มนักศึกษาภาคปกติ เป็นกลุ่มควบคุม ให้เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ โดยผู้วิจัยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง โดยกลุ่มทดลองจะใช้บทเรียน e-Learning ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ต่อเป็นเครือข่ายภายใน (Intranet) ระหว่างการเรียนรู้บนคอมพิวเตอร์ในแต่ละบทเรียน ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังบทเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียนแต่ละบทเรียน ซึ่งมีแบบทดสอบทุกบทเรียน ทั้งหมด 30 ข้อ และนำคะแนนที่นักศึกษาทำมาเก็บคะแนนคิดเป็นร้อยละ (E_1) และเมื่อเรียนจบทุกบทเรียนแล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E_2) ในบทเรียน e-Learning จำนวน 30 ข้อ

แล้วนำคะแนนที่สอบได้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาคิดค่าคะแนนร้อยละ (E_2) จากนั้นก็นำคะแนน ร้อยละของ (E_1) และค่าคะแนนร้อยละ (E_2) มาวิเคราะห์ทางสถิติหาประสิทธิภาพของบทเรียน e-Learning และได้นำกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning มาสอบด้วยข้อสอบ Paper Test ร่วมกันกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุม และเรียนวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน ด้วยวิธีสอนปกติ จำนวน 30 ข้อ จากนั้นก็นำคะแนนที่สอบได้ มาเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยค่าสถิติ t-test

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 บทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน เป็นส่วนหนึ่งของวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.17/80.17 สูงกว่าเกณฑ์กำหนดที่ตั้งไว้ 80/80 จึงแสดงได้ว่าบทเรียน e-Learning วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนได้ตามวัตถุประสงค์

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยส่วนใหญ่ในการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อช่วยในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ

5.1.3 ผลสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning จะเห็นได้ว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจบทเรียน e-Learning อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.17 โดยส่วนใหญ่มีความพึงพอใจทางด้านดนตรีและเสียงประกอบอื่น ๆ ภายในบทเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.50 มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียน e-Learning เรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน เป็นส่วนหนึ่งของวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี ผู้วิจัยพบว่า มีประเด็นสำคัญซึ่งเป็นจุดเด่นและจุดอ่อนที่ควรปรับปรุง สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ที่ควรแก่การนำมาอภิปรายผล ดังนี้

5.2.1 จุดเด่น

1. กระบวนการในการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เพื่อนำมาสร้างบทเรียน e-Learning เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน วิชาวงจรถิณิตและการออกแบบลอจิก รหัสวิชา 11-711-305 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด และรูปแบบในการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปของนักศึกษามาประยุกต์ใช้ โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาในรูปแบบของแผนผังความคิด (Concept map) โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาในเรื่อง หลักการลดรูปฟังก์ชัน ทุกรายวิชาในหลักสูตรที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกัน จึงทำให้ได้หลักสูตรรายวิชา เป็นไปอย่างมีระบบ ระเบียบมีขั้นตอน และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตั้งแต่การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง แหล่งการเรียนรู้ ระดับความสำคัญของหัวข้อ เนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ทำให้เนือหารายวิชาในการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับระดับ และความต้องการของผู้เรียน ซึ่งทำให้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ตรงตามเป้าหมายระดับหนึ่ง

2. บทเรียน e-Learning

บทเรียน e-Learning เรื่องหลักการลดรูปฟังก์ชัน วิชาวงจรถิณิตและการออกแบบลอจิก ประกอบไปด้วยการ์ตูนอนิเมชัน (Animation) ทำหน้าที่ดำเนินบทเรียนด้วยการบรรยายเนื้อหา มีกระบวนการแสดงขั้นตอนการอธิบายภาพตัวอย่างและวิธีการแก้สมการโดยใช้ภาพเคลื่อนไหวร่วมกับตัวอักษรที่มีลักษณะพิเศษ และผู้เรียนสามารถควบคุมการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนได้อย่างอิสระ

5.2.2 จุดอ่อน

จุดอ่อนที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการวิจัยในครั้งนี้ คือ ผลจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองที่ได้ใช้บทเรียน e-Learning ที่มีผลคะแนนสอบคิดเป็นร้อยละ 80.17 สูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 61.33 อาจเป็นผลเนื่องมาจาก จำนวนรายวิชาที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนในแต่ละเทอมของนักศึกษาภาคสมทบมีน้อยกว่านักศึกษาภาคปกติ ส่งผลให้การเตรียมตัวของผู้เรียนแตกต่างกัน รวมถึงความพร้อมในการเข้าเรียนของผู้เรียนแตกต่างกัน เนื่องจากกลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาภาคสมทบ ซึ่งส่วนใหญ่ทำงานเกี่ยวข้องกับเนือหารายวิชาดังกล่าว ทำให้มีเวลาในการเตรียมตัวมากกว่า และนักศึกษาภาคสมทบบางคนมีวุฒิภาวะ ประสบการณ์ ความรับผิดชอบที่มากกว่า

แบบทดสอบที่นำมาใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ดำเนินการหาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อทำให้ข้อสอบที่ได้มีคุณภาพลดลง เนื่องจากไม่สามารถหากลุ่มทดลองได้ แต่แบบทดสอบที่สร้างขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งนี้

เนื่องจากบทเรียน e-Learning ที่สร้างขึ้น เป็นการนำเสนอเนื้อหาทฤษฎี ซึ่งอาจส่งผลทำให้ผู้เรียนขาดทักษะทางด้านปฏิบัติ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรแก้ไขให้บทเรียน e-Learning ด้วยการเพิ่มรูปแบบของการนำเสนอให้มีการโต้ตอบกับตัวผู้เรียนมากขึ้น เช่น เพิ่มฐานข้อมูลในการแก้ปัญหา โจทย์ตัวอย่างด้วยการสร้างช่องทางเลือกซึ่งเป็นเฟรมย่อยๆภายในหน้าหลักของโจทย์ตัวอย่าง โดยมีการแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของผลลัพธ์ในแต่ละวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ และสร้างรูปแบบของการนำเสนอการแก้ปัญหาโจทย์ด้วยการใช้เมาส์คลิกแล้ววางในกรอบที่จัดไว้ เป็นต้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัย ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้สื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับผู้เรียนมีผลต่อการเรียนการสอนในระบบชั้นเรียน
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสร้างบทเรียน e-Learning แต่ละประเภทว่าเหมาะสมกับนักเรียนหรือนักศึกษาระดับใด เช่น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน (Instruction) แบบเกมส์ (Game) แบบบททวน (Tutorial) นำไปใช้ได้ดีหรือให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนระดับใด เนื้อหาประเภทใด ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับระบบ e-Learning ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ เป็นต้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กาญจนา เกียรติประวัติ. วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
วัฒนาพานิช, 2524.

กานดา พุนลาภทวี. การวัดและประเมินผลการศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์-
อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระนครเหนือ, 2528.

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์. เอกสารประกอบการสอนเรื่องชุดการเรียนรู้การสอน. 2536. (อัครา)
กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ประสานมิตร, 2524.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. เอกสารการสอนชุดวิชา 20301 เทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา.
กรุงเทพมหานคร : สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,
2523. (อัครา)

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษาหลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร :
สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2526.

ไพโรจน์ ติรณานกุล. การสอนวิชาช่างอุตสาหกรรมวิธีสอนวิชาทฤษฎี. กรุงเทพมหานคร :
สหมิตรออฟเซต, 2531.

พิสิฐ เมธภัทรและธีระพล เมธากุล. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529.

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. คู่มือการจัดทำวิทยานิพนธ์.
กรุงเทพมหานคร: 2544.

รุ่งทิวา จักรกร. วิธีการสอนทั่วไป. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527

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

ลัดดา สุขปรีดี. เทคโนโลยีทางการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2522.

- วรารณณ์ ผ่องสุวรรณ. การพัฒนบทเรียนผ่านเว็บเรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศและการบริหารกรณีศึกษานักศึกษารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2547.
- วานิที น้อยเพียร. การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต วิชาการระบบเครือข่าย
คอมพิวเตอร์ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรม
อาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยี-
คอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.
- วารินทร์ ผลละมุด. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบวงแหวน.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง, 2546.
- วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์กราฟอาร์ต, 2525.
- วัฒนา แก้วดุก. การออกแบบดิจิทัลออลิเวอร์กรรมทฤษฎีและการทำงาน. กรุงเทพมหานคร :
ส.ส.ท, 2546.
- สมหญิง เจริญจิตรกรรม. เทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาหลักสูตร
และวิธีการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาลัยศิลปากร, 2529.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. หน่วยการเรียนรู้การสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.
- สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์. วิธีการสอน. กรุงเทพมหานคร : บริษัทสยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด,
2538.
- สุพิน บุญชูวงศ์. หลักการสอน. กรุงเทพมหานคร : คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต,
2531.
- ออมสิน ช้างทอง. การพัฒนบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรายวิชาเสริมสร้างคุณภาพชีวิต
เรื่องชีวิตกับนันทนาการ สำหรับนิสิตปริญญาตรีมหาวิทยาลัยนเรศวร. วิทยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2546.

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของหลักสูตรและ
ลักษณะรายวิชา วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

ลักษณะรายวิชา

รหัสและชื่อ	11-711-305 วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก (Digital Circuit and Logic Design)
สภาพรายวิชา	วิชาชีพเลือก กลุ่มวิชาชีพ หมวดวิชาเฉพาะ ในหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม
ระดับวิชา	ภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 1
พื้นฐาน	-
เวลาศึกษา	54 คาบตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 3 คาบ/สัปดาห์ และนักศึกษาจะต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 3 ชั่วโมง/สัปดาห์
หน่วยกิต	3 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา

1. เข้าใจระบบจำนวนและรหัส
2. เข้าใจการกระทำทางคณิตศาสตร์
3. เข้าใจหลักการลดรูปฟังก์ชันลอจิก
4. เข้าใจการออกแบบวงจรคอมไบเนชัน
5. เข้าใจการออกแบบวงจรลอจิกซีแควนเชียล
6. เพื่อประยุกต์ใช้วงจรเชิงเลขในงานอุตสาหกรรมได้
7. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับระบบตัวเลขและรหัส การแปลงเลขฐาน หน่วยคำนวณด้านคณิตศาสตร์ในระบบดิจิทัล การลดรูปฟังก์ชันลอจิก การออกแบบวงจรลอจิก คอมไบเนชัน การออกแบบวงจรซีแควนเชียล การประยุกต์ใช้วงจรดิจิทัลในงานอุตสาหกรรม

