

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การลดรูปสมการและวงจรโลจิก

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION
ON MINIMIZATION OF BOOLEAN FUNCTION
AND COMBINATIONAL LOGIC

ศิริโรตม์ คงมาชีพ
SIROTE KONGMACHEEP

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-690-8

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การลดรูปสมการและวงจรโลจิก

COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION
ON MINIMIZATION OF BOOLEAN FUNCTION
AND COMBINATIONAL LOGIC



ศิริโรตม์ คงมาชีพ

SIROTE KONGMACHEEP

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน... 47604
วัน, เดือน, ปี 2.1.ค.ศ. 2546

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-690-8

**COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION
ON MINIMIZATION OF BOOLEAN FUNCTION
AND COMBINATIONAL LOGIC**

SIROTE KONGMACHEEP

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION PROGRAM IN
EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2003

ISBN 974-324-690-8

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การลดรูปสมการและวงจรโลจิก
COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION ON MINIMIZATION OF
BOOLEAN FUNCTION AND COMBINATIONAL LOGIC

ชื่อนักศึกษา นายศิโรตม์ คงมาชีพ

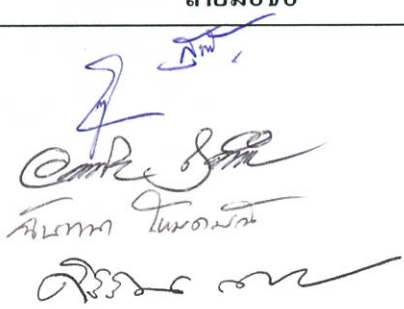
รหัสประจำตัว 41064579

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | ลายมือชื่อ |
|--|---|
| รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ |  |
| ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ | |
| ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด | |
| ดร.ฉันทนา โหมคมณี | |
| ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี | |

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 29 พฤษภาคม 2546 เวลา 9.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาโท2 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



วันที่...๒๘...เดือน...กุมภาพันธ์...พ.ศ.๒๕๔๖...

| | |
|-----------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การลดอุปสรรคและวงจรโลจิก |
| นักศึกษา | ศิโรตม์ คงมาชีพ |
| รหัสประจำตัว | 41064579 |
| ปริญญา | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา |
| พ.ศ. | 2546 |
| อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ | รศ.ดร. สุพิทย์ กาญจนพันธ์ |
| อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ | ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์ |

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดอุปสรรคและวงจรโลจิก ในรายวิชาดิจิทัลเทคนิค รหัสวิชา 3105-1008 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการเรียนแบบปกติ

ประชากร เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมนักเรียนทั้งสิ้น 80 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากจากนักศึกษาในแต่ละห้องเรียนจำนวน 60 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ให้กลุ่มแรกเป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่สามเป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ

ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.88:80.63 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 80:80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ ไม่แตกต่างกัน

| | |
|--------------------------|---|
| Thesis Title | Computer - Assisted Instruction on Minimization of Boolean Function and Combinational Logic |
| Student | Mr. Sirote Kongmacheep |
| Student ID. | 41064579 |
| Degree | Master of Industrial Education |
| Programme | Educational Technology in Vocational and Technical Education |
| Year | 2003 |
| Thesis Advisor | Associate Professor Dr. Supit Karnjanapun |
| Thesis Co-Advisor | Dr. Padungchai Phooput |

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and validate the efficiency of a Computer- Assisted Instruction (CAI) on Minimization of Boolean Function and Combinational Logic for Vocational High Certificate curriculum and compare the learning achievement between students studying with CAI program and normal teaching.

The population were from three classrooms that were consisted of eighty students of the first year certificate level in the first semester of the year 2002 at Industrial Technician Department Major Electronics Ratchaburi 2 Technical College, Ratchaburi.

The samples were selected using the simple random sampling from students in each classroom of twenty. Subjects were separated into three groups. The first group was in used to find the efficiency of The CAI. The second group studied with the CAI program. The third group studied with a normal teaching ; The total of samples were sixty students.

The result of the research revealed that the Computer - Assisted Instruction (CAI) had 81.88:80.63 efficiency. Which was higher than the criterion-referenced standard set of 80:80. The result of the learning achievement was not significantly different between the CAI program and normal teaching.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร. สุพิทย์ กาญจนพันธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการดำเนินการศึกษาค้นคว้างานวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบกระบวนการดำเนินงานวิจัย ให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนให้ข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้า เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน ที่ปรากฏชื่อในวิทยานิพนธ์นี้ ที่ชี้แนะสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ และได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในด้านแนวคิดในการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา นายสุชิน คงมาชีพ มารดา นางอำไพ คงมาชีพ คุณยาย นางอุดม ชลประเสริฐ และน้องสาว 3 คน นางสาวอาจารย์ คงมาชีพ ที่คอยขบถยนต์รับ-ส่ง ตลอดจนระหว่างลาตกระบัง-บ้านโป่ง นางสาวปรีชญา คงมาชีพ และนางสาวปาลีรัฐ คงมาชีพ ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจ เพื่อนร่วมรุ่น (เทคโนฯ 5) โดยเฉพาะนายนพพร ช่างสุวรรณ และนางสาวพิระรัฐ เอี่ยมเม้า ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิจัยนี้มาตั้งแต่ต้น และเพื่อนครูอาจารย์ – เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาทุกคนของทางวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผอ.ประกอบ ศรีตระกูล และ ผช.เดชา ภัทธมุล ที่คอยย้ำเสมอว่าให้รีบจบการศึกษาโดยเร็ว ซึ่งทำให้เกิดกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่สนับสนุนทุนวิจัยบางส่วน นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอได้รับความขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ศิริโรตม์ คงมาชีพ

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | II |
| กิตติกรรมประกาศ | III |
| สารบัญ | IV |
| สารบัญตาราง | VI |
| สารบัญภาพ | VII |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 4 |
| 1.3 สมมติฐานการวิจัย | 4 |
| 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย | 4 |
| 1.5 ขอบเขตของการวิจัย | 5 |
| 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น | 6 |
| 1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ | 6 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 8 |
| 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 | 8 |
| 2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 11 |
| 2.3 หลักการเลือกใช้สีและภาพสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 30 |
| 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 33 |
| 2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน | 37 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 40 |
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 40 |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 40 |
| 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล | 48 |
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล | 50 |

สารบัญ (ต่อ)

| | |
|--|-----|
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล | 54 |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 54 |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง..... | 55 |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ | 56 |
| 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 56 |
| 5.2 สมมติฐานของการวิจัย | 56 |
| 5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 56 |
| 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 57 |
| 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล | 58 |
| 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล | 58 |
| 5.7 สรุปผลการวิจัย | 59 |
| 5.8 อภิปรายผลการวิจัย | 59 |
| 5.9 ข้อเสนอแนะ | 62 |
| บรรณานุกรม | 64 |
| ภาคผนวก | 67 |
| ภาคผนวก ก หนังสือราชการ..... | 68 |
| ภาคผนวก ข โครงสร้างหลักสูตร..... | 77 |
| ภาคผนวก ค รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบสื่อการสอน..... | 118 |
| ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 120 |
| ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูล | 130 |
| ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 141 |
| ประวัติผู้เขียน | 149 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 แสดงหน่วยการเรียนรู้การสอน วิชาคิจิตอลเทคนิค และจำนวนคาบการสอน | 10 |
| 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 55 |
| 4.2 แสดงค่าสถิติการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม | 55 |
| 6.1 แสดงหน่วยการเรียนรู้การสอน วิชาคิจิตอลเทคนิค และจำนวนคาบการสอน | 83 |
| 6.2 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ | 128 |
| 6.3 แสดงค่าคะแนนแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ | 128 |
| 6.4 แสดงค่าคะแนนแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ | 129 |
| 6.5 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ | 130 |
| 6.6 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ | 131 |
| 6.7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 134 |
| 6.8 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนคะแนน เพื่อคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ | 136 |
| 6.9 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าคะแนนเฉลี่ยกำลังสองของการทำแบบทดสอบ | 137 |
| 6.10 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 139 |
| 6.11 แสดงคะแนน คะแนนกำลังสองของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่ เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ | 140 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 42 |
| 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 46 |
| 3.3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 47 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันวิชาการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้เจริญก้าวหน้าไปมาก เกือบแทบทุกสาขาวิชาชีพจะต้องมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับแทบทั้งสิ้น แม้กระทั่งวิทยาการที่ล้ำหน้าอย่าง วิชาการทางด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งในวิชาการทางด้านคอมพิวเตอร์นี้ จะมีวิชาการข้างเคียงหรือพื้นฐานของคอมพิวเตอร์อีก ได้แก่ วงจรโลจิก วงจรพัลส์ และวงจรดิจิทัล ซึ่งทั้งสามวิชาดังกล่าวนี้ รวมกันแล้วสามารถทำให้เกิดเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้มากมาย อาทิ เช่น พวกเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือพวกที่มีไมโครคอมพิวเตอร์แต่อยู่ในตระกูลเดียวกันอาทิเช่น เครื่องคิดเลข เครื่องเก็บเงิน เครื่องถ่ายเอกสาร รีโมทคอนโทรล นาฬิกาอิเล็กทรอนิกส์ ป้ายโฆษณา อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่อ่านค่าออกมาเป็นตัวเลข เป็นต้น (ชม กิมปาน. 2538 : 1)

วิชาดิจิทัลเทคนิค เป็นวิชาชีพพื้นฐานที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับหลักการขั้นพื้นฐานของดิจิทัล และวิชานี้ยังเป็นวิชาชีพพื้นฐานสำหรับการเรียนการสอนในอีกหลายๆ วิชาของนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งในสาขาวิชาอื่นๆ ทั้งในหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา และหลักสูตรของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่คล้ายคลึงกัน คือต้องการที่จะทำให้นักศึกษา ได้ศึกษาและสามารถนำวิชาดิจิทัลเทคนิค นี้ไปวิเคราะห์ วางแผน ควบคุม และประยุกต์ใช้ในงานตามวิชาชีพที่ตนกำลังศึกษาอยู่นั้น เพื่อในการพัฒนาความสามารถในระดับที่สูงขึ้นตามสภาพการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ประกอบกับความรู้ของวิชาดิจิทัลเทคนิคนี้ ยังเป็นพื้นฐานในการออกแบบวงจรโลจิก และวงจรดิจิทัลในขั้นที่สูงยิ่งๆ ขึ้นไป อาทิเช่น ในการเรียนวิชา ไมโครโปรเซสเซอร์ 1 และ 2 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ วิชาการออกแบบวงจรดิจิทัล วิชาระบบสื่อสารดิจิทัล และอีกหลายๆ วิชาที่เกี่ยวข้องกับดิจิทัลและคอมพิวเตอร์ในขั้นสูงต่อไป และยังเป็นวิชาชีพพื้นฐานที่สำคัญวิชาหนึ่งในการที่จะสอบเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์อีกด้วย

กรมอาชีวศึกษา ซึ่งมีหน้าที่จัดการศึกษาด้านสายวิชาชีพ ได้ตระหนักและเล็งเห็นความจำเป็นที่จะให้นักศึกษาในสังกัดของตน มีความรู้พื้นฐานทางด้านการวิเคราะห์ และออกแบบวงจรดิจิทัล เพื่อที่จะทำให้นักศึกษาได้เกิดการพัฒนาความสามารถของตนเอง ไปสู่ความเจริญก้าวหน้า โดยเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย และที่สำคัญยังใช้ความรู้ด้านนี้ เป็นพื้นฐาน

ในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นได้ จึงได้เล็งเห็นความสำคัญและดำเนินการบรรจุวิชาจิตวิทยาเทคนิคไว้ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม และยังกำหนดไว้เป็นวิชาชีพพื้นฐาน ซึ่งจะจัดได้เป็นเสมือนวิชาบังคับ ใน 5 สาขา ที่ทางแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษาต่างๆ ที่สังกัดขึ้นอยู่กับทางกรมอาชีวศึกษา ได้ทำการเปิดสอน ซึ่งสามารถแจกออกมาเป็นสาขาต่าง ๆ ได้ดังนี้คือสาขาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม สาขาเทคนิคคอมพิวเตอร์ สาขาเทคนิคระบบโทรคมนาคม สาขาอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป และสาขาเครื่องกลอิเล็กทรอนิกส์ (กรมอาชีวศึกษา. 2541 : 2)