การแบ่งบทเรียน

หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	เวลา (นาที)
1	ระบบตัวเลขและการคำนวณในระบบดิจิทัล 1.1 ระบบเลขฐาน 1.1.1 ระบบเลขฐานสอง 1.1.2 ระบบเลขฐานแปด 1.1.3 ระบบเลขฐานสิบ 1.1.4 ระบบเลขฐานสิบหก 1.2 การแปลงเลขฐาน 1.2.1 การแปลงเลขฐานสองเป็นฐานสิบ, ฐานแปด, ฐานสิบหก 1.2.2 การแปลงเลขฐานแปดเป็นฐานสอง, ฐานสิบ, ฐานสิบหก 1.2.3 การแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง, ฐานแปด, ฐานสิบหก 1.2.4 การแปลงเลขฐานสิบเป็นฐานสอง, ฐานแปด, ฐานสิบ 1.3 การคำนวณด้านคณิตศาสตร์ในระบบดิจิทัล 1.3.1 การบวกเลขฐานสอง 1.3.2 การลบเลขฐานสอง 1.3.3 การคูณเลขฐานสอง 1.3.4 การหารเลขฐานสอง 1.4 รหัสในระบบดิจิทัล 1.4.1 การใช้งานของรหัส BCD 1.4.2 การใช้งานรหัสเอ็กเซส – ตรี 1.4.3 การใช้งานรหัสเกรย์ 1.4.4 การใช้งานรหัสแอสกี	6 คาบ 300 นาที
2	วงจรลอจิกและพีชคณิต 2.1 ลอจิกเกตพื้นฐานและการตีความหมายสัญลักษณ์ลอจิกเกต 2.1.1 เกตแบบออร์และเกตแบบนอร์ 2.1.2 เกตแบบแอนด์และเกตแบบแนน 2.1.3 เกตแบบน็อต 2.1.4 เอ็กคลูซีฟออร์เกต	6 คาบ 300 นาที

การแบ่งบทเรียน

หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	เวลา (นาที)
	2.1.5 เอ็กคลูซีฟนอร์เกต 2.2 วงจรลอจิกทางพีชคณิตและรูปแบบมาตรฐาน ของสมการลอจิก 2.2.1 การหาค่าสถานะของลอจิกทางเอาต์พุต 2.2.2 การสร้างวงจรลอจิกจากสมการบูลีน 2.2.3 ผลบวกของผลคูณ Sum of Product 2.2.4 ผลคูณของผลบวก Product of Sum 2.3 การแปลงเกตพื้นฐานเพื่อใช้งานแทนกัน 2.3.1 การใช้แอนด์เกต 2.3.2 การใช้ออร์เกต 2.3.3 การใช้นอร์เกต 2.3.4 การใช้แนนเกต 2.4 ตระกูลไอซีดิจิทัล 2.4.1 ไอซีตระกูล TTL 2.4.2 ไอซีตระกูล CMOS 2.4.3 ไอซีตระกูล NMOS 2.4.4 อุปกรณ์ลอจิกเกตตระกูล ECL 2.4.5 อุปกรณ์ลอจิกเกตตระกูล I ² L	
3	หลักการลดทอนฟังก์ชัน 3.1 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน 3.1.1 ตารางความจริง 3.1.2 ทฤษฎีของบูลีน 3.1.3 ทฤษฎีของคิมอร์แกน 3.1.4 การพิสูจน์ทฤษฎีของบูลีนจากตารางความจริง 3.2 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map 3.2.1 ตาราง K-map 1 ตัวแปร 3.2.2 ตาราง K-map 2 ตัวแปร 3.2.3 ตาราง K-map 3 ตัวแปร	9 คาบ 450 นาที

การแบ่งบทเรียน

หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	เวลา (นาที)
	3.2.4 ตาราง K-map 4 ตัวแปร 3.2.5 ตาราง K-map 5 ตัวแปร 3.2.6 ตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร 3.2.7 เงื่อนไข Don't care 3.3 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM 3.3.1 หลักการของ Q-M 3.3.2 ขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน 3.3.3 ตัวอย่างการลดทอนฟังก์ชัน 3.3.4 หลักการของ VEM 3.3.5 การใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map 3.3.6 การวงรอบ Minterm เพื่อลดทอนฟังก์ชัน	
4	วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์ 4.1 การออกแบบวงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์ 4.1.1 วงจรบวก (Adder) 4.1.2 วงจรบวก-ลบแบบบิตเครื่องหมาย (Adder-Subtractor Sign Complement) 4.1.3 วงจรคูณ (Multiplier) 4.1.4 วงจรหาร (Divider) 4.2 วงจรเชิงจัดหมู่ 4.2.1 วงจรเปรียบเทียบ (Computer) 4.2.2 วงจร Decoder และ Encoder 4.2.3 วงจร Multiplexer และ Demultiplexer 4.3 วงจรคอมไบเนชันเบื้องต้น 4.3.1 การออกแบบวงจรคอมไบเนชัน 4.3.2 การออกแบบวงจรโดยใช้ Nand Gate หรือ Nor Gate อย่างเดียว 4.3.3 การขยายจำนวนอินพุตทางลอจิกเกต	6 คาบ 300 นาที

การแบ่งบทเรียน

หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	เวลา (นาที)
5	ซีเควนเชียล แมทชีน เบื้องต้น 5.1 การวิเคราะห์และการออกแบบ Flip-Flop 5.1.1 สเตต เทเบิล และ สเตต ไคอะแกรม 5.1.2 หลักการทำงานของ Flip-Flop 5.1.3 การใช้งานในรูปแบบมาสเตอร์และสเลฟ 5.1.4 การออกแบบ T Flip-Flop จาก JK Flip-Flop และ D Flip-Flop 5.2 หน่วยความจำ 5.2.1 หน่วยความจำรวม 5.2.2 หน่วยความจำแรม 5.2.3 หน่วยความจำอีรอมและอีพรอม 5.3 มัลติไวเบรเตอร์ 5.3.1 โมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ 5.3.2 ไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ 5.3.3 อะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ 5.4 ไบนารี รีจิสเตอร์และไบนารี เคาท์เตอร์ 5.4.1 หลักการทำงานของรีจิสเตอร์ 5.4.2 รีจิสเตอร์ชนิดนำข้อมูลเข้าและออก 5.4.3 รีจิสเตอร์แบบรวม 5.4.4 หลักการทำงานของวงจรรนับ 5.4.5 วงจรรนับเลขฐานสองแบบนับไปข้างหน้าและถอยหลัง	9 คาบ 450 นาที
6	ซิงโครนัส ซีเควนเชียล แมทชีน 6.1 การออกแบบวงจรซิงโครนัส ซีเควนเชียล แมทชีน 6.1.1 วงจร ซิงโครนัส ซีเควนเชียล เคาท์เตอร์ 6.1.2 วงจร ซิงโครนัส ซีเควนเชียล ดีเทคเตอร์ 6.1.3 วงจร ซิงโครนัส เอฟ เอส เอ็ม ที่มีความซับซ้อน	6 คาบ 300 นาที

การแบ่งบทเรียน

หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	เวลา (นาที)
	6.2 การออกแบบวงจร ชิงโครนัส เอฟ เอส เอ็ม ในรูปแบบต่างๆ 6.2.1 วงจร ชิงโครนัส เอฟ เอส เอ็ม ในรูปแบบปกติ 6.2.2 วงจร ชิงโครนัส เอฟ เอส เอ็ม ในรูปแบบสเตท ดีเทคเตอร์ 6.2.3 วงจร ชิงโครนัส เอฟ เอส เอ็ม ในรูปแบบไคเร็กและอินไคเร็ก 6.2.4 วงจร ชิงโครนัส เอฟ เอส เอ็ม ในรูปแบบโปรแกรมเมเบิล 6.3 โมดูลและบิต สไลซ์ 6.3.1 รีจิสเตอร์ 6.3.2 ชิพรีจิสเตอร์ 6.3.3 แคทเตอร์	
7	อะซิงโครนัส ซีเควนเชียล แมทชีน 7.1 วงจรอะซิงโครนัส เอฟ เอส เอ็ม ในรูปแบบ ฟันดาเมนทัล โหมด 7.1.1 กฎเสถียรภาพ 7.1.2 สเตททรานซิสชั่น 7.1.3 สเตท ไคอะแกรมของเน็กซ์ สเตท และกฎผลรวม 7.2 ลักษณะในการพิจารณารูปแบบ อะซิงโครนัส 7.2.1 การวิเคราะห์เบสิก เซลล์ 7.2.2 ข้อพิจารณาในการออกแบบ 7.2.3 ขั้นตอนการออกแบบ อะซิงโครนัส ซีเควนเชียล แมทชีน 7.3 ออกแบบ อะซิงโครนัส เอฟ เอส เอ็ม ในรูปแบบ ฟัลซ์ โหมด 7.3.1 รูปแบบของ ฟัลซ์ โหมด เอฟ เอส เอ็ม 7.3.2 ขั้นตอนการออกแบบ ฟัลซ์ โหมด เอฟ เอส เอ็ม 7.3.3 ตัวอย่างการออกแบบ ฟัลซ์ โหมด เอฟ เอส เอ็ม	6 คาบ 300 นาที

การแบ่งหัวข้อของบทเรียน

หน่วยเรียน	รายการ	เวลา (นาที)
3	หลักการลดรูปฟังก์ชันลอจิก	9 คาบ
	3.1 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน	150 นาที
	3.1.1 ตารางความจริง	
	3.1.2 ทฤษฎีของบูลีน	
	3.1.3 ทฤษฎีของดีมอร์แกน	
	3.1.4 การพิสูจน์ทฤษฎีของบูลีนจากตารางความจริง	
	3.2 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map	150 นาที
	3.2.1 ตาราง K-map 1 ตัวแปร	
	3.2.2 ตาราง K-map 2 ตัวแปร	
	3.2.3 ตาราง K-map 3 ตัวแปร	
	3.2.4 ตาราง K-map 4 ตัวแปร	
	3.2.5 ตาราง K-map 5 ตัวแปร	
	3.2.6 ตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร	
	3.2.7 เงื่อนไข Don't care	
	3.3 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM	150 นาที
	3.3.1 หลักการของ Q-M	
	3.3.2 ขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน	
	3.3.3 ตัวอย่างการลดทอนฟังก์ชัน	
	3.3.4 หลักการของ VEM	
	3.3.5 การใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map	
	3.3.6 การวงรอบ Minterm เพื่อลดทอนฟังก์ชัน	

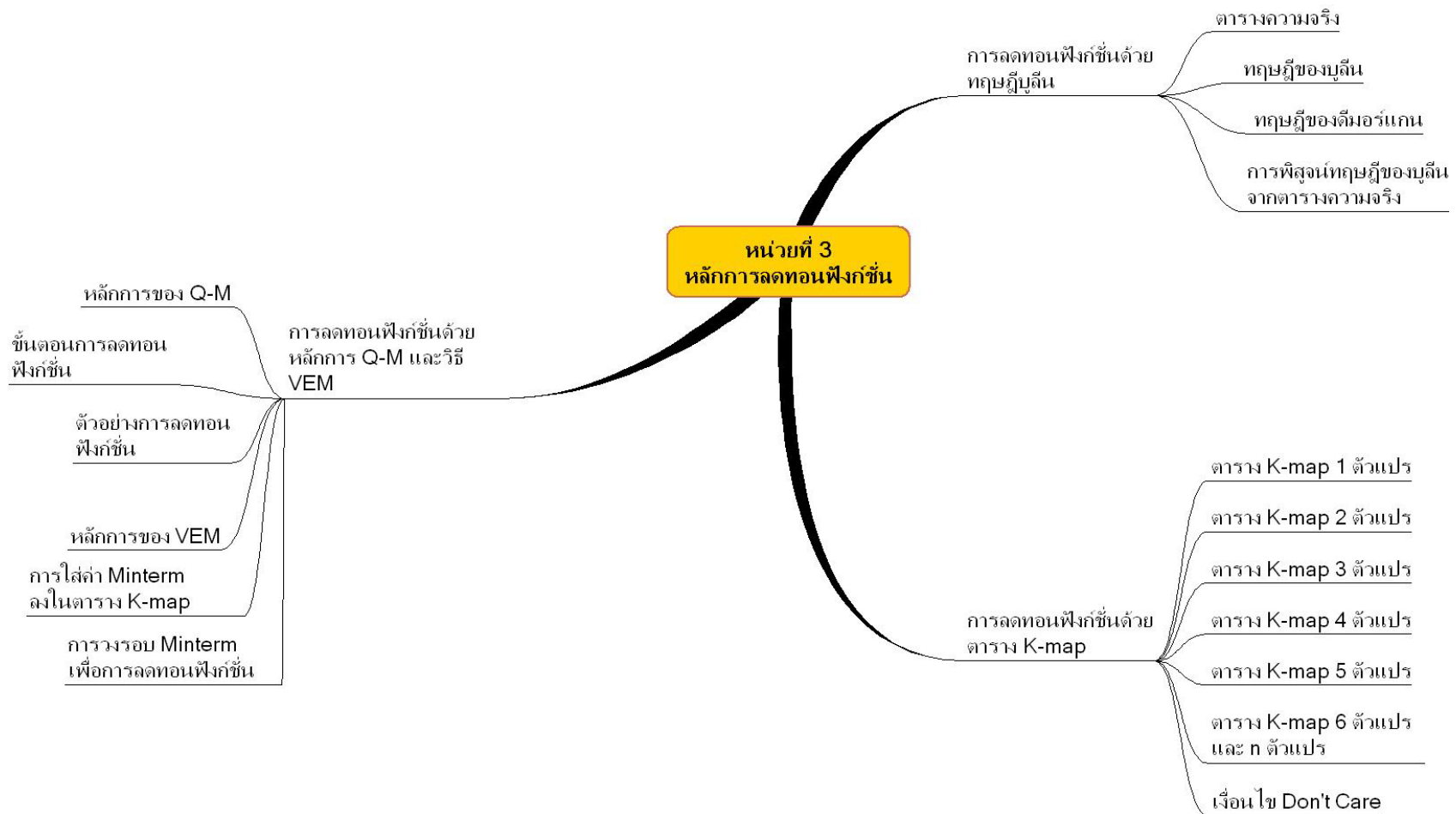
การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทเรียนที่	รายการ	เวลา (นาที)
1	เข้าใจหลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน 1.1 อธิบายหลักการของตารางความจริง 1.2 อธิบายหลักการทฤษฎีของบูลีน 1.3 อธิบายหลักการทฤษฎีของคิมอร์แกน 1.4 อธิบายหลักการพิสูจน์ทฤษฎีของบูลีนจากตารางความจริง	150 นาที
2	เข้าใจหลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map 2.1 อธิบายหลักการของตาราง K-map 1 ตัวแปร 2.2 อธิบายหลักการของตาราง K-map 2 ตัวแปร 2.3 อธิบายหลักการของตาราง K-map 3 ตัวแปร 2.4 อธิบายหลักการของตาราง K-map 4 ตัวแปร 2.5 อธิบายหลักการของตาราง K-map 5 ตัวแปร 2.6 อธิบายหลักการของตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร 2.5 อธิบายหลักการของเงื่อนไข Don't care	150 นาที
3	เข้าใจหลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM 3.1 อธิบายหลักการของ Q-M 3.2 อธิบายขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน 3.3 คำนวณการลดทอนฟังก์ชันของ Q- M 3.4 อธิบายหลักการของ VEM 3.5 อธิบายขั้นตอนการใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map 3.6 คำนวณหาค่าฟังก์ชันด้วยวิธีการรวบรวม Minterm	150 นาที

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หัวข้อในเรื่องหลักการลดทอนฟังก์ชัน
รายละเอียดหัวเรื่องและแหล่งข้อมูล
การประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง
เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่องและความรู้ของเนื้อหา
การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง หน่วยที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชัน



ภาพที่ ข-1 แสดงการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องหลักการลดทอนฟังก์ชัน

ตารางที่ ข-1 รายการหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล

วิชา : วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

รหัส 11-711-305

เรื่อง : หลักการลดทอนฟังก์ชัน

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง (Topic)	แหล่งข้อมูล			
		A	B	C	D
1	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน	x	x	x	x
2	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map	x	x	x	x
3	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM	x	x	x	x

แหล่งข้อมูล : A = หลักสูตร
 B = หนังสือ ตำรา คู่มือ
 C = ผู้เชี่ยวชาญ
 D = ประสบการณ์ของผู้สอน

ตารางที่ ข-2 รายการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง

วิชา : วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

รหัส 11-711-305

เรื่อง : หลักการลดทอนฟังก์ชัน

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง (Topic)	ความสำคัญ		
		1	2	3
1	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน	X	I	O
2	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map	X	I	O
3	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM	X	I	O

หมายเหตุ :

- 1 : ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน
- 2 : ช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง
- 3 : ช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ตารางที่ ข-3 ประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง

วิชา : วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

รหัส 11-711-305

เรื่อง : หลักการลดทอนฟังก์ชัน

บทเรียนที่ 1 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	1	2	3
1	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน			
	1. ตารางความจริง	X	O	O
	2. ทฤษฎีของบูลีน	X	O	O
	3. ทฤษฎีของดีมอร์แกน	X	I	O
	4. ตัวอย่างความสัมพันธ์ของทฤษฎีบูลีนจากตารางความจริง	X	I	O

บทเรียนที่ 2 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	1	2	3
2	การลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map			
	1. ตาราง K-map 1 ตัวแปร	X	O	O
	2. ตาราง K-map 2 ตัวแปร	X	O	O
	3. ตาราง K-map 3 ตัวแปร	X	O	O
	4. ตาราง K-map 4 ตัวแปร	X	O	O
	5. ตาราง K-map 5 ตัวแปร	X	O	O
	6. ตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร	X	O	O
	7. เงื่อนไข Don't care	X	O	O

หมายเหตุ :

- 1: ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน
- 2: ช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง
- 3: ช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ :

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วิชา : วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

รหัส 11-711-305

เรื่อง : หลักการลดทอนฟังก์ชัน

บทเรียนที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	1	2	3
3	หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM			
	1. หลักการของ Q-M	X	O	O
	2. ขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน	X	O	O
	3. ตัวอย่างการลดทอนฟังก์ชัน	X	I	O
	4. หลักการของ VEM	X	O	O
	5. วิธีการใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map	X	O	O
	6. ตัวอย่างการวงรอบ Minterm เพื่อลดทอนฟังก์ชัน	X	I	O

หมายเหตุ :

- 1: ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน
- 2: ช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง
- 3: ช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ :

X : มาก
I : ปานกลาง
O : น้อย

ตารางที่ ข-4 รายละเอียดของเนื้อหาที่สำคัญของหัวเรื่องและความรู้ของเนื้อหา

วิชา : วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

รหัส 11-711-305

เรื่อง : หลักการลดทอนฟังก์ชัน

บทเรียนที่ 1 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
1. หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน	1.1 อธิบายหลักการของตารางความจริง 1.2 อธิบายหลักการทฤษฎีของบูลีน 1.3 อธิบายหลักการทฤษฎีของดีมอร์แกน 1.4 อธิบายหลักการพิสูจน์ทฤษฎีของบูลีนจากตารางความจริง	I	X X I	

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

วิชา : วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

รหัส 11-711-305

เรื่อง : หลักการลดทอนฟังก์ชัน

บทเรียนที่ 2 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
2. หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map	2.1 อธิบายหลักการของตาราง K-map 1 ตัวแปร		X	
	2.2 อธิบายหลักการของตาราง K-map 2 ตัวแปร		X	
	2.3 อธิบายหลักการของตาราง K-map 3 ตัวแปร		X	
	2.4 อธิบายหลักการของตาราง K-map 4 ตัวแปร		X	
	2.5 อธิบายหลักการของตาราง K-map 5 ตัวแปร		X	
	2.6 อธิบายหลักการของตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร		X	
	2.7 อธิบายหลักการของเงื่อนไข Don't care		X	

บทเรียนที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
3. หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM	3.1 อธิบายหลักการของ Q-M	X		
	3.2 อธิบายขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน	X		
	3.3 จำนวนการลดทอนฟังก์ชัน			X
	3.4 อธิบายหลักการของ VEM	X		
	3.5 อธิบายขั้นตอนการใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map	X		
	3.6 คำนวณหาค่าฟังก์ชันด้วยวิธีการวงรอบ Minterm			X

หมายเหตุ :

TK = ระดับความรู้

R = พื้นกั้นความรู้

X = สำคัญมาก

A = การประยุกต์ความรู้

I = สำคัญ

T = การส่งถ่ายความรู้

O = ไม่สำคัญ

ตารางที่ ข-5 รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วิชา : วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

รหัส 11-711-305

เรื่อง : หลักการลดทอนฟังก์ชัน

บทเรียนที่ 1 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. อธิบายหลักการของตารางความจริง	I		
2. อธิบายหลักการทฤษฎีของบูลีน	X		
3. อธิบายหลักการทฤษฎีของดีมอร์แกน	X		
4. อธิบายหลักการพิสูจน์ทฤษฎีบูลีนจากตารางความจริง		X	

บทเรียนที่ 2 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. อธิบายหลักการของตาราง K-map 1 ตัวแปร		X	
2. อธิบายหลักการของตาราง K-map 2 ตัวแปร		X	
3. อธิบายหลักการของตาราง K-map 3 ตัวแปร		X	
4. อธิบายหลักการของตาราง K-map 4 ตัวแปร		X	
5. อธิบายหลักการของตาราง K-map 5 ตัวแปร		X	
6. อธิบายหลักการของตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร		X	
7. อธิบายหลักการของเงื่อนไข Don't care		X	

หมายเหตุ :

LS = ระดับความสำคัญ

R= พื้นต้นความรู้

X = สำคัญมาก

A= การประยุกต์ความรู้

I = สำคัญ

T = การส่งถ่ายความรู้

O = ไม่สำคัญ

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วิชา : วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก

รหัส 11-711-305

เรื่อง : หลักการลดทอนฟังก์ชัน

บทเรียนที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. อธิบายหลักการของ Q-M	X		
2. อธิบายขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน	X		
3. คำนวณการลดทอนฟังก์ชัน			X
4. อธิบายหลักการของ VEM	X		
5. อธิบายขั้นตอนการใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map			
6. คำนวณหาค่าฟังก์ชันด้วยวิธีการวงรอบ Minterm			X

หมายเหตุ :

LS = ระดับความสำคัญ

R= พื้นกั้นความรู้

X = สำคัญมาก

A= การประยุกต์ความรู้

I = สำคัญ

T = การส่งถ่ายความรู้

O = ไม่สำคัญ

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เพื่อการออกข้อสอบ
ตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์
ตารางวิเคราะห์สื่อการสอน

ตารางที่ ค-1 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน

บทเรียนที่ 1 การลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
1	1. อธิบายหลักการของตารางความจริง	R	I	2	11
	2. อธิบายหลักการทฤษฎีของบูลีน	R	X	3	
	3. อธิบายหลักการทฤษฎีของคิมอร์แกน	R	X	3	
	4. อธิบายหลักการพิสูจน์ทฤษฎีบูลีนจากตารางความจริง	A	X	3	