ถึงแม้ว่าวิชาจิตวิทยาเทคนิคจะเป็นวิชาที่มีความสำคัญ แต่ก็มีปัญหาในการเรียนการสอน โดยเฉพาะในเรื่องของการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ซึ่งเป็นจัดได้ว่าเป็นเรื่องที่สำคัญ เรื่องหนึ่ง เพราะจัดได้ว่าเป็นเรื่องที่เป็นต้องนำมาใช้เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนในเรื่องอื่น ๆ ในวิชาจิตวิทยาเทคนิคนี้ และเท่าที่ผ่านมาครูผู้สอนวิชาจิตวิทยาเทคนิค ที่ทำการสอนตามปกตินั้น จะใช้วิธีการสอนด้วยวิธีอธิบายโดยอาศัยหลักทฤษฎีและแสดงเหตุผล โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ฟังและคิดตาม ซึ่งถ้าพิจารณาจากเนื้อหาหลักๆ ในเรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก นี้แล้ว จะเห็นได้ว่า เนื้อหาในเรื่องนี้ค่อนข้างที่จะยุ่งยากซับซ้อน ผู้เรียนจะต้องรู้คุณสมบัติและจดจำสัญลักษณ์ของโลจิก และที่สำคัญต้องเรียนรู้เรื่องนี้ให้ได้ภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งจะเป็นการยากที่ครูผู้สอนจะทำการสอนและนำเสนอถึงแต่ละขั้นตอนตลอดจนแนวทางในการที่จะดำเนินการลดรูปสมการและวงจรโลจิกนั้น ให้เป็นไปตามกฎและวิธีการที่ถูกต้อง โดยวิธีการและการทำการลดรูปนั้นก็จะมียุทธวิธี และมียุทธวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งจะต้องเลือกวิธีและรูปแบบที่มีความถูกต้องที่สุดเท่านั้น ถึงจะได้สมการของวงจรโลจิกที่ถูกต้องออกมาได้ และถ้าหากผู้เรียนเลือกรูปแบบหรือใช้วิธีการที่ผิด สมการและวงจรโลจิกที่ได้มานั้นก็ผิดพลาดไปได้ ก็ต้องเริ่มดำเนินการลดรูปใหม่อีก ซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ขาดความสนใจในการเรียนในเรื่องนี้ได้ และยังเป็นผลทำให้ผู้เรียนทุก ๆ คนนั้น เข้าใจในแต่ละขั้นตอนจนครบตามวัตถุประสงค์ในเรื่องนี้ ดังที่ได้ตั้งไว้นั้น ค่อนข้างที่จะยาก อันเนื่องมาจากผู้สอนวิชาจิตวิทยาเทคนิคส่วนใหญ่ นั้นยังใช้วิธีการสอน โดยใช้วิธีอธิบายโดยอาศัยหลักทฤษฎีและแสดงหลักเหตุผล โดยเฉพาะในเรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ซึ่งจัดได้ว่าเป็นเรื่องที่ใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการที่จะเรียนเรื่องต่อ ๆ ไปในวิชาจิตวิทยาเทคนิคนี้ให้อีกด้วย โดย ยุพิน พิพิธกุล (2527 : 122-123) ได้กล่าวถึงการสอนแบบอธิบายโดยอาศัยทฤษฎีและแสดงเหตุผลว่าเป็นการสอนที่ผู้สอนทำการบอกให้ผู้เรียนคิดตาม และเมื่อผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องใด ผู้สอนก็จะอธิบายและแสดงเหตุผล ในขณะที่ผู้สอนอธิบายนั้น ผู้สอนจะพยายามวิเคราะห์ ชี้แจง ติความ ให้ผู้เรียนเข้าใจและผู้สอนจะทำการสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้เรียนนั้นจะเป็นผู้ฟังเป็นส่วนใหญ่ กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นผู้สอนเป็นสำคัญ ผู้เรียนไม่ค่อยมีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากนัก นอกจากตอบคำถามของผู้สอนและซักถามเรื่องที่ยังไม่เข้าใจเท่านั้น แต่ในปัจจุบันสถานศึกษาต่าง ๆ เริ่มสนใจเรื่องของการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น เพราะสื่อการเรียนการสอน

เป็นเครื่องมือและช่องทางที่สำคัญ สำหรับช่วยทำให้การสอนของครูถึงผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความประสงค์ หรือจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นสื่อการเรียนการสอนยังทำให้ผู้เรียนจดจำได้ดี เข้าใจได้ง่าย สนใจที่จะเรียนและที่สำคัญทำให้จดจำได้นาน และการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้สามารถขยายโอกาสทางการศึกษาในทุกด้านได้ทั่วถึงและสำเร็จตามจุดประสงค์ได้มากขึ้น (ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา. 2515 : 1)

และปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่องการลดรูปสมการและวงจรวจรโลจิก ในวิชาคิจิตอลเทคนิค นั่นก็คือ การเรียนการสอนในปัจจุบันครูผู้สอน ไม่สามารถที่จะอธิบายให้ผู้เรียนนั้นได้เห็นถึงภาพ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงระบบการทำงานต่าง ๆ ของวงจรวจรโลจิก ที่ทำการออกแบบมาจากการลดรูปสมการและวงจรวจรโลจิกมาแล้ว รวมทั้งภาพ ที่แสดงให้เห็นถึงระบบการทำงานต่าง ๆ ในวงจรวจรโลจิกที่ยังไม่ได้ทำการลดรูปสมการและวงจรวจรโลจิกที่ทำการลดรูปสมการมาแล้ว ซึ่งถ้าหากผู้สอนสามารถที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นได้เห็นถึงภาพ ในการแสดงการทำงานต่าง ๆ ตั้งแต่การป้อนอินพุตผ่านเข้าไปในวงจรวจรโลจิกและผ่านไปยังอุปกรณ์แต่ละตัวภายในวงจรวจรโลจิกจนถึงผลที่แสดงออกมาตรงเอาต์พุตของวงจรวจรโลจิกของทั้งสองวงจรวจร ซึ่งถ้าครูผู้สอนสามารถที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นได้เห็นถึงภาพนั้น จะสามารถทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเปรียบเทียบได้ทันทีเลยว่า วงจรวจรโลจิกที่มีการลดรูปสมการ แตกต่างกับวงจรวจรโลจิกที่ยังไม่ได้ทำการลดรูปสมการนั้นอย่างไร เพื่อจะชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการลดรูปสมการและวงจรวจรโลจิกโดยใช้ฟังก์ชันอร์นั้น และยังแสดงให้เห็นถึงภาพในการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวในวงจรวจรโลจิกอีกด้วยว่าแต่ละตัวมีลักษณะในการทำงานอย่างไร ทำให้ได้เห็นภาพอย่างชัดเจนและสามารถเกิดความเข้าใจดีและง่ายยิ่งขึ้น และที่สำคัญที่สุดก็คือจะทำอย่างไรที่จะให้ทำให้ผู้เรียนเห็นถึงภาพ และขั้นตอนวิธีในการแทนค่าลงในฟังก์ชันอร์แบบในรูปแบบต่าง ๆ และทำการลดรูปสมการนั้น ๆ ออกมาให้เห็นได้ว่าในแต่ละขั้นตอนนั้นมีการใช้งานและได้ผลลัพธ์ออกมาอย่างไร ซึ่งถ้าทำให้ผู้เรียนได้เห็นถึงภาพ ที่แสดงถึงการใช้งานเพื่อลดรูปสมการและวงจรวจรโลจิกใช้ฟังก์ชันอร์ซึ่งมีหลายรูปแบบ ให้สามารถอธิบายและเห็นได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความเข้าใจให้เกิดกับผู้เรียนได้ดีและง่ายยิ่งขึ้น

ซึ่งถ้าหากใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เพราะเป็นสื่อที่สามารถที่จะจำลองการแสดงทำงานในแต่ละขั้นตอนของวงจรวจรโลจิกทั้งสองวงจรวจรที่กล่าวมาได้ และนอกจากนั้นยังสามารถที่จะเพิ่มเติมเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ลงไปให้ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น รวมทั้งรายละเอียดที่เป็นตัวอักษร ตัวเลข ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่เหมือนจริง ภาพที่มีสีสัน ซึ่งเป็นการกระตุ้นและเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นสิ่งที่แปลกและใหม่ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียนไม่รู้สีกเบื่อหน่าย และสิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ จะสามารถรวบรวมภาพและเนื้อหาลงไปได้อย่างครบถ้วน ซึ่งเป็นผลทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และสามารถที่จะศึกษาได้อย่างไม่ขาดตกบกพร่อง จากคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ยังจะทำให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลเนื้อหาที่ละเอียด ๆ และยังเป็น

ไปตามการนำเสนอในแต่ละขั้นตอนจากง่ายไปหายาก รวมทั้งยังสามารถออกแบบปรับให้เข้ากับผู้เรียนที่มีความสามารถ และความสมบูรณ์ของวุฒิภาวะของแต่ละบุคคลได้เป็นอย่างดีอีกด้วย (กิตานันท์ มลิทอง. 2536 : 3 ; กฤษมันต์ วัฒนามรงค์. 2536 : 2)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยเกิดความสนใจและต้องการที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น จากการเรียนการสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ในรายวิชาดิจิทัลเทคนิค ด้วยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนวิชาดิจิทัลเทคนิค และเพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสดูเนื้อหาที่ตนเองไม่เข้าใจซึ่งครู-อาจารย์อาจจะสอนผ่านเลยไปแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองได้ ซึ่งผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาในแต่ละตอนได้จนกว่าจะเข้าใจ และยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตัวเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ในรายวิชาดิจิทัลเทคนิค หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก กับวิธีการสอนแบบปกติ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ที่จัดสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80:80

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ดำเนินการสร้างตามรูปแบบ Tutorial Method และหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorial จะยึดหลักการเรียนการสอนเป็นพื้นฐาน มาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne คือ ได้รับความสนใจ (Gain Attention) บอกวัตถุประสงค์ (Define Objective) ทบทวนข้อความรู้เดิม (Activate Prior-knowledge) เสนอเนื้อหา (Present Information) แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) กระตุ้นการ

ตอบสนอง (Elicit Responses) ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) ทดสอบความรู้หลังบทเรียน (Assess Performance) การช่วยให้เกิดความคงทนของการเรียนและการนำไปใช้งาน (Promote Retention and transfer) โดยได้นำเนื้อหาของการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ในรายวิชาดิจิทัลเทคนิค มาออกแบบเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยอาศัยกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ Gagne มาใช้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด ทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกลึกซึ้งเกี่ยวกับการเรียนรู้จากผู้เสนอโดยตรง โดยคัดแปลงให้สอดคล้อง กับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน โดยการยึดถือกระบวนการเรียนการสอนทั้ง 9 ขั้นเป็นหลัก

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 80 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 60 คน

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน แบ่งเป็น 2 วิธีดังนี้คือ
 - 1.2 วิธีสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.3 วิธีสอนโดยการสอนแบบปกติ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

1.5.3 ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาวิชาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการสอนแบบปกติ เป็นเนื้อหาเรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ในรายวิชาดิจิทัลเทคนิค รหัสวิชา 3105-1008 ที่ปรากฏในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะเน้นถึงการลดรูปสมการพีชคณิตบูลีน และฟังก์ชันโลจิก ด้วยการแทนค่าลงในผังคาร์นอร์ (Karnaugh Map) ซึ่งเป็นวิธีที่คิดค้นโดย Karnaugh โดยได้หลักการเช่นเดียวกับเวนนไดอะแกรม (Venn Diagram) โดยการแทนฟังก์ชันบูลีนลงในผัง และทำการลดรูปของสมการและวงจรโลจิก

ออกมาให้น้อยที่สุด เพื่อที่จะได้ทำการออกแบบและสร้างเป็นวงจรโลจิกออกมา โดยสามารถที่จะใช้อุปกรณ์ได้สิ้นเปลืองน้อยที่สุด และลดความยุ่งยากในการออกแบบและต่อวงจรได้เป็นอย่างดี

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การวิจัยครั้งนี้ จะยึดเนื้อหาหลักสูตรการสอนปกติ ของการจัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ในรายวิชาดิจิทัลเทคนิค (3105-1008) ของวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 จ.ราชบุรี ในสังกัดกรมอาชีวศึกษา และนักศึกษาที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ควรจะต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านคุณสมบัติเบื้องต้นและทฤษฎีสวิตชิงพีชคณิตและโลจิกไดอะแกรม ระบบตัวเลขและรหัสไบนารี และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรดิจิทัล ก่อนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก

2. ระบบของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

2.1 CPU Pentium 100 หรือสูงกว่า

2.2 ระบบปฏิบัติการ Windows 95, 98 หรือ Windows NT 3.15, 4.0

2.3 หน่วยความจำ RAM อย่างต่ำ 16 MB

2.4 CD ROM Drive ความเร็วในการอ่านอย่างต่ำ 16 X

2.5 การ์ดจอควรแสดงผลที่หน้าจอได้ละเอียดไม่น้อยกว่า 640x480 และ 256 สี

2.6 พื้นที่บนฮาร์ดดิสก์อย่างต่ำ 85 MB

2.7 มีการติดตั้งการ์ดแสดงผลทางเสียง (Sound card)

2.8 มีการติดตั้งคีย์บอร์ด (Keyboard) และ เมาท์ (Mouse)