บทเรียนที่ 2 การลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
2	1. อธิบายหลักการของตาราง K-map 1 ตัวแปร	A	X	3	21
	2. อธิบายหลักการของตาราง K-map 2 ตัวแปร	A	X	3	
	3. อธิบายหลักการของตาราง K-map 3 ตัวแปร	A	X	3	
	4. อธิบายหลักการของตาราง K-map 4 ตัวแปร	A	X	3	
	5. อธิบายหลักการของตาราง K-map 5 ตัวแปร	A	X	3	
	6. อธิบายหลักการของตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร	A	X	3	
	7. อธิบายหลักการของเงื่อนไข Don't care	A	X	3	

บทเรียนที่ 3 การลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
3	1. อธิบายหลักการของ Q-M	R	X	3	18
	2. อธิบายขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน	R	X	3	
	3. คำนวณการลดทอนฟังก์ชัน	T	X	3	
	4. อธิบายหลักการของ VEM	R	X	3	
	5. อธิบายขั้นตอนการใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map	R	X	3	
	6. คำนวณหาค่าฟังก์ชันด้วยวิธีการวงรอบ Minterm	T	X	3	

หมายเหตุ :

LS = ระดับความสำคัญ

ความสำคัญ

ระดับคะแนน

R= พื้นต้นความรู้

X = สำคัญมาก

3

A= การประยุกต์ความรู้

I = สำคัญ

2

T= การส่งถ่ายความรู้

O = ไม่สำคัญ

1

ตารางที่ ค-2 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ

วัตถุประสงค์		ระดับของสติปัญญา			รวม คะแนน	ข้อ สอบ	จำนวน ข้อ สอบ
		พื้นฐาน ความรู้	ประยุกต์ ความรู้	ส่งถ่าย ความรู้			
บทที่ 1	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				11		7
	1.	I				1	
	2.	X				2	
	3.	X				2	
	4.		X			2	
บทที่ 2	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				21		13
	1.		X			1	
	2.		X			2	
	3.		X			2	
	4.		X			2	
	5.		X			2	
	6.		X			2	
	7.		X			2	
บทที่ 3	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				18		10
	1.	X				1	
	2.	X				1	
	3.			X		3	
	4.	X				1	
	5.	X				1	
	6.			X		3	

ตารางที่ ค-3 จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์
บทเรียนที่ 1 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
1	1. อธิบายหลักการของตารางความจริง	R	I	7	1
	2. อธิบายหลักการทฤษฎีของบูลีน	R	X		2,3
	3. อธิบายหลักการทฤษฎีของคิมอร์แกน	R	X		4,5
	4. อธิบายหลักการพิสูจน์ทฤษฎีบูลีนจากตารางความจริง	A	X		6,7

บทเรียนที่ 2 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
2	1. อธิบายหลักการของตาราง K-map 1 ตัวแปร	A	X	13	8
	2. อธิบายหลักการของตาราง K-map 2 ตัวแปร	A	X		9,10
	3. อธิบายหลักการของตาราง K-map 3 ตัวแปร	A	X		11,12
	4. อธิบายหลักการของตาราง K-map 4 ตัวแปร	A	X		13,14
	5. อธิบายหลักการของตาราง K-map 5 ตัวแปร	A	X		15,16
	6. อธิบายหลักการของตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร	A	X		17,18
	7. อธิบายหลักการของเงื่อนไข Don't care	A	X		19,20

บทเรียนที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
3	1. อธิบายหลักการของ Q-M	R	X	10	21
	2. อธิบายขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน	R	X		22
	3. คำนวณการลดทอนฟังก์ชัน	T	X		23,24,25
	4. อธิบายหลักการของ VEM	R	X		26
	5. อธิบายขั้นตอนการใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map	R	X		27
	6. คำนวณหาค่าฟังก์ชันด้วยวิธีการวงรอบ Minterm	T	X		28,29,30

ตารางที่ ก-4 วิเคราะห์สื่อการสอน

บทเรียนที่ 1 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยทฤษฎีบูลีน

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง			ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสาธิต	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพ 3 มิติ	E-learning					
1. อธิบายหลักการของตารางความจริงได้	I	I	I	O	X	I	X	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายหลักการทฤษฎีของบูลีนได้	I	O	I	O	X	I	X	I	E-learning	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. อธิบายหลักการทฤษฎีของดีมอร์แกนได้	I	I	O	O	X	O	O	I	E-learning	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
4. อธิบายหลักการพิสูจน์ทฤษฎีบูลีนจากตารางความจริง	I	O	O	O	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน แสดงขั้นตอนได้ละเอียด

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

บทเรียนที่ 2 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยตาราง K-map

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง			ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสาธิต	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพ 3 มิติ	CAI					
1. อธิบายหลักการของตาราง K-map 1 ตัวแปร	I	I	I	X	X	O	I	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายหลักการของตาราง K-map 2 ตัวแปร	I	O	I	O	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. อธิบายหลักการของตาราง K-map 3 ตัวแปร	I	I	I	O	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
4. อธิบายหลักการของตาราง K-map 4 ตัวแปร	I	O	I	O	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
5. อธิบายหลักการของตาราง K-map 5 ตัวแปร	I	O	I	I	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
6. อธิบายหลักการของตาราง K-map 6 ตัวแปร และ n ตัวแปร	I	O	I	I	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
7. อธิบายหลักการของเงื่อนไข Don't care	I	O	I	I	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด	I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง			O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด						

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

บทเรียนที่ 3 หลักการลดทอนฟังก์ชันด้วยหลักการ Q-M และวิธี VEM

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง			ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสาธิต	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพ 3 มิติ	CAI					
1. อธิบายหลักการของ Q-M	I	I	I	X	X	O	I	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายขั้นตอนการลดทอนฟังก์ชัน	I	O	I	O	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. กำหนดการลดทอนฟังก์ชัน	I	I	I	O	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
4. อธิบายหลักการของ VEM	I	I	I	X	X	O	I	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
5. อธิบายขั้นตอนการใส่ค่า Minterm ลงในตาราง K-map	I	O	I	O	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
6. กำหนดหาค่าฟังก์ชันด้วยวิธีการวงรอบ Minterm	I	I	I	O	X	O	O	I	E-learning , กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาบรรณนิเทศคดีย่หว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค้งพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ ง-1 การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					Σ^R	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	4	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
		5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	6	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
		7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	1	8	0	+1	+1	+1	0	3	0.6
	2	9	0	+1	0	+1	+1	3	0.6
		10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	17	0	+1	+1	+1	0	3	0.6
		18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	7	19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	1	21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	22	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	3	23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

บทที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3		25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	27	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	6	28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
$\sum X$									28
X									0.93

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

$\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การแปลความหมายของการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบวัดหรือเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ถ้าค่าดัชนีที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบไม่วัดหรือไม่เป็นตัวแทนวัตถุประสงค์ในข้อนั้น ๆ (บุญเชิด ,2527: 69)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่ประเมินข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบหลังบทเรียน
ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 20 คน

ตอนที่ 1 : คุณภาพของแบบทดสอบหลังบทเรียน

ค่าความเชื่อมั่น (สูตร KR20) = 0.80

ตารางที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก-ง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบหลังบทเรียน

ในแต่ละบทเรียน

บทเรียน	ข้อที่	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	
				ความยาก-ง่าย	อำนาจจำแนก
1	1	0.60	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
	2	0.50	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
	3	0.65	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
	4	0.65	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
	5	0.60	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
	6	0.60	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
	7	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ค่าเฉลี่ย		0.60	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
2	1	0.65	0.50	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
	2	0.55	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
	3	0.55	0.50	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
	4	0.55	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
	5	0.55	0.50	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
	6	0.65	0.50	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
	7	0.55	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
	8	0.75	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
	9	0.60	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
	10	0.50	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
	11	0.65	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

บทเรียน	ข้อที่	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	
				ความยาก-ง่าย	อำนาจจำแนก
	12	0.65	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
	13	0.60	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ค่าเฉลี่ย		0.60	0.36	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
3	1	0.45	0.50	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
	2	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
	3	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
	4	0.50	0.60	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
	5	0.50	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
	6	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
	7	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
	8	0.55	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
	9	0.70	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
	10	0.65	0.50	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ค่าเฉลี่ย		0.56	0.39	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี

ตารางที่ ง-3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของ

แบบทดสอบหลังบทเรียนในแต่ละบทเรียน

บทเรียน	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
1	0.60	0.30	สูตร KR-20 = 0.80
2	0.60	0.36	
3	0.56	0.39	
รวม	0.59	0.35	

ภาคผนวก จ

คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน
คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ

ตารางที่ จ-1 แสดงคะแนนแบบฝึกหัด ค่าร้อยละของแต่ละบทเรียน

คนที่	บทเรียนที่ 1 (7)		บทเรียนที่ 2 (13)		บทเรียนที่ 3 (10)		รวมทั้งหมด (30)	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	7	100.00	10	76.92	7	70.00	24	80.00
2	6	85.71	13	100.00	8	80.00	27	90.00
3	5	71.43	11	84.62	5	50.00	21	70.00
4	7	100.00	8	61.54	7	70.00	22	73.33
5	5	71.43	9	69.23	10	100.00	24	80.00
6	5	71.43	13	100.00	9	90.00	27	90.00
7	7	100.00	8	61.54	6	60.00	21	70.00
8	7	100.00	10	76.92	8	80.00	25	83.33
9	6	85.71	13	100.00	9	90.00	28	93.33
10	7	100.00	11	84.62	10	100.00	28	93.33
11	6	85.71	9	69.23	9	90.00	24	80.00
12	6	85.71	10	76.92	10	100.00	26	86.67
13	5	71.43	10	76.92	8	80.00	23	76.67
14	7	100.00	11	84.62	7	70.00	25	83.33
15	5	71.43	8	61.54	9	90.00	22	73.33
16	6	85.71	7	53.85	7	70.00	20	66.67
17	5	71.43	9	69.23	7	70.00	21	70.00
18	6	85.71	10	76.92	9	90.00	25	83.33
19	6	85.71	11	84.62	8	80.00	25	83.33
20	7	100.00	13	100.00	9	90.00	29	96.67

ตารางที่ จ-2 สรุปคะแนนแบบฝึกหัด ค่าร้อยละของแต่ละบทเรียน

บทเรียนที่	1	2	3	รวม 1-3
รวมคะแนน	114	187	140	441
ค่าเฉลี่ย	6.05	10.20	8.10	24.35
เปอร์เซ็นต์	86.43	78.46	81.00	81.17

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพ $E_1 = 81.17$

ตารางที่ จ-3 แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และค่าร้อยละ

คนที่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	คะแนนเต็ม (30)	ร้อยละ
1	28	93.33
2	18	60.00
3	29	96.67
4	29	96.67
5	29	96.67
6	20	66.67
7	22	73.33
8	30	100.00
9	18	60.00
10	29	96.67
11	17	56.67
12	30	100.00
13	18	60.00
14	30	100.00
15	28	93.33
16	21	70.00

ตารางที่ จ-3 (ต่อ)

คนที่	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	คะแนนเต็ม (30)	ร้อยละ
17	29	96.67
18	21	70.00
19	17	56.67
20	18	60.00
รวม	481	1603.33
ค่าเฉลี่ย	24.05	80.17

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพ $E_2 = 80.17$

ภาคผนวก จ

การทดสอบสมมุติฐานด้วย t-test Independent

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน E-Learning มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการเรียนด้วยวิธีสอนปกติ

สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมคือ F-test สำหรับทดลองความเท่ากันของความแปรปรวน 2 ค่า ในรูปของ Two-tailed ใช้สูตร

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$df_1 = n_1 - 1 \quad , \quad df_2 = n_2 - 1$$

ถ้า $S_2^2 > S_1^2$ ใช้สูตร

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2}$$

$$df_1 = n_2 - 1 \quad , \quad df_2 = n_1 - 1$$

และใช้สูตร t-test Independent สำหรับทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ด้วยสูตรดังนี้

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \quad , df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	$\overline{X}_1$	= คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	$\overline{X}_2$	= คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	n_1	= จำนวนนักศึกษาในกลุ่มทดลอง
	n_2	= จำนวนนักศึกษาในกลุ่มควบคุม
	S_1^2	= ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
	S_2^2	= ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

ตารางที่ จ-1 คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าร้อยละของกลุ่มทดลอง และ
กลุ่มควบคุม

คนที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	28	93.33	20	66.67
2	18	60.00	16	53.33
3	29	96.67	21	70.00
4	29	96.67	20	66.67
5	29	96.67	25	83.33
6	20	66.67	18	60.00
7	22	73.33	18	60.00
8	30	100.00	24	80.00
9	18	60.00	16	53.33
10	29	96.67	23	76.67
11	17	56.67	15	50.00
12	30	100.00	23	76.66
13	18	60.00	15	50.00
14	30	100.00	16	53.33
15	28	93.33	16	53.33
16	21	70.00	15	50.00
17	29	96.67	17	56.66
18	21	70.00	16	53.33
19	17	56.67	15	50.00
20	18	60.00	19	63.33
รวม	481	1603.33	368	1226.67
เฉลี่ยร้อยละ	24.05	80.17	18.40	61.33
ค่าเบี่ยงเบน	5.35		2.40	

จากตารางที่ จ-1 นำมาคำนวณหาค่าความแตกต่างของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร F-test และ t-test Independent ดังนี้

ถ้า $S_2^2 > S_1^2$ ใช้สูตร

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2}$$

$$df_1 = n_2 - 1, \quad df_2 = n_1 - 1$$

และใช้สูตร t-test Independent สำหรับทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ด้วยสูตรดังนี้

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \quad , df = n_1 + n_2 - 2$$

จากการทดสอบสมมุติฐานทางการวิจัยที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีข้อตกลงว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่า Variance เท่ากัน $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

สมมุติฐาน

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

นำค่าจากตารางมาแทนในสูตร

$$F_{\text{คำนวณ}} = \frac{5.35}{2.46} = 2.22$$

$$df_1 = 19, \quad df_2 = 19$$

$$F_{\text{ตาราง}} = 2.17$$

เปรียบเทียบได้ว่า $F_{\text{คำนวณ}} < F_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่ายอมรับ H_0 นั่นคือ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (ค่าความแปรปรวนเท่ากัน) ดังนั้นจึงสามารถหาค่า t-test Independent ได้ดังนี้

สมมุติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

นำค่าจากตารางมาแทนในสูตร

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{24.05 - 18.40}{\sqrt{\frac{(20-1)(5.35) + (20-1)(2.40)}{20+20-2} \left[\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right]}} \\
 &= \frac{5.65}{\sqrt{\frac{101.65 + 45.6}{38} [0.1]}} \\
 &= \frac{5.65}{0.62} \\
 &= 9.11
 \end{aligned}$$

t ตาราง

t ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 $df = 20+20-2 = 38$

$t = \pm 2.02$

สรุปค่า t ได้ว่า

t จากการคำนวณมากกว่า t จากตารางแสดงว่า จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 นั่นคือ นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน E-Learning มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบบรรยายตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญหุคการสอนเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์
หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพสื่อการสอนเพื่อการวิจัย
แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนเพื่อการวิจัยบทเรียน e-Learning สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนเพื่อการวิจัยบทเรียน e-Learning สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนบทเรียน e-Learning
ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนบทเรียน e-Learning

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน

1. ผศ.ดร.คำรณ ศรีน้อย
 อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์-โทรคมนาคม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 ทำการสอนทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์-โทรคมนาคม
2. อาจารย์อนุชา ไชยชาญ
 อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครวิทยาเขตเทเวศร์
 ทำการสอนทางด้านอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และวิชาวงจรดิจิทัล
3. อาจารย์ดำรง เชื้อมณี
 อาจารย์ประจำแผนกอิเล็กทรอนิกส์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี
 ทำการสอนทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและไฟฟ้าสื่อสาร
4. อาจารย์จักรี รัชมีนัย
 อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 การศึกษา ปรินญาเอก
 ทำการสอนทางด้านครุศาสตร์คอมพิวเตอร์
5. อาจารย์เทวา คำปาเชื้อ
 อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 การศึกษา ปรินญาเอก
 ทำการสอนทางด้านไฟฟ้า – อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์

ที่ ศบ 0525.3(2)/ 199



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

17 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผศ.ดร.ดำรง ศรีน้อย

ด้วยว่าที่ ร.ต.พสุธร ศักดิ์วรารักษ์ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน e-learning กับการเรียนในแบบปกติ วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การสรุป ฟังก์ชัน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี โดยมี คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล เป็นประธานกรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประกอบการทำ วิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาคือไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินงุน)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/ 1๙๙



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

17 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์อนุชา ไชยชาญ

ด้วยว่าที่ ร.ต.พสุธร สักดิ์วรารักษ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน e-learning กับการเรียนในแบบปกติ วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การลดรูป ฟังก์ชัน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี โดยมี คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล เป็นประธานกรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประกอบการทำ วิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาคือไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวัญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/ 1๙๑



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

17 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ดำรง ช่างมณี

ด้วยว่าที่ ร.ต.พสุธร สักคีวรารักษ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน e-learning กับการเรียนในรูปแบบปกติ วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การลดรูปฟังก์ชัน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล เป็นประธานกรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/ 1๙๙



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

17 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์จักรี รัศมีฉาย

ด้วยว่าที่ ร.ต.พสุธร ศักดิ์ธำรงค์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน e-learning กับการเรียนในแบบปกติ วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การลดรูป ฟังก์ชัน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี โดยมี คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล เป็นประธานกรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประกอบการทำ วิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาคือ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/ 1๙๙



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

17 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์เทวา คำป่าเชื้อ

ด้วยว่าที่ ร.ต.พสุธร ศักดิ์วรารักษ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน e-learning กับการเรียนในแบบปกติ วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การลดรูป ฟังก์ชัน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี โดยมี คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิมากุล เป็นประธานกรรมการ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อประกอบการทำ วิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวัญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนเพื่อการวิจัย

บทเรียน e-Learning

เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนในรูปแบบปกติ

วิชา วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การลดทอนฟังก์ชัน

หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

วิทยาเขตนนทบุรี

คำชี้แจง

แบบประเมินชุดนี้เป็นลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นต่อบทเรียน e-Learning วิชา วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การลดทอนฟังก์ชัน โดยประเมินด้านต่าง ๆ คือ ด้าน เนื้อหาของบทเรียน และเทคนิคการสร้างบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ประเมินแล้ว ไปใช้กับกระบวนการเรียนการสอนให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี 2 ปี (หลังอนุปริญญา) สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี

ด้วยวิธีระบุระดับความคิดเห็นของท่านที่ต้องการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่กำหนดให้ทางขวามือ รวมทั้งข้อเสนอแนะในกรณีที่ต้องการให้ปรับปรุง โดยมีระดับคะแนนแสดงความคิดเห็นดังนี้

- | | | |
|---|---------|----------------------------|
| 5 | หมายถึง | เห็นด้วยในระดับดีมาก |
| 4 | หมายถึง | เห็นด้วยในระดับดี |
| 3 | หมายถึง | เห็นด้วยในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | เห็นด้วยในระดับพอใช้ |
| 1 | หมายถึง | เห็นด้วยในระดับควรปรับปรุง |

ด้านเนื้อหา

หัวข้อในการประเมิน	ความเหมาะสมตามความคิดเห็น					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	หมายเหตุ
1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง 1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา 1.3 การจัดลำดับขั้นในการเสนอเนื้อหา 1.4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา 1.5 เนื้อหาที่น่าสนใจต่อการทำความเข้าใจ 1.6 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับบทเรียน 1.7 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน 1.8 ความเหมาะสมของคำถามในแบบฝึกหัด						
2. ด้านภาษาและภาพประกอบ 2.1 ภาษาที่ใช้เหมาะสมและอ่านเข้าใจง่าย 2.2 ภาพและอักษรมีความชัดเจน 2.3 รูปแบบการนำเสนอและสีของตัวอักษร 2.4 จำนวนภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา 2.5 ความถูกต้องของภาษาและศัพท์ทางเทคนิค						
3. ภาพรวมของบทเรียน 3.1 วัตถุประสงค์ครอบคลุมบทเรียน 3.2 คำแนะนำในการใช้บทเรียนและแบบทดสอบเข้าใจง่าย 3.3 เมนูหลักเข้าใจง่ายสะดวกต่อการเข้าใช้บทเรียน 3.4 การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมีความเหมาะสม 3.5 เสียงประกอบคำบรรยายมีความเหมาะสม 3.6 แบบทดสอบรวมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ 3.7 คำถามท้ายบทเรียนน่าสนใจ						

ด้านเนื้อหา

หัวข้อในการประเมิน	ความเหมาะสมตามความคิดเห็น					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	หมายเหตุ
3.8 มีการสร้างแรงจูงใจก่อนการเรียนรู้						
3.9 ความสะดวกต่อการใช้บทเรียน						
3.10 รูปแบบของบทเรียนมีความน่าสนใจ						
3.11 ความเหมาะสมจำนวนคำถามในแบบทดสอบ						
3.12 นำเสนอเนื้อหาเหมาะสมใน 1 หน้าจอภาพ						
3.13 สามารถใช้เชื่อมต่อ Web page ตัวอย่างได้						

ข้อเสนอแนะ

[illegible]

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หัวข้อในการประเมิน	ความเหมาะสมตามความคิดเห็น					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	หมายเหตุ
1. การใช้ ภาพ สี่ เทคนิค ในบทเรียน 1.1 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำอธิบาย 1.3 ความเหมาะสมของการออกแบบจอภาพ 1.4 คุณภาพของภาพและสี 1.5 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร 1.6 ความต่อเนื่องของการแสดงบทเรียน 1.7 ความน่าสนใจของบทเรียนโดยรวม 1.8 การเคลื่อนไหวของภาพและข้อความ 1.9 การใช้ปุ่มในการเชื่อมหน่วยการเรียนรู้ 1.10 การจัดวางตำแหน่งต่าง ๆ บนจอภาพ						
2. ภาพรวมของบทเรียน 2.1 วัตถุประสงค์ครอบคลุมบทเรียน 2.2 คำแนะนำในการใช้บทเรียนและ แบบทดสอบเข้าใจง่าย 2.3 เมนูหลักเข้าใจง่ายสะดวกต่อการเข้าใช้ บทเรียน 2.4 การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมีความเหมาะสม 2.5 เสียงประกอบคำบรรยายมีความเหมาะสม 2.6 แบบทดสอบรวมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ 2.7 คำถามท้ายบทเรียนน่าสนใจ 2.8 มีการสร้างแรงจูงใจก่อนการเรียนรู้ 2.9 ความสะดวกต่อการใช้บทเรียน 2.10 รูปแบบของบทเรียนมีความน่าสนใจ						

ด้านเทคนิคการผลิต

หัวข้อในการประเมิน	ความเหมาะสมตามความคิดเห็น					
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง	หมายเหตุ
2.11 ความเหมาะสมจำนวนคำถามในแบบทดสอบ						
2.12 นำเสนอเนื้อหาเหมาะสมใน 1 หน้าจอภาพ						
2.13 สามารถใช้เชื่อมต่อ Web page ตัวอย่างได้						

ข้อเสนอแนะ

This image shows a single sheet of white paper with ten horizontal rows of small black dots, commonly used for handwriting practice or as a template for lined paper. The dots are arranged in straight, parallel lines across the entire width of the page.