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

วิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีการสอน ซึ่งใช้บทเรียนที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งจะบรรจุเนื้อหาของบทเรียน และมีการควบคุมการทำงาน ที่มีการแสดงผลออกมาทางหน้าจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมทั้งเสียงและภาพกราฟฟิกต่าง ๆ เพื่อช่วยสอนในวิชาดิจิทัลเทคนิค เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ที่ได้จัดทำขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิธีการสอนแบบปกติ หมายถึง วิธีการสอน ซึ่งผู้สอนเป็นผู้บอกให้นักเรียนคิดตาม โดยที่ผู้สอนจะอธิบายตามขั้นตอนตามหลักการทางทฤษฎีและแสดงเหตุผล แล้วทำการสรุปด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้ฟังเป็นส่วนใหญ่

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คุณภาพของบทเรียนซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการลครูปสมการและวงจรโลจิก ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80

เกณฑ์ที่กำหนด 80:80 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการลครูปสมการและวงจรโลจิก โดยที่

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่นักศึกษาตอบถูกคิดเป็นร้อยละ โดยได้จากการประเมินผลการเรียนในการทำแบบทดสอบ ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการลครูปสมการและวงจรโลจิก

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยที่นักศึกษาตอบถูกคิดเป็นร้อยละ ได้จากการประเมินผลการเรียนในการทำแบบทดสอบ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการลครูปสมการและวงจรโลจิก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนรวมจากแบบทดสอบ ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการจำ และเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อทดสอบผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนจากการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนแบบปกติซึ่งใช้วิธีการสอนแบบอธิบายโดยอาศัยทฤษฎีและแสดงหลักเหตุผลเรื่องการลครูปสมการและวงจรโลจิก

แบบประเมิน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลครูปสมการและวงจร โลจิก ในรายวิชาดิจิทัลเทคนิค (3105-1008) โดยแบ่งการประเมินผลออกเป็นสองด้านคือ

1. แบบประเมินผลด้านเนื้อหา
2. แบบประเมินผลด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มนักศึกษา ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 ที่ใช้วิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มนักศึกษา ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 ใช้วิธีการสอนแบบปกติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การลดรูปสมการและวงจรโลจิก ในรายวิชาวิชาดิจิทัลเทคนิค หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540
- 2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 หลักการเลือกใช้สีและภาพสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 การหาประสิทธิภาพสื่อ

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

2.1.1 จุดประสงค์ของหลักสูตร

ผู้ที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สามารถปฏิบัติงานระดับช่างเทคนิค ผู้ควบคุมงาน และผู้ช่วยวิศวกร มีความรู้ความสามารถ เจตคติและประสบการณ์ด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เป็นนักวิชาการที่ปฏิบัติงาน ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เทคนิคคอมพิวเตอร์ เทคนิคระบบสื่อสาร และเครื่องกลอิเล็กทรอนิกส์
2. สามารถที่จะทำการบำรุงรักษา และทำการตรวจสอบเครื่องจักรอัตโนมัติที่ใช้ร่วมกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น หุ่นยนต์อุตสาหกรรม เครื่องจักร ซีเอ็นซี ตลอดจนเครื่องจักรกลที่ใช้ฐานควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ในอุตสาหกรรม
3. สามารถออกแบบ และสร้างเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ โดยอาศัยหลักการและขบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนการบำรุงรักษา
4. สามารถวิเคราะห์ วางแผน ควบคุม โครงการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนการประเมินผลงาน และการเขียนรายงานจากการค้นคว้าวิจัย
5. เป็นผู้ประสานงานระหว่างวิศวกร และช่างฝีมือ ในการสั่งการ การควบคุมการตรวจสอบและวิเคราะห์ปัญหาในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

6. สามารถปฏิบัติงานทางช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในสถานประกอบการ และประกอบอาชีพอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. สามารถใช้ความรู้พื้นฐาน ในการพัฒนาความสามารถในระดับที่สูงขึ้นตามสภาพการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

8. สามารถใช้ความรู้ ทักษะ เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นได้

9. มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบ วินัย อดทน ขยันหมั่นเพียร เป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อสังคม โดยดำรงตนอยู่ในพื้นฐานแห่งคุณธรรม และกฎหมาย

2.1.2 โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

| | |
|--|--------------------|
| 1. หมวดวิชาพื้นฐาน | 18 หน่วยกิต |
| 2. หมวดวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า | 61 หน่วยกิต |
| 2.1 วิชาชีพพื้นฐาน (20 หน่วยกิต) | |
| 2.2 วิชาชีพเฉพาะ (21 หน่วยกิต) | |
| 2.3 วิชาชีพเลือก (ไม่น้อยกว่า 16 หน่วยกิต) | |
| 2.4 ฝึกงาน/โครงการงาน | |
| โครงการวิชาชีพ (4 หน่วยกิต) | |
| 3. หมวดวิชาเลือกเสรี ไม่น้อยกว่า | 13 หน่วยกิต |
| รวม ไม่น้อยกว่า | <u>92</u> หน่วยกิต |

2.1.3 หลักสูตรวิชาดิจิทัลเทคนิค รหัสวิชา 3105-1008

จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาชีพพื้นฐาน วิชาดิจิทัลเทคนิค (Digital Technical) รหัสวิชา 3105-1008 โดยมีจุดประสงค์รายวิชา และคำอธิบายรายวิชาดังนี้ (กรมอาชีวศึกษา. 2540 : 17)

3105-1008 ดิจิตอลเทคนิค 2-2-3

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจหลักการวิเคราะห์ และออกแบบวงจรดิจิทัล การออกแบบ การวัดและทดสอบ วงจรดิจิทัล และมีทัศนคติในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรคอมบินเนชัน การลดรูปสมการและวงจรลอจิก วงจรมัลติเพล็กซ์ ดีมัลติเพล็กซ์ ดีโค้ดเดอร์ เอ็นโค้ดเดอร์ คอมพารเตเตอร์ วงจรโมโนสเตเบิลและสัญญาณนาฬิกา ฟลิป-ฟลอป วงจรนับรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์ วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์ โครงสร้างและการใช้งานหน่วยความจำแบบต่าง ๆ วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลกับแอนะล็อก

ปฏิบัติการทดสอบวงจรดิจิทัลคอมบินเนชัน และซีเควนเชียล การประยุกต์ใช้วงจรดิจิทัลในงานวิชาชีพ

2.1.4 หน่วยการเรียนการสอนวิชาดิจิทัลเทคนิค รหัสวิชา 3105-1008

ตารางที่ 2.1 แสดงหน่วยการเรียนการสอน วิชาดิจิทัลเทคนิค และจำนวนคาบการสอน

| สัปดาห์ ที่ | หน่วยที่ | หน่วยการสอนเรื่อง | ทฤษฎี (คาบ) | ปฏิบัติ (คาบ) |
|----------------|----------|---|----------------|------------------|
| 1 | 1 | พีชคณิตบูลีนและวงจร ลอจิกเกทเบื้องต้น | 2 | 3 |
| 2 | 2 | การวิเคราะห์และออกแบบวงจร ลอจิก | 2 | 3 |
| 3 | 3 | การลดรูปสมการและวงจรลอจิก | 2 | 3 |
| 4 | 4 | วงจรคอมบินเนชันเบื้องต้น | 2 | 3 |
| 5 | 5 | วงจรเข้ารหัสและถอดรหัส | 2 | 3 |
| 6 | 6 | วงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ | 2 | 3 |
| 7 | 7 | วงจรฟลิป-ฟลอป | 2 | 3 |
| 8 | 8 | วงจรมับและเลื่อนสัญญาณข้อมูล | 2 | 3 |
| 9 | | สอบกลางภาค | 2 | 3 |
| 10 | 9 | วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวต์ไวเบรเตอร์ | 2 | 3 |
| 11 | 10 | วงจรแอสเตเบิลมัลติไวต์ไวเบรเตอร์ | 2 | 3 |
| 12 | 11 | ไอซีไทม์เมอร์และวงจร ไอซีไทม์เมอร์เบื้องต้น | 2 | 3 |
| 13 | 12 | ภาคคำนวณทางคณิตศาสตร์ในระบบดิจิทัลคอมพิวเตอร์ | 2 | 3 |
| 14 | 13 | ภาคควบคุมในระบบดิจิทัลคอมพิวเตอร์ | 2 | 3 |
| 15 | 14 | ระบบหน่วยความจำ | 2 | 3 |
| 16 | 15 | วงจรดีเอซี | 2 | 3 |
| 17 | 16 | วงจรเอดีซี | 2 | 3 |
| 18 | | สอบปลายภาค | 2 | 3 |
| รวม | | | 36 | 54 |

โดยผู้วิจัยได้พิจารณาหัวข้อที่เหมาะสม ที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เรื่องการลดรูปสมการและวงจร โลจิก สามารถแยกเป็นเรื่องย่อยๆ ได้ดังนี้

1. การแทนฟังก์ชันแบบมินเทอม และแบบแมกเทอม
2. การแทนฟังก์ชันแบบบูลีนด้วยฟังก์ชันนอร์
3. การลดรูปสมการด้วยฟังก์ชันนอร์

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทเกี่ยวกับทางการศึกษา หลังจากที่ประเทศไทยได้นำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในหน่วยงานของราชการเมื่อ พ.ศ. 2506 โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติและคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล ต่อมาทั้งทางราชการและบริษัทเอกชนได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ และความจำเป็นที่จะต้องนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการงานด้านการบริหารและจัดการกับงานทางด้านธุรกิจจึงได้จัดหาคอมพิวเตอร์มาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น จนกระทั่งเริ่มเข้าสู่วงการทางการศึกษาของไทยเรา โดยเริ่มจากในระดับอุดมศึกษา และขยายเข้าสู่ระดับการศึกษาต่าง ๆ มากขึ้น ดังจะเห็นได้จากนโยบายของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ที่ได้ทำการกำหนดลักษณะการนำเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในสถานศึกษาไว้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้คือ

1. การใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารและบริการข้อมูล เช่นเกี่ยวกับระบบการเงิน ระบบงบประมาณ ระบบบุคลากร พัสดุ การลงทะเบียนเรียน การเก็บประวัติต่าง ๆ หรือการจัดทำตารางสอน ตารางสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยต่าง ๆ เพื่อที่จะได้ช่วยใช้ในการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการจัดเก็บและบันทึกเอาไว้สำหรับเพิ่มความสะดวกในการจดจำ และพร้อมที่จะเรียกใช้ได้ทุกเมื่อเพื่อเป็นการประหยัดเวลา

2. การใช้คอมพิวเตอร์ในด้านการศึกษา โดยนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้สำหรับช่วยทำให้การเรียนการสอนเกิดผลสัมฤทธิ์มากขึ้น แต่การที่จะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนได้ก็ต่อเมื่อต้องใช้เทคโนโลยีมาผสมผสานกับคอมพิวเตอร์นี้ เพื่อที่จะให้เกิดมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับเครื่อง จึงจะสามารถใช้ช่วยทางด้านจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อหรือเครื่องมือในการสอน โดยเราสามารถใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนได้ 3 ลักษณะ คือ

- 2.1 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อทบทวนบทเรียน (Tutor) ในบางรายวิชา เราสามารถใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อทบทวนบทเรียนในบางเนื้อหาวิชาได้ โดยผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาเป็นผู้พัฒนาโปรแกรมขึ้นมา ในโปรแกรมทบทวนบทเรียน คอมพิวเตอร์จะเสนอสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นข้อความ คำถาม รูปภาพ หรือกราฟฟิก และอื่นๆ ที่เราให้ผู้เรียนตอบสนอง และเมื่อสิ้นสุดการทบทวน

คอมพิวเตอร์จะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนหรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้โปรแกรมทบทวนเอาไว้

2.2 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ (Tool) ในบางวิชาจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการเรียก เช่น วิชาฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ และสถิติ คอมพิวเตอร์ก็จะเข้าไปมีบทบาทในฐานะที่เป็นเครื่องมือในการเรียนได้ เช่น ใช้เป็นการคำนวณ การประมวลผลข้อมูล การวิเคราะห์ค่าสถิติและการสร้างกราฟจากข้อมูล เป็นต้น

2.3 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องฝึก (Tutee) การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องฝึกจะทำให้ครูและผู้เรียนได้เรียนรู้และมีประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์ รวมทั้งได้เรียนรู้ถึงการสร้างโปรแกรมหรือการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปได้โดยตรง

ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนหรือการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คอมพิวเตอร์ (Computer Literacy Experience) อาจเกิดผลกระทบหลาย ๆ อย่างพร้อม ๆ กัน เช่น ในขณะที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนก็จะทำให้เกิดความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ไปด้วย ในขณะที่เดียวกันผู้เรียนก็จะเกิดพัฒนาการทางเจตคติต่อคอมพิวเตอร์ไปด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น คุณภาพของ ซอฟต์แวร์ คุณภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ และการจัดกิจกรรมของครู เป็นต้น