ตารางที่ ข-1 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนเพื่อการวิจัยบทเรียน e-Learning
(ด้านเนื้อหา)

หัวข้อในการประเมิน (ด้านเนื้อหา)	ผลการประเมิน (ท่านที่)					
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	4	5	4	5	4.60
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	4	4	4	5	4.20
1.3 การจัดลำดับขั้นตอนในการเสนอเนื้อหา	4	4	4	4	5	4.20
1.4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	5	5	5	5.00
1.5 เนื้อหาที่น่าสนใจต่อการทำความเข้าใจ	4	5	5	5	5	4.80
1.6 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับบทเรียน	4	5	5	5	5	4.80
1.7 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	4	4	4	5	4.20
1.8 ความเหมาะสมของคำถามในแบบฝึกหัด	5	4	4	5	5	4.60
รวม	35	35	36	36	40	4.55
2. ด้านภาษาและภาพประกอบ						
2.1 ภาษาที่ใช้เหมาะสมและอ่านเข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	4.80
2.2 ภาพและอักษรมีความชัดเจน	5	5	5	4	4	4.60
2.3 รูปแบบการนำเสนอและสีของตัวอักษร	5	5	5	4	4	4.60
2.4 จำนวนภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	5	4	5	5	5	4.80
2.5 ความถูกต้องของภาษาและศัพท์ทางเทคนิค	4	4	5	5	4	4.40
รวม	23	23	25	23	22	4.64
3. ภาพรวมของบทเรียน						
3.1 วัตถุประสงค์ครอบคลุมบทเรียน	5	5	4	5	4	4.60
3.2 คำแนะนำในการใช้บทเรียนและ แบบทดสอบเข้าใจง่าย	5	5	4	5	4	4.60
3.3 เมนูหลักเข้าใจง่ายสะดวกต่อการเข้าใช้ บทเรียน	4	5	4	5	4	4.40
3.4 การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมีความเหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60
3.5 เสียงประกอบคำบรรยายมีความเหมาะสม	5	4	5	4	5	4.60
3.6 แบบทดสอบรวมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	5	5	5	5	5.00

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

หัวข้อในการประเมิน	ผลการประเมิน (ท่านที่)					
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
3.7 คำถามท้ายบทเรียนน่าสนใจ	4	5	5	4	4	4.40
3.8 มีการสร้างแรงจูงใจก่อนการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80
3.9 ความสะดวกต่อการใช้บทเรียน	5	5	5	4	5	4.80
3.10 รูปแบบของบทเรียนมีความน่าสนใจ	5	5	5	5	5	5.00
3.11 ความเหมาะสมจำนวนคำถามในแบบทดสอบ	4	5	4	5	5	4.60
3.12 นำเสนอเนื้อหาเหมาะสมใน 1 หน้าจอภาพ	4	5	4	5	5	4.60
3.13 สามารถใช้เชื่อมต่อ Web page ตัวอย่างได้	4	5	5	4	5	4.60
รวม	59	63	59	61	61	4.66

ตารางที่ ข-2 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนเพื่อการวิจัยบทเรียน e-Learning
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

หัวข้อในการประเมิน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)	ผลการประเมิน (ท่านที่)					
	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
1. การใช้ ภาพ สี เทคนิค ในบทเรียน						
1.1 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	5	4	5	4	5	4.60
1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำอธิบาย	4	4	4	4	5	4.20
1.3 ความเหมาะสมของการออกแบบจอภาพ	4	4	4	4	5	4.20
1.4 คุณภาพของภาพและสี	5	5	5	5	5	5.00
1.5 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	5	5	5	5	4.80
1.6 ความต่อเนื่องของการแสดงบทเรียน	4	5	5	5	5	4.80
1.7 ความน่าสนใจของบทเรียนโดยรวม	4	4	4	4	5	4.20
1.8 การเคลื่อนไหวของภาพและข้อความ	5	4	4	5	5	4.60
1.9 การใช้ปุ่มในการเชื่อมหน่วยการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80
1.10 การจัดวางตำแหน่งต่าง ๆ บนจอภาพ	4	5	4	4	4	4.20
รวม	44	55	44	45	49	4.54

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

หัวข้อในการประเมิน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)	ผลการประเมิน (ท่านที่)					ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
2. ภาพรวมของบทเรียน						
2.1 วัตถุประสงค์ครอบคลุมบทเรียน	5	4	5	4	5	4.60
2.2 คำแนะนำในการใช้บทเรียนและ แบบทดสอบเข้าใจง่าย	4	4	4	4	5	4.20
2.3 เมนูหลักเข้าใจง่ายสะดวกต่อการเข้าใช้ บทเรียน	5	5	5	5	5	5.00
2.4 การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมีความเหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80
2.5 เสียงประกอบคำบรรยายมีความเหมาะสม	4	4	4	4	5	4.20
2.6 แบบทดสอบรวมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	4	4	5	5	4.60
2.7 คำถามท้ายบทเรียนน่าสนใจ	5	4	4	5	5	4.60
2.8 มีการสร้างแรงจูงใจก่อนการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80
2.9 ความสะดวกต่อการใช้บทเรียน	5	5	4	5	4	4.60
2.10 รูปแบบของบทเรียนมีความน่าสนใจ	5	5	4	4	5	4.60
2.11 ความเหมาะสมจำนวนคำถามใน แบบทดสอบ	4	5	4	5	5	4.60
2.12 นำเสนอเนื้อหาเหมาะสมใน 1 หน้าจอภาพ	4	4	5	4	4	4.20
2.13 สามารถใช้เชื่อมต่อ Web page ได้อย่างได้	5	4	5	5	4	4.60
รวม	60	57	58	60	62	4.56

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

บทเรียน e-Learning

เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning กับการเรียนในรูปแบบปกติ

วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การลดทอนฟังก์ชัน

หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

วิทยาเขตนนทบุรี

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นต่อบทเรียน e-Learning วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง การลดทอนฟังก์ชัน โดยประเมินด้านต่าง ๆ คือ ด้านเนื้อหาของบทเรียน และเทคนิคการสร้างบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ประเมินแล้ว ไปใช้กับกระบวนการเรียนการสอนให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี 2 ปี (หลังอนุปริญญา) สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี

ด้วยวิธีระบุระดับความคิดเห็นของท่านที่ต้องการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่กำหนดให้ทางขวามือ รวมทั้งข้อเสนอแนะในกรณีที่ต้องการให้ปรับปรุง โดยมีระดับคะแนนแสดงความคิดเห็นดังนี้

- | | | |
|---|---------|-------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความพึงพอใจมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | มีความพึงพอใจมาก |
| 3 | หมายถึง | มีความพึงพอใจปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | มีความพึงพอใจน้อย |
| 1 | หมายถึง | มีความพึงพอใจน้อยที่สุด |

ตารางที่ ข-3 แสดงผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

ข้อที่	ผลการประเมิน (คนที่)																				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	4	3	4	4	4	5	5	3	5	5	4	4	3	4	5	4	4	5	4	4	4.15
2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4.00
3	5	4	3	4	5	3	5	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	3	4.00
4	4	5	4	3	5	4	5	3	3	3	4	5	4	5	5	5	4	5	3	4	4.15
5	4	4	4	5	4	4	5	3	5	4	3	5	4	5	4	5	3	4	5	4	4.20
6	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4.50
7	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	5	5	4	5	3	4.25
8	5	5	4	3	5	3	4	4	4	5	4	4	3	5	4	4	4	4	5	5	4.20
9	5	3	4	4	5	4	4	3	4	4	5	3	5	4	5	4	3	4	5	5	4.15
10	4	5	4	4	4	4	3	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4.10
11	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	3	3	5	4	3	4.20
รวม	49	46	44	44	50	43	49	37	46	45	46	44	44	50	48	47	43	50	49	44	4.17

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ พร้อมเฉลย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย “X” ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ตารางความจริง มีหน้าที่ทำอะไร

- ก. แจกแจงสภาวะทางลอจิกที่มีความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน
- ข. ทำการลดรูปตัวแปรทางลอจิกหรือฟังก์ชัน
- ค. กำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของฟังก์ชัน
- ง. แสดงผลลัพธ์ของฟังก์ชัน

2. สมการพีชคณิตบูลีน $y = A + \bar{A} + B$ ลดรูปฟังก์ชันแล้วคืออะไร

- ก. 0
- ข. $1 + B$
- ค. A
- ง. B

3. ผลของ $(A \cdot 0 \cdot 1) + 1$ มีค่าเท่ากับเท่าไร

- ก. 0
- ข. 1
- ค. A
- ง. $\bar{A}$

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นทฤษฎีของดีมอร์แกน

- ก. $A(A + B) = A$
- ข. $A \bullet A = A$
- ค. $A \bullet (B + C)$
- ง. $\overline{A + B} = \bar{A} \bullet \bar{B}$

5. ฟังก์ชัน $\overline{A \bullet B} = \bar{A} + \bar{B}$ ต่อไปนี้เป็นทฤษฎีของอะไร

- ก. ทฤษฎีการเท่ากัน
- ข. ทฤษฎีดีมอร์แกน
- ค. ทฤษฎีการกระจาย
- ง. ทฤษฎีการลดรูป

6. สมการ $y = \overline{(A + B)} + \overline{C}$ เท่ากับข้อใด

ก. $y = (A \cdot B) + C$

ข. $y = (A + B) C$

ค. $y = (\overline{A} + \overline{B}) C$

ง. $y = (\overline{A} + \overline{B}) \overline{C}$

7. สมการ $y = (\overline{A} + B) \cdot (A + B + D) \cdot \overline{D}$ ลดรูปแล้วได้คำตอบข้อใด