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์

ครรรชิต มาลัยวงศ์ (2531 : 144) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์คือ เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถอ่านและเก็บบันทึกข้อมูล ตลอดจนรับคำสั่งเพื่อแก้ปัญหาหรือทำการคำนวณที่ซับซ้อน และยังสามารถเก็บบันทึกหรือแสดงผลลัพธ์ได้

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 2) ได้อธิบายว่า คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องประมวลผลข้อมูลที่เป็นตัวเลข ตัวอักษร และภาพกราฟิก ได้อย่างรวดเร็วตามลักษณะโปรแกรมที่ใช้ สามารถแสดงผลลัพธ์ออกทางจอภาพและเครื่องพิมพ์ได้

ทักษิณา สวานานนท์ (2529 : 58) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์คือเครื่องจักรกลคำนวณชนิดหนึ่งที่ทำางานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถจำข้อมูลและคำสั่งได้ โดยนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำก่อน หลังจากนั้นก็จะปฏิบัติตามคำสั่งได้เอง ไม่ว่าคำสั่งนั้นจะสลับซับซ้อนหรือยากเพียงใด เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานแตกต่างกับเครื่องคำนวณธรรมดาที่คือ สามารถทำตามคำสั่งในหน่วยความจำได้เองโดยอัตโนมัติ ไม่ต้องคอยกดแป้นให้บวก ลบ คูณ หาร อยู่ทุกระยะเหมือนเครื่องคำนวณธรรมดา นอกจากนั้นมนุษย์ยังสามารถพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันให้สามารถปฏิบัติงานได้ด้วยอัตราความเร็วสูงมาก เครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ หน่วยรับข้อมูล (Input Unit) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) และหน่วยแสดงผล (Output Unit)

เสาวคนธ์ อุ๋นยนต์ (2541 : 3) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ว่า เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่งที่สามารถรับโปรแกรมและข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ที่เครื่องสามารถรับได้ แล้วทำการคำนวณโปรแกรมและข้อมูลตามคำสั่งต่าง ๆ โดยอัตโนมัติ และทำการเปรียบเทียบจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ซึ่งมีขั้นตอนในการทำงาน 3 ขั้นตอนคือ รับโปรแกรมและข้อมูล ประมวลผล และแสดงผลลัพธ์

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์คือเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ หน่วยรับข้อมูล หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยแสดงผล ทำให้สามารถรับและเก็บข้อมูล จัดคำสั่งและนำข้อมูลเข้าไปคำนวณหรือปฏิบัติงาน และสามารถทำการแสดงผลออกมาด้วยความถูกต้อง รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

2.2.2 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)

ผดุง อารยะวิญญู (2527 : 41-42) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ว่าคือการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียน เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทนครู

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง กลวิธีที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

ทักษิณา สวานานนท์ (2529 : 56) ได้กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนการทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยให้ผู้เรียนจากโปรแกรมที่จัดไว้จะเป็นบทเรียน หรือรูปภาพ มีการทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถาม คอมพิวเตอร์ จะตรวจเช็คและชมเชยหากตอบผิดจะสั่งให้กลับไปทบทวนใหม่

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 1-2) ได้กล่าวไว้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนเนื้อหาวิชาหรือทบทวน ในแต่ละบทเรียน โดยจะกำหนดวัตถุประสงค์ไว้เฉพาะเพื่อกำหนดกิจกรรมและการประเมินผลมีการใช้ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้นจึงอาจกล่าวสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยผู้สอนในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดวิชาแทนผู้สอน หรือทบทวน ทำแบบฝึกหัดหรือวัดผล โดยอาศัยกลวิธีและโปรแกรมที่บรรจุไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือโต้ตอบระหว่างเครื่องกับผู้เรียน โดยมีการเสริมแรงเข้าไปอีกด้วยเพื่อให้นักเรียนได้เกิดกำลังใจ และ

การเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ยังสามารถที่จะลดช่องว่างของความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดีอีกด้วย อย่างไรก็ตามหลังจากใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ผู้สอนควรจะได้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง

2.2.3 ประเภทของบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีอยู่มากมายหลายรูปแบบแบบนักวิชาการและนักการศึกษา ทั้งในประเทศและต่างประเทศจึงทำการได้จัดแบ่งลักษณะรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็นรูปแบบต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถสรุปในแต่รูปแบบได้ดังนี้ (ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 42-47 ; ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 7-13 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 27-28 ; ทักษิณา สวานานนท์. 2529 : 56-67)

1. แบบการสอนเนื้อหาใหม่ (Tutorial Instruction) เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ มีการให้จุดประสงค์ เสนอเนื้อหา จากนั้นมีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ จากคำตอบของผู้เรียนคอมพิวเตอร์จะเป็นผู้ตัดสินใจว่าผู้เรียนควรจะเรียนเนื้อหาต่อไป หรือจะมีการทบทวนเนื้อหาใหม่ที่เพิ่งเรียนไปนั้น หรือมีการซ่อมเสริมเป็นต้น ซึ่งรูปแบบนี้เหมาะสำหรับการเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงเพื่อการเรียนรู้ด้านกฎเกณฑ์ หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยสร้างขึ้นมาจากลักษณะของบทเรียนโปรแกรมเป็นการเลียนแบบการสอนของครู

2. แบบฝึกหัดและการปฏิบัติ (Drills and Practice) เป็นบทเรียน ที่ใช้ฝึกฝนภายหลังจากการเรียนรู้เนื้อหาวิชามาแล้ว เพื่อทบทวนให้เกิดความจำ ความเข้าใจ หรือเกิดทักษะบางประการให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเหมาะสมสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภูมิศาสตร์ เป็นต้น

3. แบบการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการจำลองหรือเลียนแบบสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนำความรู้ที่เรียนไปแล้วไปทดสอบ หรือทดลองใช้ในสถานการณ์ ที่เหมือนจริงที่สุด ในสถานการณ์จำลองนี้ผู้เรียนต้องตัดสินใจกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด โดยประมวลผลเองจากข้อมูลที่ได้รับมาทั้งหมด เพื่อผู้เรียนจะได้ใช้ความคิดเหตุผลว่าควรปฏิบัติอย่างไร ในแต่ละสถานการณ์อย่างปลอดภัยที่สุด ซึ่งอาจจะมีนำเสนอข้อมูลความรู้ การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการปฏิบัติในบทเรียน

4. แบบเกมการสอน (Instruction Games) เป็นการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ได้ง่าย ช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้พร้อม ๆ ไปด้วยความสนุก เพลิดเพลิน ซึ่งจะมีส่วนคล้ายกับแบบการสร้างสถานการณ์จำลองแต่แตกต่างกันที่ ผู้เรียนมีบทบาทในเกมนั้นด้วย

5. แบบการค้นพบ (Discovery) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้จากประสบการณ์ของผู้เรียนเอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไข โดยลองผิดลองถูก และให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เพื่อช่วยในการค้นพบจนกว่าจะได้ข้อมูลสรุปที่ถูกต้อง

6. แบบการแก้ปัญหา (Problem - Solving) เป็นการที่นำเสนอปัญหาหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการฝึกหัดให้ผู้เรียนเกิดการคิดแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความสามารถที่เคยเรียนมาแล้ว มาประมวลเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ๆ นั้น

7. แบบบทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน โดยพยายามที่จะให้เป็นการพูดระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

8. แบบการสาธิต (Demonstration) เป็นการสาธิตโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเน้นทางด้าน การแสดงขั้นตอนในการปฏิบัติให้ดู โดยให้มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครูผู้สอนให้นักเรียนนั้นมีความเข้าใจและนำไปปฏิบัติได้

9. แบบการทดสอบ (Testing) เป็นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักจะต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยใช้ในการสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

10. แบบการไต่ถาม (Inquiry) เป็นการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในรูปแบบข้อมูลข่าวสารในเรื่องที่จะทำการสอนนั้น โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ไว้มากพอที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะทำการค้นหาในเรื่องนั้น ๆ ได้ตามที่ต้องการได้

11. แบบการรวมเอาหลาย ๆ รูปแบบเข้าไว้ด้วยกัน (Combination) ซึ่งเป็นการนำเอารูปแบบต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มาทำการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีวิธีการสอนหลายรูปแบบรวมกันเพื่อที่จะได้ทำให้ผู้เรียนนั้นเกิดความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น

2.2.4 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนั้นจะมีข้อดีและประโยชน์ต่อการเรียนการสอนดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2537 : 34 ; วารินทร์ รัศมีพรหม. 2534 : 19)

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน
2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนของตนเองได้ตามต้องการ
3. สามารถใช้เทคนิค ที่ดึงดูดความสนใจต่าง ๆ ได้ เช่น เส้นกราฟ รูปภาพ คนตรี สี สันภาพที่เคลื่อนไหว การใช้เสียง และการพูดโต้ตอบกับผู้เรียน เป็นต้น
4. สามารถทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ ทำให้ผู้เรียน ได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขวาง
5. สามารถสอนทักษะ ที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้น ๆ ของการฝึกได้ เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น

6. สามารถนำเสนอบทเรียนได้ โดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อย ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย
7. ผู้เรียนบางกลุ่ม อาจเห็นว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่ความแปลกใหม่จากสื่ออื่น ๆ ที่ผู้เรียนเคยเรียนมา จึงสามารถที่จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนนั้นได้มากขึ้น
8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถทำการโต้ตอบได้อย่างรวดเร็ว กับผู้เรียนแต่ละคน จึงช่วยเสริมแรงให้ผู้เรียนแต่ละคนนั้น ไม่เบื่อหน่าย และความต้องการที่จะเรียนรู้มากขึ้น
9. คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเก็บข้อมูล และมีขีดการจำที่สูง จึงสามารถบันทึกการกระทำในอดีตของผู้เรียนซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ในการวางแผนขั้นต่อ ๆ ไปได้
10. จัดเป็นการเรียนที่มีลักษณะเป็นการส่วนตัวกับผู้เรียนแต่ละคน จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนที่เรียนได้ช้า
11. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหมาะสำหรับการศึกษารายบุคคล เพราะมีความสามารถในการกำหนดบทเรียนให้กับผู้เรียนแต่ละคนซึ่งมีการเรียนรู้ที่ช้าหรือเร็วแตกต่างกันได้
12. ทำให้ผู้สอนสามารถทำการควบคุมการเรียนของผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด และยังเป็น การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และผู้สอนเป็นผู้ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำ

2.2.5 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉลอง ทับศรี (2535 : 1-8) ได้อธิบายว่า ในการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็เช่นเดียวกันกับการเรียนการสอนด้วยวิธีอื่น ๆ หรือสื่อประเภทอื่น ๆ นั่นก็คือ จะมีลักษณะที่ดีและด้อยต่างกันในแต่ละสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งข้อดีหรือข้อจำกัดของสื่อในประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษา เพื่อที่จะใช้ประโยชน์จากสื่อประเภทนี้ให้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งข้อดีหรือข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีดังนี้

1. ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นยังมีราคาค่อนข้างสูง แม้ว่าราคาในปัจจุบันนี้ จะถูกลงไปมากกว่าในอดีตก็ตาม แต่ก็ยังนับว่าสูงเมื่อเทียบกับการใช้สื่อชนิดอื่น ๆ
2. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังล่าช้ากว่าสื่อชนิดอื่น ๆ หรือวงกรอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะการสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นต้องใช้ความคิด เวลา สถิติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างมาก
3. การออกแบบและสร้างบทเรียนใช้เวลาและทักษะค่อนข้างมาก ซึ่งบางครั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ มาช่วยอีกด้วย
4. โปรแกรมทางการศึกษาศึกษาไม่สามารถออกมาให้ทันต่อความต้องการของผู้เรียน ทั้งนี้อาจมาจากปัญหาการใช้เวลาที่ค่อนข้างมากในการจัดสร้าง ทำให้ไม่ทันต่อความสถานการณ์ที่จะนำมาใช้หรือไม่เหมาะสมกับเหตุการณ์ในขณะนั้นไปแล้ว

5. ผู้เรียนบางกลุ่มมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ ที่เป็นขั้นตอนซึ่งทำให้เกิดอุปสรรคต่อการเรียนการสอน

6. บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญ ในการสร้างโปรแกรมการศึกษาที่มีคุณภาพ มีจำกัดทั้งนี้ผู้ที่สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีนั้น อาจจะต้องเป็นผู้สอนในเนื้อหาวิชานั้นด้วย เพราะสามารถที่จะทำการออกแบบจัดสร้างได้อย่างเหมาะสม

2.2.6 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล (2521 : 76-77) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับบทเรียนสำเร็จรูป หรือโปรแกรมการเรียนการสอนอื่น ๆ ซึ่งได้พัฒนามาจากรูปแบบที่เป็นเอกสารตำราเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีลักษณะโครงสร้างที่สำคัญ 9 ประการดังนี้

1. เนื้อหาวิชาที่สอนจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ (Frame) และกรอบจะบรรจุข้อความที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อความที่กะทัดรัด แต่สื่อความหมายให้สมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพ

2. แต่ละกรอบ ต้องกำหนดให้มีการตอบสนองจากผู้เรียน ในรูปแบบใด รูปแบบหนึ่ง อาจเป็นการตอบคำถามหรือเติมคำหรือการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งก่อนที่จะศึกษาในกรอบถัดไป

3. บทเรียนแต่ละบท ควรกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน และสามารถตรวจสอบ ประเมินผลจากผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง

4. การให้ผลย้อนกลับ หลังจากมีการทำแบบฝึกหัด หรือตอบคำถามใด ๆ แล้ว ควรมีการย้อนกลับทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) ที่สำคัญมาก และเป็นจุดเด่นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. การจัดเรียงกรอบต่าง ๆ ควรเรียงจากง่ายไปหายาก จากของเก่าไปสู่ของใหม่ โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ปรับการเรียนรู้อื่นๆ เพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ และไม่ละเลยการเสริมแรง

6. บทเรียนควรมีการทดสอบ และปรับปรุงอยู่เสมอ ควรมีความสามารถที่จะยืดหยุ่นให้เหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล

7. ข้อความในบทเรียนควรเป็นคำสอนที่สมบูรณ์ในตัวเอง

8. ต้องไม่ผูกพันกับเวลา จะเรียนเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับความสามารถ หรือความต้องการของแต่ละบุคคล

9. การใช้บทเรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้การดูแลของผู้สอน ควรเป็นการเรียนที่อิสระจากการดูแลหรือควบคุมจากบุคคลอื่น

2.2.7 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 76-88) ได้อธิบายถึงขั้นตอนของการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปเป็นหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด ขั้นตอนการออกแบบดังกล่าวนี้ ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ Gagne's

1. การเร้าความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้น และแรงจูงใจให้อยากที่จะเรียน ดังนั้นบทเรียนจึงควรเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพสี และเสียงหรือการประกอบกันหลาย ๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียนและเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาไปในตัว ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ ก็คือการสร้าง Title ของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้คือ Title นั้นควรจะออกแบบเพื่อให้สายตาผู้เรียนอยู่ที่จอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ แต่หากว่า Title ดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านทางแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่นการกดแคร่ยาว (Space Bar) หรือด้วยการกด Key ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

เพื่อที่จะเร้าความสนใจของผู้เรียน ผู้ที่ออกแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะคำนึงถึงหลักการดังต่อไปนี้

- 1.1 ใช้กราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหา และกราฟฟิกนั้นควรจะมีขนาดใหญ่ และง่ายไม่ซับซ้อน
- 1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่น ๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว แต่ควรสั้นและง่าย
- 1.3 ควรจะใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง และน้ำเงิน หรือสีเข้มอื่น ๆ ที่ตัดกับสีพื้นอย่างชัดเจน
- 1.4 ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟฟิก
- 1.5 กราฟฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกด Key หรือ Space Bar
- 1.6 ในกราฟฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย
- 1.7 ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว
- 1.8 กราฟฟิกนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้วต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย และการที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิด

ในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้อง และสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น และนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนบทเรียนจะสามารถจำ และเข้าใจในเนื้อหาได้ดีกว่า

การบอกวัตถุประสงค์ทำได้หลายแบบตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ จนกระทั่งถึงการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่งคือข้อความที่เสนอบนจอควรเป็นข้อความที่สั้นและได้ใจความ และข้อเสนอแนะถ้าเป็นไปได้ควรมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย ดังนั้นการบอกวัตถุประสงค์ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงนิยมใช้ข้อความที่สั้นและโน้มน้าวใจผู้เรียน ส่วนจะเป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ หรือเชิงพฤติกรรมนั้น คงขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้เขียนบทเรียนและเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเอง

การบอกวัตถุประสงค์จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนหากผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

- 2.1 ใช้คำสั้น ๆ ได้ใจความและเข้าใจง่าย
- 2.2 หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป
- 2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป
- 2.4 ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่าหลังจากเรียนจบแล้ว จะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง
- 2.5 หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนหลาย ๆ บทเรียน หลังจากบอกวัตถุประสงค์กว้าง ๆ แล้วควรติดตามด้วย Menu และหลังจากนั้นควรจะเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย
- 2.6 การกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอทีละข้อ เป็นเทคนิคที่ดีแต่ทั้งนี้ควร คำนึงเวลาระหว่างช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อดูวัตถุประสงค์ข้อต่อไปทีละข้อ
- 2.7 เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจอาจใช้กราฟฟิคง่าย ๆ เข้าช่วย เช่น กรอบลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต การใช้ภาพเคลื่อนไหวยังไม่จำเป็น

3. ทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวคิดนั้น ๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรม ควรจะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมในส่วนที่จำเป็นที่จะได้รับความรู้ใหม่ ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้ว ยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิด Plain ในสิ่งที่คนรู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย

ในขั้นทบทวนความรู้เดิมนี้อาจไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นการทดสอบเสมอไปหากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดเรียนที่เรียนต่อ ๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปได้ในรูปแบบของ

การกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้าการกระตุ้น ดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด (คำอ่าน) หรือภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมจะมากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับเนื้อหาด้วย ตัวอย่างเช่น ในการสอนสมการสองชั้น หากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจสมการสองชั้นได้ ในกรณีนี้ควรมีวิธีวัดความรู้เดิม ของผู้เรียนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะเรียนสมการสองชั้นหรือไม่ ลักษณะนี้การทดสอบมีความจำเป็นหากพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจก็อาจแนะนำให้กลับไปเรียนบทสมการชั้นเดียวก่อน หรือผู้เรียนบทเรียนอาจต้องเรียนโปรแกรมย่อยของสมการชั้นเดียว เพื่อการทบทวนดังกล่าวก็ได้ ดังนั้นสิ่งที่ผู้เขียน โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรคำนึงถึงในการออกแบบมีดังนี้

3.1 ไม่ควรคาดเดาเอาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากันควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้ เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่

3.2 การทบทวนหรือทดสอบควรให้กระชับและตรงจุด

3.3 ควรจะมีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจาก การทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

3.4 หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ผู้เขียน โปรแกรมควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่ได้มีประสบการณ์แล้ว

3.5 การกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบคำพูด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูด (คำอ่าน) เพียงอย่างเดียว ภาพช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ จริงอยู่ว่าบาง Concept นั้นมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ วิธีหนึ่งที่จะขอเสนอแนะในที่นี้คือ วิธีการสร้างภาพจากความหมาย

ตัวอย่างเช่นในส่วนของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ "การกีดกันผิว" เราควรจะวิเคราะห์ความหมายของคำ ๆ นี้ก่อน ว่าหมายถึงอะไร และเกี่ยวข้องกับคำ ๆ ใดบ้าง คำว่า "กีดกันผิว" เกี่ยวข้องกับ "การแบ่งแยก" "การกีดกัน" และ "สีผิว" จากคำสำคัญเหล่านี้ขั้นต่อไปคือ หาภาพสิ่งของ หรือวัตถุอะไรก็ได้ที่คิดว่าผู้เรียนเข้าใจดี และมีความหมายแทนการแบ่งแยก หรือกีดกันได้ เช่น ภาพของ กำแพง รั้ว ตาข่าย หรือคนยืนข้างเชือก เป็นต้น

นอกจากนี้การใช้ภาพเปรียบเทียบ (Analogical Picture) เพื่อช่วยอธิบายความหมาย นามธรรมดังกล่าวแล้ว การใช้แผนภูมิ แผนภาพ หรือแผนที่สถิติก็เป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมควรต้องคำนึงถึงอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบการศึกษา เนื้อหาในส่วนนี้อาจไม่ได้ผลเท่าที่ควรหากภาพนั้นมีเหตุดังนี้

1. มีรายละเอียดมากเกินไป
2. ใช้เวลามากไป (ภาพปรากฏบนจอช้า)
3. ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
4. ไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ไม่สมดุลกัน

ในส่วนของเนื้อหาที่เสนอเป็นคำอ่านหรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะนอกจากผู้เรียนอาจรู้สึกเบื่อก่อนที่ต้องนั่งอ่านเฉย ๆ โดยไม่ได้ทำอะไรเลย แม้กระทั่ง กด Space Bar การบรรจุข้อความมาก ๆ และเบียดเสียดกันยังทำให้อ่านยากอีกด้วย

สรุปแล้วในการเสนอเนื้อหาใหม่ให้น่าสนใจ ผู้ออกแบบโปรแกรมควรต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- 4.1 ใช้ภาพประกอบเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
- 4.2 ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ
- 4.3 ในการนำเสนอเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อน ใช้ตัวชี้แนะ (Cue) ในส่วนของข้อความสำคัญ (ซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี ฯลฯ) หรือการใช้แนะด้วยคำพูด เช่น "ดูที่ด้านล่างของภาพ..." เป็นต้น)
- 4.4 ไม่ควรใช้กราฟฟิกที่เข้ยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- 4.5 ควรจัดรูปแบบของคำอ่านให้หน้าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน
- 4.6 ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย
- 4.7 หากการแสดงกราฟฟิกของเครื่องที่ใช้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
- 4.8 หากเป็นจอสี ไม่ควรใช้เกิน 3 สี ในแต่ละเฟรม (รวมทั้งสีพื้น) ไม่ควรเปลี่ยนสีไปมาโดยเฉพาะสีหลักของ Text
- 4.9 คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้น ๆ คำนึงและเข้าใจตรงกัน
- 4.10 นาน ๆ ครั้งควรจะให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นแทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว (เช่นบอกว่า "ลองพิมพ์คำว่า TREE สิ" หลังจากพิมพ์แล้วกด Enter จะปรากฏภาพต้นไม้ หรือพิมพ์คำว่า Balloon แล้วคำว่า Balloon ไปปรากฏอยู่ในลูกโป่งที่วาดไปแล้ว เป็นต้น)

5. ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ผู้เรียนจะทำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่าการเรียนรู้ที่กระจำจชัด (Meaningful Learning) นั้นทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือ การที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่

หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจใช้หลักของ "Guided Discovery" ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเองโดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดกว้าง ๆ และแคบลงจนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง และเช่นกัน เทคนิคการให้ตัวอย่าง และให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างช่วยได้ในข้อนี้ นอกจากนั้น การใช้คำพูด กระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ สรุปแล้วข้อควรคำนึงถึงในการสอนขั้นนี้ มีดังนี้

5.1 แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

5.2 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้หรือประสบการณ์มาแล้ว

5.3 พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป (เพื่อช่วยอธิบาย Concept ใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของถ้วยหลาย ๆ ชนิด หลาย ๆ ขนาด)

5.4 ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง (เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง) เช่น ใ้ดูภาพกระป๋องน้ำ ภาพของจาน ภาพแก้วน้ำ และบอกว่าเหล่านี้ไม่ใช่ถ้วย เป็นต้น)

5.5 การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปนามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปรูปธรรม

5.6 กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม เช่น

คอมพิวเตอร์ : ครุคิดว่านักเรียนคงเคยเห็นแมงมุมนะ ลองคิดสักนิดว่าทำไมเราถึงเรียกมันว่าแมงมุม หรือ

คอมพิวเตอร์ : นักเรียนคงเคยเห็นลูกขนไก่ เวลาตีลูกขึ้นลูกที่มีขนมากจะตกช้าแต่ลูกที่มีขนน้อยจะตกเร็ว

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีกล่าวว่าจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับตรงกับระดับขั้นตอนของการประมวลข้อมูลหากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถามการตอบในด้านการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าให้ผู้เรียนอ่าน หรือการลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่น ๆ อย่างเช่น วีดีโอเทป ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนแบบ Non-Interactive คือการเรียนจากคอมพิวเตอร์ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมได้หลายลักษณะแม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรมและการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย และเมื่อมีส่วนร่วมร่วมก็มีส่วนคิด การคิดนำหรือคิดตามย่อมมีส่วนประสาน ให้โครงสร้างของการจำดีขึ้นเพื่อให้การ

จำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีดังนี้

- 6.1 พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ตลอดการเรียนบทเรียน
- 6.2 เป็นบางครั้งคราวตามความเหมาะสม ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสที่พิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้น ๆ เพื่อเรียกความสนใจ
- 6.3 ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
- 6.4 ถามคำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสม
- 6.5 ไร่ความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม
- 6.6 ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถามหรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก
- 6.7 หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิดซ้ำครั้งสองครั้ง ควรจะให้ Feedback และเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป
- 6.8 การตอบสนองที่มีผิดพลาดบ้างด้วยความเข้าใจผิด อย่างเช่น การพิมพ์ ตัว L (L) กับ เลข 1 หรือ Space Bar ในการพิมพ์อาจเกินไปหรือขาดหายบางครั้งใช้ตัวใหญ่พิมพ์บางครั้งอนุโลม
- 6.9 ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถามและ Feedback ควร จะอยู่บนเฟรมเดียวกันด้วย