ก. $y = \overline{A} \overline{D}$

ข. $y = AB + \overline{D}$

ค. $y = \overline{A} (B \overline{D})$

ง. $y = B \overline{D}$

8. จากแผนผังคาร์โนห์ สมการพีชคณิตคือข้อใด

ก. $F = 0$

ข. $F = A$

ค. $F = \overline{A}$

ง. $F = 1$

9. จากตารางความจริง สามารถเขียนแผนผังคาร์โนห์ได้ข้อใด

A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ก

		A	
		0	1
B	0	1	0
	1	1	1

ข

		A	
		0	1
B	0	1	0
	1	1	0

ค

		A	
		0	1
B	0	1	1
	1	1	0

ง

B \ A	0	1
0	0	1
1	1	0

10. จากข้อที่ 11 สามารถเขียนเป็นฟังก์ชันการลดรูปคือข้อใด

ก. $f(A, B) = \overline{A} + \overline{B}$

ข. $f(A, B) = A + \overline{B}$

ค. $f(A, B) = \overline{A} + B$

ง. ไม่มีข้อถูก

11. จากตารางความ

จริงสมการเอาท์พุทแบบ SOP คือข้อใด

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	1	1

ก. $y = \overline{A}\overline{B}C + A\overline{B}\overline{C} + ABBC$

ข. $y = A\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}C + ABC$

ค. $y = A\overline{B}\overline{C} + ABC + \overline{A}\overline{B}C$

ง. $y = \overline{A}\overline{B}C + ABC + \overline{A}B\overline{C}$

12. แผนผังคาร์โนห์ ในสมการที่ลดรูปแล้วคือข้อใด

A \ CB				
	1	1	1	1
		1		

ก. $Y = \overline{A} + B\overline{C}$

ข. $Y = \overline{A} + \overline{B}C$

ค. $Y = A + B\overline{C}$

ง. $Y = \overline{A} + B\overline{A}$

13. จากฟังก์ชัน $F = AC + CD + \bar{B}C + \bar{A}\bar{C}\bar{D}$ สามารถเขียนแผนผังคาร์โนห์ คือข้อใด

ก.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0 ⁰	0 ⁴	1 ¹²	0 ⁸
01	1 ¹	1 ⁵	1 ¹³	0 ⁹
11	1 ³	1 ⁷	0 ¹⁵	1 ¹¹
10	1 ²	1 ⁶	1 ¹⁴	1 ¹⁰

ข.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0 ⁰	0 ⁴	1 ¹²	1 ⁸
01	1 ¹	1 ⁵	1 ¹³	1 ⁹
11	1 ³	1 ⁷	0 ¹⁵	1 ¹¹
10	1 ²	1 ⁶	1 ¹⁴	1 ¹⁰

ค.

CD \ AB	00	01	11	10
00	0 ⁰	0 ⁴	1 ¹²	1 ⁸
01	1 ¹	1 ⁵	1 ¹³	1 ⁹
11	0 ³	1 ⁷	0 ¹⁵	1 ¹¹
10	1 ²	0 ⁶	1 ¹⁴	1 ¹⁰

ง.

CD \ AB	00	01	11	10
00	1 ⁰	1 ⁴	0 ¹²	0 ⁸
01	0 ¹	0 ⁵	0 ¹³	0 ⁹
11	1 ³	1 ⁷	1 ¹⁵	1 ¹¹
10	1 ²	0 ⁶	1 ¹⁴	1 ¹⁰

14. จากแผนผังคาร์โนห์ สามารถลดรูปฟังก์ชันได้ดังข้อใด

CD \ AB	00	01	11	10
00	1 ⁰	1 ⁴	1 ¹²	1 ⁸
01	0 ¹	1 ⁵	0 ¹³	0 ⁹
11	0 ³	1 ⁷	0 ¹⁵	0 ¹¹
10	1 ²	1 ⁶	1 ¹⁴	1 ¹⁰

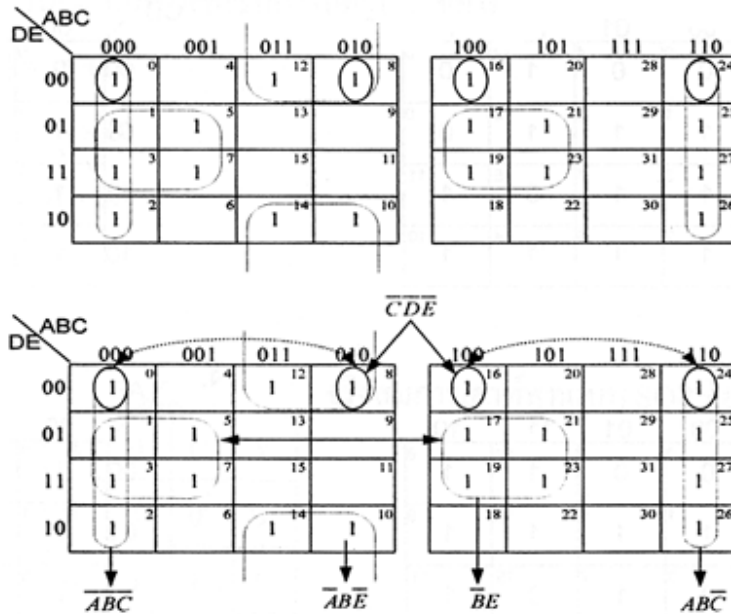
ก. $f(A,B,C,D) = \bar{C} + AB$

ข. $f(A,B,C,D) = \bar{D} + \bar{A}B$

ค. $f(A,B,C,D) = \bar{C} + \bar{A}\bar{B}$

ง. $f(A,B,C,D) = \bar{C}\bar{D} + AB$

15. จากรูปฟังก์ชันคือข้อใด



รูปที่ 3

ก. $F(A,B,C,D,E) = \Sigma m(0,1, 2,8,10,12,14,16,17,19, 21, 23, 24, 25, 26, 27)$

ข. $F(A,B,C,D,E) = \Sigma m(0,1, 2,3,5, 7,8,10,12,14,16,17,19, 21, 23, 24, 25, 26, 27)$

ค. $F(A,B,C,D,E) = \Sigma m(0,1, 2,3,5, 7,8,10,12,14,16, 24, 25, 26, 27)$

ง. $F(A,B,C,D,E) = \Sigma m(0,1, 2, 4,6,5,8,10,12,14,16,17,19, 21, 23, 24, 25, 26, 27)$

16. จากข้อ 15 สามารถลดรูปฟังก์ชันคือข้อใด

ก. $F(A,B,C,D,E) = \overline{B}CDE + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{C}DE + \overline{A}BE + ABC$

ข. $F(A,B,C,D,E) = \overline{B}E + \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}CDE + \overline{A}BCE + ABC$

ค. $F(A,B,C,D,E) = \overline{B}E + \overline{A}\overline{B}C + \overline{C}DE + \overline{A}BE + ABC$

ง. $F(A,B,C,D,E) = \overline{B}CDE + \overline{A}\overline{B}CDE + \overline{C}DE + \overline{A}BE + ABC$

17. การสร้างตาราง K-map ชนิด 6 ตัวแปร สามารถสร้างตารางได้กี่แบบ

- ก. 2 แบบ
- ข. 3 แบบ
- ค. 4 แบบ
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

18. ข้อใดคือการลดรูปฟังก์ชันจากฟังก์ชัน

$$f_2(X, Y, y_3, y_2, y_1, y_0) = \sum m(17, 20, 32, 35, 36, 40, 44, 49, 51, 52, 56, 57, 60) + \Theta(7, 9, 11, 15, 21, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 39, 41, 43, 47, 55, 59, 63)$$

ก.
$$f_2(X, Y, y_3, y_2, y_1, y_0) = X\bar{Y}\bar{y}_1\bar{y}_0 + X\bar{Y}y_1y_0 + XY\bar{y}_2y_0 \\ + Y\bar{y}_3y_2\bar{y}_1\bar{y}_0 + Xy_3y_2\bar{y}_1\bar{y}_0 + Yy_3\bar{y}_2\bar{y}_1$$

ข.
$$f_2(X, Y, y_3, y_2, y_1, y_0) = \bar{X}Y\bar{y}_1y_0 + X\bar{Y}\bar{y}_1\bar{y}_0 + X\bar{Y}y_1y_0 + XY\bar{y}_2y_0 \\ + Y\bar{y}_3y_2\bar{y}_1\bar{y}_0 + Yy_3\bar{y}_2\bar{y}_1$$

ค.
$$f_2(X, Y, y_3, y_2, y_1, y_0) = \bar{X}Y\bar{y}_1y_0 + X\bar{Y}\bar{y}_1\bar{y}_0 + XY\bar{y}_2y_0 \\ + Y\bar{y}_3y_2\bar{y}_1\bar{y}_0 + Xy_3y_2\bar{y}_1\bar{y}_0 + Yy_3\bar{y}_2\bar{y}_1$$

ง.
$$f_2(X, Y, y_3, y_2, y_1, y_0) = \bar{X}Y\bar{y}_1y_0 + X\bar{Y}\bar{y}_1\bar{y}_0 + X\bar{Y}y_1y_0 + XY\bar{y}_2y_0 \\ + Y\bar{y}_3y_2\bar{y}_1\bar{y}_0 + Xy_3y_2\bar{y}_1\bar{y}_0 + Yy_3\bar{y}_2\bar{y}_1$$

19. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเงื่อนไข Don't Care

- ก. การกำหนดเอาต์พุตเป็น “1” เท่านั้น
- ข. การกำหนดเอาต์พุตเป็น “0” เท่านั้น
- ค. การกำหนดเอาต์พุตเป็น “1” หรือ “0” ก็ได้
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

20. ฟังก์ชันข้อใดมีเงื่อนไขของ Don't Care อยู่ด้วย

ก. $F(A,B,C) = \Sigma m(0, 2, 3)$

ข. $F(A,B,C) = \Sigma m(0, 2, 3) + \Theta(4, 5, 8)$

ค. $F(A,B,C) = \pi m(4, 7, 8, 11) + \Sigma m(0, 3, 4, 5)$

ง. $F(A,B,C) = \Sigma m(2, 4, 12, 14)$

21. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการลดรูปฟังก์ชันด้วยวิธี Q-M

ก. ทำการเขียนตาราง Prime Implicant

ข. แบ่ง Minterm ทั้งหมดของฟังก์ชันที่ต้องการลดรูป

ค. ทำเครื่องหมาย ✓ หลัง Minterm ที่ถูกเขียนอยู่ใน List

ง. ไม่มีข้อถูก

22. หากจะทำการเปรียบเทียบผลต่างของ Minterm จะต้องทำอย่างไรก่อน

ก. ทำการแบ่ง Minterm ทั้งหมดของฟังก์ชันก่อน

ข. ทำเครื่องหมาย ✓ หลัง Minterm ก่อน

ค. ทำการเขียนตาราง Prime Implicant ก่อน

ง. ไม่มีข้อถูก

23. ข้อใดเป็นตารางความจริงของการลดรูปฟังก์ชัน ฟังก์ชัน $f(A,B,C) = \Sigma m(0, 2, 4)$ โดยการลดรูปด้วยวิธีการ Q-M

ก.

		AB				
C		00	01	11	10	
0						
1	AC	1	1	1		BC

ข.

		$\overline{BC}$			
C	AB	00	01	11	10
0		1	1		1
1					
		$\overline{AC}$			

ก.

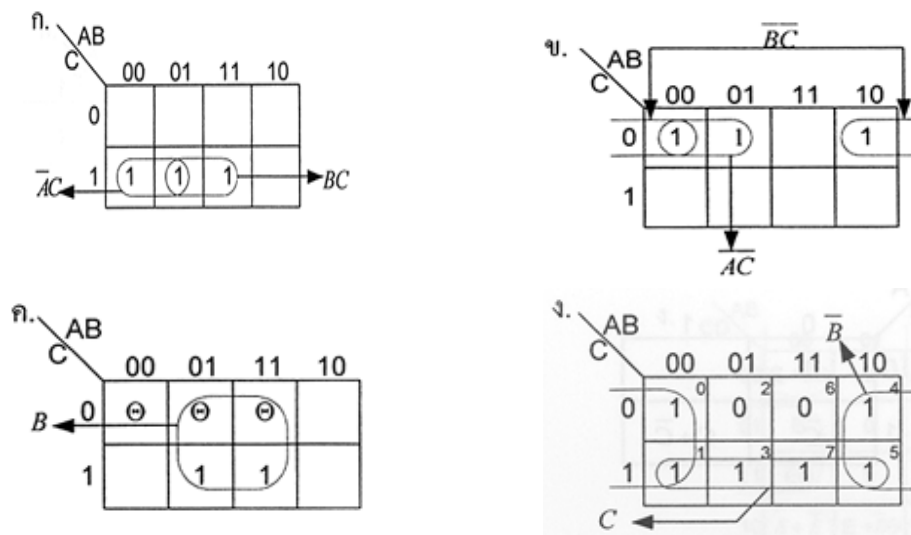
		AB			
C		00	01	11	10
0	B	0	0	0	
1			1	1	

4.