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

การวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนายผู้เรียนโดยการบอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนและให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหนห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การให้ Feedback เป็นภาพจะช่วยไร่ความสนใจยิ่งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไรก็ดีการให้ Feedback เป็นภาพหรือ Visual Feedback นี้อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการรู้ว่าหากทำผิดมาก ๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น หลีกเลียงก็คือ Visual Feedback นี้ควรเป็นภาพในทางบวก การกด Space Bar ไปเรื่อย ๆ ไม่สนใจ เนื้อหาทั้งนี้เพื่ออยากดูรูปคนถูกแขวนคอเป็นต้น วิธีการ เช่น เรือแล่นเข้าหาฝั่ง ขับยานสู่วงจันทร์ ฯลฯ และจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น เป็นต้น

หลักการต่อไปนี้เป็นคำแนะนำการให้ Feedback

- 7.1 ให้ Feedback ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง
- 7.2 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าจะตอบถูกหรือผิด
- 7.3 แสดงคำถาม คำตอบ และ Feedback บนเฟรมเดียวกัน
- 7.4 ใช้ภาพง่ายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

7.5 หลีกเลีย้งผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ Feedback ที่ตื่นตาหากผู้เรียนทำผิด

7.6 อาจใช้ภาพกราฟฟิคที่ไม่เกี่ยวข้องกัเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้จริง ๆ

7.7 ใช้เสียงโต้ขึ้นสูงสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และโล่งต่ำหากตอบผิด

7.8 เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง

7.9 ใช้การให้คะแนน หรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมาย

7.10 สุ่ม Feedback เพื่อสร้างความสนใจ

8. ทดสอบความรู้ (Access Performance)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนโปรแกรม การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือการทดสอบในช่วงท้ายบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่า ผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยัง อย่างไรก็ตามหนึ่งก็ได้

การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนอีกด้วย ข้อสอบจึงควรมีความเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ข้อเสนอต่าง ๆ ในการออกแบบบทเรียนเพื่อทดสอบในขั้นนี้มีดังนี้

8.1 ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

8.2 ข้อทดสอบ คำตอบและ Feedback อยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นอย่างต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว

8.3 หลีกเลีย้งการให้ผู้เรียนพิมพ์คำที่ยาวเกินไป นอกเสียจากว่าจะต้องการทดสอบการพิมพ์

8.4 ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถามหากว่าใน 1 คำถาม มีคำถามย่อยอยู่ด้วยให้แยกเป็นหลาย ๆ คำถาม

8.5 บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูกต้อง และกด F เมื่อเห็นว่าผิดเป็นต้น

8.6 บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอื่นด้วยหรือไม่ อย่างเช่น HELP OPTION

8.7 คำนี้ถึงความแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

8.8 อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น คำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ใช่ บอกว่าตอบผิด

8.9 อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบอย่างเหมาะสม

8.10 ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน หรือเว้นบรรทัด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

9. การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอของ Gagne' นั้นในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน หรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำ ความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงขอเสนอแนะข้อควรปฏิบัติดังนี้

9.1 บอกผู้เรียนว่าบทเรียนใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือ ประสบการณ์ที่ผู้เรียนค้นเคยแล้วอย่างไร

9.2 ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อเป็นการสรุป

9.3 เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์

9.4 บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่องขั้นการสอน 9 ชั้น ของ Gagne' นี้เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ใช้ได้กว้าง แต่โดยวัตถุประสงค์ของ Model ดังกล่าวนี้ก็เพื่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ

เทคนิคอย่างใดอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้ชิดเกี่ยวกับการเรียนรู้จากผู้เสนอโดยตรง โดยดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันขั้นการสอน 9 ชั้นนี้ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นลำดับตามที่เรียงไว้และไม่จำเป็นว่าจะต้องมีครบทั้ง 9 ข้อ ใครจะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอแบบใด หรือครอบคลุม ขั้นการสอนอย่างไร ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนนั้น ๆ ด้วยการยึดถือขั้นการสอนทั้ง 9 ชั้นเป็นหลัก และในขณะเดียวกันก็พยายามปรับเทคนิคการนำเสนอไม่ให้ซ้ำกันจนน่าเบื่อหน่าย

2.2.8 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ (2540 : 21-29) ได้กล่าวถึงการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าจะต้องพิถีพิถัน ละเอียด รอบคอบ และให้มีความยืดหยุ่นมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต และจิตใจตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องเกี่ยวกับบุคคลหลายฝ่าย เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องประกอบด้วยบุคลากรดังต่อไปนี้

ในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา บุคลากรด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ทั้งด้านการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ขอบข่ายของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน ขอบข่ายรายละเอียด คำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและการประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน บุคลากรเหล่านี้หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่ในการนำเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยเฉพาะซึ่งเป็นผู้มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนเป็นอย่างดี เช่น รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหา หรือวิธีการสอน การออกแบบและสร้างบทเรียน วิธีการวัดและประเมินผล เป็นต้น โดยบุคคลกลุ่มนี้จะเป็นที่ทำให้การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ และนำเสนอใจมากยิ่งขึ้น

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพจน์บทเรียน (Authoring System) โดยโปรแกรมระบบนี้จะถูกเขียนและพัฒนาขึ้นโดยผู้ชำนาญทางด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือโปรแกรมเมอร์โดยตรง ระบบนี้ออกแบบไว้สำหรับการสร้างและการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้นการใช้งานจึงง่ายและสะดวกต่อครูและผู้สอนที่ไม่มีทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรม เพื่อสร้างและผลิตบทเรียน

3.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ การใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ ทั้งภาษาระดับสูงและระดับต่ำ เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาแอสแซมบลี และอื่น ๆ สามารถใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ภาษาคอมพิวเตอร์นี้จะอยู่ในวงการของนักคอมพิวเตอร์เสียเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการสร้างบทเรียนด้วยการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เขียน ต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก ดังนั้น ระบบการสร้างบทเรียนวิธีนี้จึงอยู่ในหมู่ของครูผู้สอนน้อยมาก

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนและวัสดุการสอน จะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านการวางแผน การออกแบบบทเรียน โดยจะประกอบด้วย เรื่องการออกแบบและการจัด Layout การจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมต่าง ๆ การเลือกและวิธีการใช้ตัวอักษร เส้น รูปทรง กราฟฟิก แผนภาพ แผนภูมิ รูปภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงานและสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ที่จะช่วยทำให้บทเรียนมีความสวยงามและนำเสนอใจยิ่งขึ้น

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่ให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองโดยไม่มีใครคอยช่วยเหลือ ด้วยเหตุนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงต้องมีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง เมื่อนักเรียนเกิดความสงสัยจะต้องมีส่วนช่วยอธิบายหรือให้คำแนะนำได้ และนอกจากนั้นจะต้องเป็นโปรแกรมที่สมบูรณ์แบบ ผู้สร้างต้องตรวจสอบอย่างละเอียดทุกขั้นตอน โปรแกรมจะต้องไม่เกิด

ปัญหาแก่นักเรียน ทั้งด้านการทำงานของระบบ และในส่วนของเนื้อหาวิชา ดังนั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงยึดหลักการออกแบบบทเรียนแบบรายบุคคลเป็นสำคัญ (วสันต์ อดิศัพท์. 2530 : 75-90)

ดังนั้นในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพิจารณาถึงความถูกต้องเหมาะสม และทางผู้วิจัยนั้นจะต้องทำการศึกษาถึงขั้นตอนในการที่จะทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งทาง มนต์ชัย เทียนทอง (2539 : 37-42) ได้อธิบายถึงขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างไว้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและนักเรียนเป้าหมาย เพื่อที่จะทราบรายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างบทเรียนทั้งหมดว่าเป็นอย่างไร ควรใช้เวลาสอนปกตินานเท่าใด นักเรียนมีพื้นฐานความรู้มากน้อยเพียงใด ความพร้อมทางด้านอื่น ๆ ของนักเรียนมีอะไรบ้าง เพื่อจะได้นำมาใช้ประกอบการสร้างบทเรียนโปรแกรม และใช้ในการวางแผนงานต่อไป

2. การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนคำถามนำร่อง โดยการนำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น จะต้องเขียนให้ถี่ถ้วนทุก ๆ จุดประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในวิชานั้น ๆ

3. เรียบเรียงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนคำถามนำร่อง โดยการนำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนขึ้นมาเรียงลำดับและมีการกำหนดคำถามนำร่องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนที่สมบูรณ์ต่อไป

4. วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิช่วยงาน โดยอาศัยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และคำถามนำร่องที่จัดทำไว้มาประกอบการวิเคราะห์ เพื่อจัดเรียงเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเรียงเนื้อหาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปของแผนภูมิช่วยงานที่สมบูรณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่าง ๆ

5. จัดแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อย เนื่องจากการเรียนโดยคอมพิวเตอร์เป็นการเรียนเฉพาะรายบุคคลที่ไม่มีครูสอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ โดยในแต่ละหน่วยนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดความสับสน และนักเรียนสามารถติดตามเนื้อหาตอนต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง

6. การสร้างข้อความแต่ละกรอบ ตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ ข้อความเหล่านี้จะต้องกะทัดรัด ง่ายต่อการเข้าใจ ข้อความในแต่ละกรอบต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบโดยที่แต่ละหน่วยย่อยหรือแต่ละมโนภาพต้องประกอบด้วยกรอบหรือข้อความต่าง ๆ 4 ชนิดคือ

6.1 กรอบหลัก (Set frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูล โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ ที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

6.2 กรอบฝึกหัด (Practice frame) เป็นกรอบที่เตรียมไว้ให้นักเรียนได้ฝึกหัดหลังจากที่ได้รับข้อมูลจากกรอบหลัก

6.3 กรอบรองสุดท้าย (Sub-terminal frame) เป็นกรอบที่เขียนก่อนที่จะถึงกรอบส่งท้าย เพื่อแก้ไขความเข้าใจผิดหรือที่ตอบผิดต่าง ๆ ก่อนที่จะไปสู่กรอบส่งท้ายเป็นกรอบที่จะเสริมกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ยิ่งขึ้น แต่บางครั้งอาจจะข้ามกรอบนี้ไปเลยก็ได้

6.4 กรอบส่งท้าย (Terminal frame) เป็นกรอบทดสอบ โดยนักเรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบกลัมาตอบ

7. เข้ำรหัสตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เมื่อเขียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องบรรจุไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องมีการแปลงรหัสเพื่อควบคุมการทำงานอีกครั้งหนึ่ง โดยเฉพาะที่เป็นบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แบบ Generative แต่ถ้าเป็นแบบ Authoring System ผู้สร้างไม่ต้องกังวลเรื่องการสร้างรหัสควบคุม เพราะในโปรแกรมนั้นได้สร้างโปรแกรมควบคุมไว้แล้ว

8. ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไปนี้จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้น ๆ

9. ตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากที่มีการป้อนบทเรียนโปรแกรมหรือข้อมูลต่าง ๆ เข้าไปในคอมพิวเตอร์แล้ว จะต้องตรวจสอบความเรียบร้อยของการทำงานในโปรแกรม และแก้ไขปรับปรุงให้เรียบร้อย

10. ทำการทดสอบบทเรียนเมื่อสร้างเสร็จแล้ว โดยนำบทเรียนไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

11. ทดลองใช้กับสถานการณ์จริง หลังจากที่มีการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และมีการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ก็สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ

12. การติดตามผลการเรียน เมื่อมีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้แล้ว จะต้องมีการติดตามผล เพื่อจะได้ทราบข้อบกพร่องและนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข

2.2.9 การประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีนักการศึกษาให้แนวคิดในขั้นตอนการประเมิน โดยทาง ฉลอง ทับศรี (2535 : 1-8) ได้เสนอว่า การประเมินผล จะประเมินในสิ่งต่อไปนี้

1. ประเมินตัวบทเรียน โดยดูว่า

1.1 บทเรียนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายหรือไม่เพียงใด

1.2 บทเรียนช่วยให้ผู้เรียนพึงพอใจ เกิดความสนใจ และเกิดความอยากเรียนมากขึ้นเพียงใด

1.3 บทเรียนดังกล่าวมีขั้นตอนการใช้ยุ่งยากหรือง่ายเพียงใด

2. ประเมินเอกสารประกอบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- 2.1 ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนไว้ชัดเจนเพียงใด
- 2.2 บอกถึงวิธีการใช้บทเรียนไว้อย่างชัดเจนเพียงใด
- 2.3 เสนอแนวทางการประยุกต์ใช้บทเรียนกับเนื้อหาอื่น ๆ หรือกิจกรรมอื่น ๆ บ้างหรือไม่เพียงใด
- 2.4 ได้บอกแนวทางการแก้ปัญหา ถ้ามีการติดขัดในการใช้โปรแกรมไว้หรือไม่
- 2.5 ได้รวบรวมประมวลสิ่งที่จำเป็น สำหรับผู้เรียนหรือครูที่จะต้องรู้ ในการใช้โปรแกรมเพียงใด เช่น บอกถึงจุดแข็งจุดอ่อนของโปรแกรมบอกถึงเครื่องมือเครื่องใช้ที่ใช้ประกอบ เช่น ฮาร์ดดิสก์ เมาส์ จอยสติ๊ก ฯลฯ

2.2.10 ข้อได้เปรียบของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน

จากผลการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณค่าต่อการเรียนการสอน และมีข้อได้เปรียบกว่าวิธีการสอนอื่น ๆ และสื่อการสอนแบบอื่น ๆ หลายประการดังนี้ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535 : 24 ; อร่ามศรี อากาศกุล. 2537 : 21 ; วารินทร์ รัศมีพรหม. 2534 : 20 ; นงนุช วรรณนวะ. 2535 : 12 ; จันนิภา อิศรัตน์. 2541 : 39 ; ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534 : 173-179 ; วีระ ไทยพานิช. 2526 : 29 ; Hall. 1982 : 326-363 ; Oden. 1982 : 355-A ; Friedman. 1974 : 799-A)

1. เป็นวิธีการสอนที่ดีกว่าในหลาย ๆ วิธีสอนตามปกติ และจัดว่าได้ว่าเป็นการใช้สื่อการเรียนการสอนที่ดี เพราะสามารถทำในสิ่งที่ยากหรือในสิ่งที่สื่ออื่น ๆ ทำไม่ได้
2. เป็นเครื่องมือช่วยผู้สอนในการพัฒนาโปรแกรม (Software) ที่ใช้ในการสอน และพัฒนาการสอน การวางแผนหลักสูตร และการประเมินผลการเรียน
3. ช่วยลดปัญหาในชั้นเรียนระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน ทำให้ผู้สอนมีเวลาพอที่จะแนะนำและควบคุมการเรียนของผู้เรียน
4. ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน ลดความจำเป็นที่ต้องใช้ผู้สอนที่มีประสบการณ์ ลดความจำเป็นในการใช้เครื่องมือ ที่มีราคาแพงและอันตราย และสามารถปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว
5. ผู้เรียนเรียนได้ดีกว่า และรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเวลาที่เขาสะดวก และตามความสามารถของตนเอง จะเรียนได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐานและความสามารถของผู้เรียนเอง
6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้เรียนและทำงานกับโปรแกรม (Software) ที่กว้างขวาง และดีกว่าการสอนตามปกติ ผู้เรียนได้เรียนแบบคล่องแคล่ว

8. ด้านสีสัน คอมพิวเตอร์สามารถแสดงสีต่าง ๆ ได้หลายร้อยสี ทั้งสีพื้นหน้า พื้นหลัง สีของกรอบ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนสีของตัวอักษร หรือสีของกราฟฟิกได้ด้วย
9. ด้านเสียง สามารถใช้เสียงเป็นสิ่งเร้า (Stimulus) ได้
10. ด้านกราฟฟิก สามารถใช้รูปภาพ หรือกราฟฟิกต่าง ๆ ได้
11. เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยให้การสอนที่มีคุณภาพสูงและคงตัว (Consistent) ให้การสอนได้แม้ในถิ่นที่ห่างไกล ให้การสอนที่ให้ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง และทำให้เกิดการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล
12. ด้านกิจกรรมร่วม ผู้เรียนมีโอกาสคัดเลือก ตัดสินใจหรือแสดงความคิดเห็น ได้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้
13. ด้านความรู้สึก ผู้เรียนโดยเฉพาะระดับต้นจะมีความรู้สึกที่ว่า ตนเองกำลังเรียนหรือกำลังพูดคุยอยู่กับใครคนหนึ่งที่มีความรู้สึก มีอารมณ์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียน
14. สามารถให้การเสริมแรงได้รวดเร็วและมีระบบ โดยการให้ผลย้อนกลับทันทีในรูปแบบของคำอธิบาย สีสัน ภาพ และเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่น่าเบื่อหน่าย ซึ่งช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น
15. ด้านการกระตุ้นการอยากรู้อยากเห็น คอมพิวเตอร์สามารถจูงใจผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น ถ้าหากเป็นหนังสือแบบเรียน ผู้เรียนสามารถเปิดดูหน้าถัดไปได้ในขณะที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเดาคำตอบ หรือเดาว่าต่อไปข้างหน้าจะมีอะไร ซึ่งเป็น การกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

2.3 หลักการเลือกใช้สีและภาพสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักการเลือกใช้สีและภาพ ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงอีกเรื่องหนึ่ง คือ หลักการเลือกใช้สีและภาพ เพื่อเป็นการจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียน และไม่รู้สึกรำคาญเมื่อพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. จิตวิทยาการใช้สี ความพึงพอใจ ความชอบความไม่ชอบเกี่ยวกับสี ของแต่ละคนแต่ละกลุ่มเป้าหมาย มีส่วนที่จะชักจูงให้ เกิดความรู้สึกสนใจ และเข้าใจถึงคุณค่าของภาพเหล่านั้น สามารถตอบสนองแรงกระตุ้น ได้ตามวัตถุประสงค์เป็นเป้าหมายสำคัญของงานออกแบบที่เดีวมีทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องสี ที่จะช่วยให้ความกระจ่างในเรื่องของความหมายและอิทธิพลของสีที่มีต่อการรับรู้ต่อทัศนภาพที่ปรากฏ เพื่อให้สามารถสื่อความหมายกันได้อย่างดีเป็นที่ยอมรับ และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่ 4 ทฤษฎี คือ

- 1.1 ทฤษฎีตามหลักวิชาฟิสิกส์ อธิบายความหมายของสีจากการมองเห็น โดยมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องแสง

1.2 ทฤษฎีสีตามหลักวิชาเคมี อธิบายความหมายของสีตามคุณสมบัติทางเคมี

1.3 ทฤษฎีสีตามหลักจิตวิทยา เป็นทฤษฎีเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

1.4 ทฤษฎีสีของมันเชลล์ (สีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน) ซึ่งอธิบายความหมายและคุณสมบัติของสีตามที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. การใช้สี แม้ว่าจะมีทฤษฎีเกี่ยวกับสีอย่างมากมาย แตกต่างกันไปตามลักษณะการนำไปใช้ แต่ลักษณะเฉพาะหรือคุณค่าเฉพาะของสีแต่ละสี ย่อมเป็นตัวแทนของอารมณ์ต่าง ๆ ในวัตถุที่มีสีปรากฏขึ้นในตัวเอง เมื่อสายตาได้สัมผัสกับวัตถุจะให้เห็นความแตกต่างหลากหลายของสีในวัตถุ ย่อมเกิดความรู้สึกต่าง ๆ ได้แก่ ตื่นเต้น หนาวเย็น หรืออบอุ่น อ่อนหวาน นุ่มนวล หรือเข้มแข็ง และนอกจากความรู้สึกทั่ว ๆ ไปแล้ว ยังเป็นที่ยอมรับกันว่า สีเป็นสัญลักษณ์ของความคิดทางนามธรรมบางประการอีกด้วย เช่น ความสงบสันติ การเคลื่อนไหว อันตราย ความตาย ฯลฯ อิทธิพลของสีที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการรับรู้และการจดจำสิ่งต่าง ๆ รอบตัวมีผลกระทบต่อระบบประสาทสัมผัส ได้ดีกว่ารูปร่างลายเส้นหรือถ้อยคำ ตลอดจนเป็นมโนทัศน์ต่าง ๆ การใช้สีในงานออกแบบย่อมจะต้องแสดงคุณค่าอย่างเด่นชัดในอันที่จะเชื่อมโยงส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระและจิตใต้สำนึกของคนให้รับรู้ และเกิดทัศนคติอย่างใดอย่างหนึ่ง อันเกี่ยวเนื่องกับความชอบ และไม่ชอบของแต่ละคน การมีความรู้และประสบการณ์ ในการเลือกใช้ของนักออกแบบจึงเป็นส่วนสำคัญ ที่จะทำให้ออกสารเหล่านั้นบรรลุเป้าหมายตามต้องการได้ไม่ยาก การเรียนรู้ถึงอิทธิพลที่มีต่อความรู้สึกของการมองสีแต่ละสี จึงเป็นสิ่งที่น่าศึกษาอย่างแท้จริง

3. หลักการพิจารณาเกี่ยวกับการใช้สี การใช้สีในงานออกแบบกราฟฟิก มีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้งานนั้นน่าดูสวยงามและตื่นตา หรือส่งเสริมให้เนื้อหาสาระที่น่าเสนอ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นคนแต่ละวัยมีความสนใจกลุ่มสีแตกต่างกัน เช่น เด็กเล็ก ๆ จะสนใจสีสดเข้ม สะดุดตา ไม่ชอบสีอ่อนและจะสังเกตได้ว่า เมื่อมีอายุมากขึ้นก็ยังไม่ชอบสีสดใสมาก ๆ กลับนิยมกลุ่ม สีอ่อนหวาน นุ่มนวลการวางโครงสี ในงานออกแบบพาณิชย์ศิลป์ จึงต้องเน้นเรื่องวัยของกลุ่มเป้าหมายเป็นสำคัญ เด็กเล็ก ๆ ควรใช้สีประเภท Primary และ Secondary ส่วนใหญ่อาจใช้สีแท้ (Hue) ผสมกลุ่มสีขาวหรือสีนวลหรือสีดำที่เรียกว่า Tint and Shade การใช้สีขาวหรือสีดำมาผสมกับสีแท้ ก็จะช่วยลดความสดใสของสีเดิมลงตามขนาดสัดส่วนมากน้อยตามต้องการ ดังนั้นก่อนวางโครงสีในการทำงานจึงควรได้พิจารณาเกี่ยวกับการใช้ในทางจิตวิทยาด้วย ดังนี้

3.1 ใช้สีสดใสสำหรับกระตุ้นให้เด่นชัด เพื่อการมองในระยะเวลาสั้น ๆ เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการทำสื่อเพื่อการโฆษณาประชาสัมพันธ์

3.2 พึงระลึกไว้เสมอว่าการใช้สีมีจุดประสงค์ เพื่อต้องการเน้นให้เด่นชัด มุ่งส่งเสริมให้เนื้อหาสาระมีความชัดเจนขึ้น ถูกต้องขึ้นบางครั้งการใช้สีของนักออกแบบจะสามารถใช้สีได้อย่างอิสระเพื่อความสวยงาม บางครั้งก็จำเป็นต้องนึกถึงหลักความจริงและความถูกต้องอย่างเหมาะสม

3.3 การออกแบบงานพาณิชย์ศิลป์ งานกราฟฟิกต่าง ๆ อาจไม่จำเป็นต้องใช้สีเสมอไป ผู้ออกแบบจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมด้วยว่าควรใช้อย่างไร เพียงใด การกำหนดว่าจะใช้สีเพิ่มขึ้นมา 1 สีนั้นหมายความว่าต้องเพิ่มงบประมาณตามอีกจำนวนหนึ่งเสมอไป

3.4 ควรใช้สีให้เหมาะสมกับวัยของผู้บริโภค

3.5 การใช้สีมากเกินไป ไม่เกิดผลดีกับงานออกแบบอย่างแท้จริง เพราะสีหลาย ๆ สี อาจทำให้ลดความเด่นชัดของงานและเนื้อหาสาระที่ต้องการเสนอ

3.6 เมื่อใช้สีสดเข้มจัดคู่กับสีอ่อน ๆ จะทำให้ดูชัดเจนและมีชีวิตชีวา น่าสนใจ

3.7 การใช้สีพื้นในงานออกแบบสิ่งพิมพ์ที่มีพื้นที่ว่างมาก ๆ ไม่ทำให้เกิดผลในการเข้าใจเท่าที่ควร ควรหลีกเลี่ยง

3.8 ข้อพิจารณาสำหรับการใช้สีบนตัวอักษร ข้อความ คือ จะต้องให้ชัดเจน อ่านง่าย ควรลดเว้นการใช้สีตรงข้ามในปริมาณเท่า ๆ กัน บนพื้นที่เดียวกันหรือใกล้เคียง เพราะจะทำให้ผู้ดูต้องเพ่งมองมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดภาพซ้อนพร่ามัว โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระ เช่น ตัวอักษรสีแดงบนพื้นสีเขียว ความเด่นชัดของข้อความที่ต้องการจะเน้นความแตกต่างของสี จึงควรคำนึงเรื่องค่าน้ำหนักของสี (Tone of Color) ให้มากที่สุด