		AB				$\overline{B}$
C		00	01	11	10	
0		1	0	0	1	
1		1	1	1	1	

C

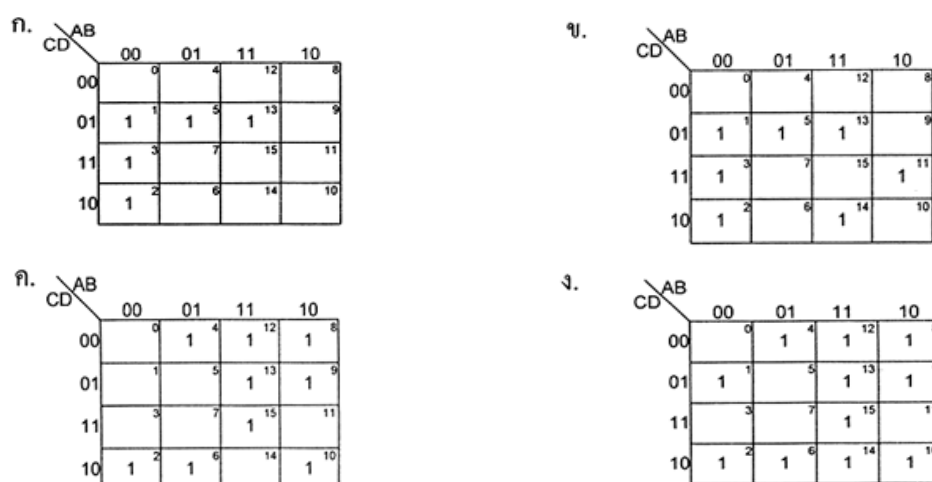
24. ข้อใดเป็นตารางความจริงของการลดรูปฟังก์ชัน ฟังก์ชัน $(f A,B,C)=\sum m(1,3,7)$ โดยการลดรูปด้วยวิธีการ Q-M



25. จากตารางการแบ่งกลุ่ม Minterm ของฟังก์ชัน

List 1	
Minterm	ABCD
2	0010
4	0100
8	1000
6	0110
9	1001
10	1010
12	1100
13	1101
15	1111

สามารถเขียนเป็นตาราง K-map ได้ดังข้อใด



26. ฟังก์ชัน $f(A,B,C) = \sum m(2,5,6,7)$ สามารถเขียนแผนผังคาร์โนห์ได้อย่างไร เมื่อใช้การลดรูปฟังก์ชันด้วยวิธี VEM

ก.		ข.	
ค.		ง.	

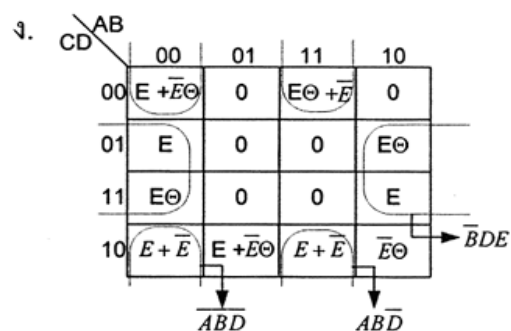
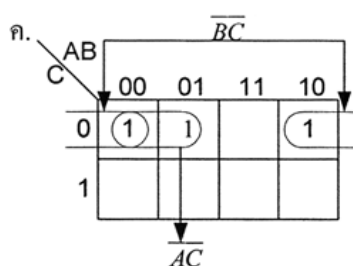
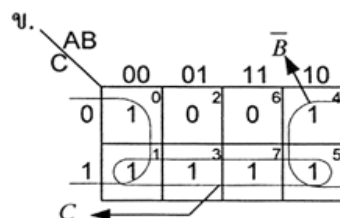
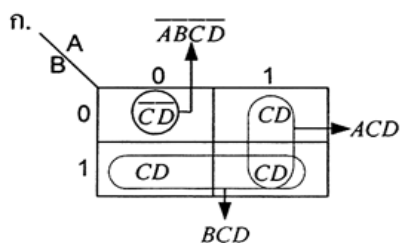
27. Prime Implicant หมายถึงข้อใด

- ก. ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการวงรอบของ Minterm ตัวหนึ่งที่จะต้องร่วมกับ Minterm อีกตัวหนึ่ง
- ข. ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการวงรอบ 1 วงรอบ โดยไม่สามารถทำการวงรอบร่วมกับวงรอบอื่นได้
- ค. ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการวงรอบ 2 วงรอบ โดยไม่สามารถทำการวงรอบร่วมกับวงรอบอื่นได้
- ง. ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการวงรอบของ Minterm 2 ตัว และจะต้องร่วมกับ Minterm อีก 2 ตัว

28. การลดรูปฟังก์ชันด้วยวิธี VEM กรณีเงื่อนไข Don't Care การวงรอบที่อยู่นอกวงรอบ จะมีค่าเท่าใด

- ก. จะมีค่าเป็น "1"
- ข. จะมีค่าเป็น " $\ominus$ "
- ค. จะมีค่าเป็นอะไรก็ได้
- ง. จะมีค่าเป็น "0"

29. การลดรูปฟังก์ชัน $F = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + A\overline{B}\overline{C}\overline{D} + A\overline{B}C\overline{D} + ABCD + \overline{A}BCD$ ด้วยวิธี VEM ข้อใดต่อไปนี้เป็นแผนผังคาร์โนห์ของฟังก์ชันนี้



30. จากข้อ 29 ผลลัพธ์ที่ได้จากการลดรูปฟังก์ชันด้วยวิธี VEM คือข้อใด

ก. $F = \overline{A}\overline{B}\overline{D} + \overline{B}DE + ABD$

ข. $F = \overline{A}\overline{B}\overline{D} + \overline{B}DE + ABD + ABC\overline{D}$

ค. $F = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + ACD + BCD$

ง. $F = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + ACD + BCD + \overline{A}BCD$

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. ก. แจกแจกสภาวะทางลอจิกที่มีความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน

2. ข. $1 + B$

3. ค. A

4. ง. $\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$

5. ข. ทฤษฎีเดิมอร์แกน

6. ข. $y = (A + B)C$

7. ง. $y = B\overline{D}$

8. ข. $F = A$

9. ก.

		A	
		0	1
B	0	1	1
	1	1	0

10. ก. $f(A,B) = \overline{A} + \overline{B}$

11. ค. $y = ABC\overline{C} + ABC + \overline{A}\overline{B}C$

12. ค. $Y = A + \overline{BC}$

13. ง.

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	1 ⁰	1 ⁴	0 ¹²	0 ⁸
	01	0 ¹	0 ⁵	0 ¹³	0 ⁹
	11	1 ³	1 ⁷	1 ¹⁵	1 ¹¹
	10	1 ²	0 ⁶	1 ¹⁴	1 ¹⁰

14. ข. $f(A,B,C,D) = \overline{D} + \overline{A}B$

15. ข. $F(A,B,C,D,E) = \sum m(0,1, 2,3,5, 7,8,10,12,14,16,17,19, 21, 23, 24, 25, 26, 27)$

16. ค. $F(A,B,C,D,E) = \overline{B}E + \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{C}\overline{D}\overline{E} + \overline{A}\overline{B}\overline{E} + ABC\overline{C}$

17. ก. 2 แบบ

18. ง. $f_2(VX, Y, y_3, y_2, y_1, y_0) = \overline{X}Y\overline{y}_1y_0 + X\overline{Y}y_1y_0 + X\overline{Y}y_1y_0 + X\overline{Y}y_2y_0 + \overline{Y}y_3y_2y_1y_0$
 $+ Xy_3y_2y_1y_0 + Yy_3y_2y_1$

19. ก. การกำหนดเอาต์พุตเป็น “1” หรือ “0” ก็ได้

20. ข. $F(A,B,C) = \sum m(0,2,3) + \ominus 4,5,8$

21. ง. ไม่มีข้อถูก

22. ก. ทำการแบ่ง Minterm ทั้งหมดของฟังก์ชันก่อน

23. ข.

		$\overline{BC}$			
		00	01	11	10
C \ AB	0	(1)	(1)		(1)
	1				

$\overline{AC}$

24. ก.

		AB			
		00	01	11	10
C \ AB	0				
	1	(1)	(1)	(1)	

$\overline{AC}$ BC

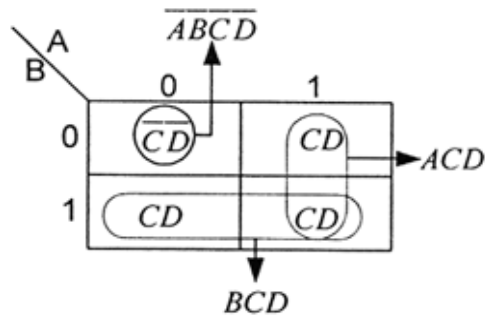
25. ก.

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	0	1	4	12
	01	1		5	13
	11	3		7	15
	10	1	2	6	14

26. ก.

		A	
		0	1
B	0	0	C
	1	$\overline{C}$	$C + \overline{C}$

27. ข. ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการวงรอบ 1 วงรอบ โดยไม่สามารถทำการวงรอบร่วมกับวงรอบอื่นได้
28. ง. จะมีค่าเป็น “0”
29. ก.



30. ก. $F = \overline{ABCD} + ACD + BCD$

.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : ว่าที่ร้อยตรีพิศุพร ศักดิ์วรารักษ์
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน e – Learning กับ
 การเรียนแบบปกติ วิชาวงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก เรื่อง
 หลักการลดรูปฟังก์ชัน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิตมหาวิทยาลัย
 เทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี
 สาขาวิชา : ไฟฟ้า

ประวัติ

ประวัติส่วนตัวเกิดวันที่ 12 เมษายน 2522 จังหวัด สุโขทัย เป็นบุตรคนที่ 2 ในจำนวน 3 คน
 ของนายเกรียงศักดิ์ ศักดิ์วรารักษ์ และ นางภณิดา ศักดิ์วรารักษ์

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสุโขทัย
 วิทยาคม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงจากวิทยาลัยเทคนิค
 สุโขทัย ระดับปริญญาตรีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และ
 โทรคมนาคม จากศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประวัติการทำงาน เริ่มเข้าทำงานที่บริษัท Ogilvy One Connect จำกัด ในตำแหน่ง
 Telemarketing (Siemens Care center) ในปี พ.ศ. 2544 เป็นอาจารย์พิเศษที่โรงเรียนปัญญาวัดน์
 เทคโนโลยีธุรกิจในปีการศึกษา พ.ศ.2548 ปัจจุบันประกอบอาชีพช่างภาพอิสระ