4. การเลือกใช้ภาพ การออกแบบรูปภาพในสื่อใด ๆ ก็ตาม จะสร้างความน่าสนใจได้ตึมน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับรูปแบบของภาพ รายละเอียดของภาพตลอดจนเทคนิควิธีการในการสร้างภาพความสมบูรณ์ของภาพ ที่นำมาใช้จะต้องทำหน้าที่สื่อความหมายบรรยายเนื้อหาและมีความสวยงาม องค์ประกอบที่จะสนับสนุนให้ภาพมีความโดดเด่นจะต้องประกอบด้วย

4.1 ลักษณะของภาพที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

4.2 รูปแบบภาพมีความสัมพันธ์กับรูปแบบของสื่อและต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักของงานนั้น ๆ

4.3 สีของภาพ ต้องชัดเจน

4.4 ขนาดของภาพ จากการศึกษาวิจัยพบว่า ภาพที่มีขนาดใหญ่ ได้รับความสนใจมากที่สุด การสร้างแรงจูงใจเกี่ยวกับขนาดของภาพ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การกำหนดสัดส่วนใน ทางกว้างและความยาวของภาพ ควรเลือกใช้ขนาดภาพที่มีลักษณะแปลกตา หรืออาจเป็นภาพเล็ก ๆ หลาย ๆ ขนาด หลาย ๆ รูปร่างมารวมกันเป็นรูปใหญ่

ลักษณะของภาพที่นำมาใช้ ย่อมมีวิธีการถ่ายทอดหลายรูปแบบ แต่ละแบบอาจเหมาะกับงานหนึ่งงานใดโดยเฉพาะ การจะกำหนดตายตัวลงไปย่อมเป็นการลำบาก ที่จะกำหนดว่างานลักษณะนี้เหมาะแก่งานอย่างไร ประสบการณ์ของนักออกแบบจะแยกแยะงานตามลักษณะการถ่ายทอด ซึ่งพอจะแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ด้วยกัน คือ

1. ภาพที่ถ่ายทอดตามความเป็นจริง (Realistic) เป็นภาพที่ดูแล้วเหมือนวัตถุจริงในธรรมชาติ มีการเน้นลักษณะ รูปร่าง รูปทรง แสงและเงา การใช้ให้เหมือนจริงมากที่สุด ได้แก่ การถ่ายภาพเหมือนจริง ภาพเขียนเหมือนจริง

2. ภาพที่ถ่ายทอดด้วยลักษณะการตัดทอน (Distortion) เป็นภาพที่พยายามดัดแปลงจากความเหมือนจริง โดยเสริมแต่งตัดทอนใหม่ ลดรายละเอียดบางอย่างภายในภาพออกไปและขณะเดียวกันก็ยังคงไว้ ซึ่งเค้าเดิมให้ผู้ดูทราบว่าเป็นอะไรเช่น ภาพการ์ตูน ภาพถ่ายบิดเบือน

3. ภาพที่ถ่ายทอดตามความรู้สึก (Abstraction) ไม่เป็นภาพไม่พรรณนาเรื่องราวตามความเป็นจริง แต่มองลึกลงไปในความรู้สึกภายในวัตถุหรือเกิดจากอารมณ์ส่วนลึกที่ผู้สร้างได้ถ่ายทอดออกมาเป็นเพียงสัญลักษณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ภาพที่ดีจะสามารถถ่ายทอดความรู้สึกของผู้เขียนภาพได้อย่างตรงไปตรงมา

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทั้งงานวิจัยภายในประเทศ และงานวิจัยจากต่างประเทศ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

จารุวัฒน์ อินทรบำรุง (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ และแบบไม่อธิบายคำตอบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาทิตย์ จิรวรรณผล (2538) ได้ศึกษาการค้นคว้าอิสระพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 93.91 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.41 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีคุณค่าและมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้เพื่อการเรียนการสอน ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

ดิลก บุญเรืองรอด (2540) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์พฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องยนต์ 1 เรื่องผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธีระ โสภณจิตต์ (2534) ได้ทำการวิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีแบบเครื่องกล 2 (APM 152) เรื่อง วิธีการเขียนภาพตัด ซึ่งได้นำไปทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 83.30 และมีประสิทธิภาพของผลลัพท์ร้อยละ 81.02 และได้ทดสอบผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แสดงว่าเมื่อเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว นักศึกษาได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

ชัยวัฒน์ บำรุงจิตต์ (2537) ได้ทำการวิจัยการทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้แนะแบบเคลื่อนไหวและแบบกระพริบอยู่กับที่ ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้แนะทั้งสองแบบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ (2540) การวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย เรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เฟส และ 3 เฟส นำไปทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น สามารถใช้ในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ 85.89/80.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

สุวรรณ เกษร (2537) ได้ทำการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคงทนและความชอบ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มที่มีขนาดแตกต่างกัน วิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2 ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมพงษ์ แคนสา (2533) ได้ทำการวิจัยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง คำสั่งในภาษาเบสิก ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิค กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2527 วิชา ไมโครคอมพิวเตอร์และการใช้งาน (ทศ. 32) บทเรียนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเนื้อหาและแบบทดสอบ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ PC Storyboard สร้างบทเรียน ทำการทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาเทคนิควิศวกรรมไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิค (ปวท.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ จำนวน 15 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.47/80.26 สูงกว่า เกณฑ์มาตรฐานตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ 80/80

วิชชุลาวัลย์ พิทักษ์ผล (2530) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนซ่อมเสริมโดยครูกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ตัวอย่างประชากร 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่ม

ที่หนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่สอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มควบคุมที่สอนซ่อมเสริมโดยครู เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ภาคตัดกรวย" คู่มือการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนเพื่อสอนซ่อมเสริม บันทึกการสอนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนซ่อมเสริมกลุ่มละ 8 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จากการสอนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยครูกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05

ไพโรอัมพล บุญช่วย (2535) ได้ทำการวิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการศึกษางานคั่นคว่ำอิสระ เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการเชื่อมโลหะ 1 เรื่อง สัญลักษณ์การเชื่อม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยนำไปใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2537 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี พบว่ามีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 88.50 และมีค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 82.17 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพ ในการนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอน สำหรับนักศึกษาเพราะเห็นได้ว่า เมื่อได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วนักศึกษาได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

ณรงค์ คำใหม่ (2538) ได้ทำการวิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียนหนองแสงวิทยา อำเภอหนองแสง จังหวัดอุดรธานี ผลการศึกษพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าประสิทธิภาพ 85.33/81.83 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.68 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนมีความก้าวหน้า บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

อนนท์ อุ่นยาง (2538) ได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เท่ากับ 83.33/72.00 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 และผลจากการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ก่าพล คำรงค์ศักดิ์ (2528) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากวิธีใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี" ใช้ตัวอย่างประชากร 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน กลุ่มหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอิสระ อีกกลุ่มหนึ่งแบบมีครูชี้แนะ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาเรื่องจุด เส้นตรง และแบบทดสอบ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ระเบียบ โพร็กลิ่น (2541) ได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ และความคงทนทางการเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีคำอธิบายในกรอบ 2 แบบ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีคำอธิบายในกรอบทั้ง 2 แบบ มีผลสัมฤทธิ์ และความคงทนทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Friedman (1974 : 700-A) ได้ทำการทดลองสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องคำสั่ง RPG ตามความต้องการของผู้เรียน สำหรับนักเรียนในชั้นมัธยมปลาย ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเข้าใจเนื้อหา และเรียนได้เร็วกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยาย

Mc Cuiston (1990 : 144-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบภาพคงที่และภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย Texas A& M ผลการวิจัยพบว่า ความชอบภาพสามมิติแบบภาพเคลื่อนไหวสูงกว่า แบบภาพคงที่ และ 25% ของกลุ่มตัวอย่างชอบภาพเคลื่อนไหวเป็นอย่างมาก

Olden (1982 : 355-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เกรด 9 ในวิชา คณิตศาสตร์ ด้วยการเรียนแบบบรรยายกับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Casner (อ้างใน ศิโรจน์ วัฒนา. 2541 : 36) ได้ศึกษาถึงทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเรียนจากการสอนปกติ และได้ทำการทดลองกับ 2 โรงเรียนโดยให้โรงเรียนหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนอีกโรงเรียนหนึ่งเรียนจากการสอนปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนทั้งสองโรงเรียนมีทัศนคติไม่แตกต่างกัน ระหว่างการใช้และไม่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ตามในแบบสอบถามทั้งหมด 20 รายการ มีอยู่ 5 รายการ ที่นักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีทัศนคติที่ดีกว่า นักเรียนชาย ที่เรียนจากการสอนปกติ และเมื่อให้ทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมี ความอยากทำมากกว่าอีกทั้งเห็นว่าปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสนุกสนาน

Wiser (1988 : 124) ได้ศึกษาผลของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องของความแตกต่าง ของความร้อนและอุณหภูมิ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง ในมโนทัศน์เรื่องความร้อน และความแตกต่างของความร้อนและอุณหภูมิ นักเรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะใช้เวลาในการทำความเข้าใจ ในมโนทัศน์เกี่ยวกับความร้อนน้อยกว่านักเรียนที่ไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Fredenberg (1974 : 799-A) ได้ทำการเปรียบเทียบการเรียนวิชาแคลคูลัส และเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนตามปกติ โดยทำการทดลองกับนักเรียนที่ Montana State University สหรัฐอเมริกา กลุ่มทดลองมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในห้องปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มควบคุมให้เรียนตามปกติ และมีการบ้านเสริมการเรียนผลการศึกษา สรุปได้ว่า ทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญ และทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ในทางปฏิบัติสูงในระดับเดียวกัน

Break (อ้างใน สีโรจน์ วัฒนา. 2541 : 36) ได้ทำการวิเคราะห์ทัศนคติ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีต่อการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียน โดยทดลองกับโรงเรียนมัธยม 29 แห่ง ในเนบราสกา ระหว่างปีการศึกษา 1978/1979 ปรากฏว่า

1. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากจะใช้กับวิชาคอมพิวเตอร์ศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนไม่มีทัศนคติในทางลบต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. นักเรียนหญิงมีทัศนคติในทางบวกต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่านักเรียนชาย
4. นักเรียนที่ศึกษาด้วยตนเอง มีทัศนคติต่อคอมพิวเตอร์ในทางบวกมากกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

จากงานวิจัยที่ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจะเห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสอนวิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิชาสามัญหรือวิชาช่าง เพราะผู้เรียนนั้นสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประสิทธิภาพที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนและสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมดังที่คาดหมาย เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้เกิดแรงจูงใจแก่ผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ ในเรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลกิ ของวิชาดิจิตอลเทคนิค ได้เป็นอย่างดี และสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนเรื่องนี้ไปเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาและนำไปปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

อนุวัฒน์ แก้วคูณ (2544) ได้กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน ว่ามีขั้นตอนในการดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. นำสื่อการสอนนั้น ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับผลการเรียนใน

วิชานั้นที่อยู่ในเกณฑ์ค่า จำนวน 1 คน โดยผู้วิจัยจะต้องนำสื่อการสอนนั้นไปหานักเรียน เพื่อที่จะได้ศึกษา และผู้วิจัยต้องคอยซักถามในแต่ละหน้า แต่ละเรื่องว่านักเรียนสงสัยหรือไม่เข้าใจเรื่องใดบ้าง ไม่ว่าจะ เป็นภาษาที่ใช้ เนื้อหา แบบฝึกทักษะ หรือ แบบฝึกหัดต่าง ๆ ผู้วิจัยต้องทำเครื่องหมายตรงส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

2. นำสื่อการสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากการทดลองในข้อ 1 ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่มีระดับผลการเรียนในวิชานั้นที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง จำนวน 5 - 10 คน โดยให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง และให้นักเรียนทำเครื่องหมายวงกลม หรือ กากบาท ตรงสิ่งที่ไม่เข้าใจ จากนั้นผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไข

3. นำไปหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน โดยวิเคราะห์จากคะแนนแบบฝึกหัด หรือจากแบบทดสอบระหว่างเรียน (โดยคิดจากสูตร E1) และ จากคะแนนการสอบหลังการทดลอง (โดยคิดจากสูตร E2)

4. การหาประสิทธิภาพส่วนใหญ่ จะตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80:80

โดยที่ 80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบระหว่างเรียน โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

ส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบหลังการเรียน โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

สูตรในการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน

$$\text{ใช้สูตร} \quad E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100$$

$$\text{ใช้สูตร} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

E_1 แทนค่า ประสิทธิภาพของสื่อการสอน คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

E_2 แทนค่า ประสิทธิภาพของสื่อการสอนคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum X$ แทนค่า ผลรวมของคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

| | | |
|------------|--------|--|
| ΣF | แทนค่า | ผลรวมของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน |
| A | แทนค่า | คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน |
| B | แทนค่า | คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน |
| N | แทนค่า | จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด |

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีองค์ประกอบ การดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละประมาณ 40 คน รวมนักศึกษาทั้งสิ้น 80 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากแบ่ง ออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

- กลุ่มที่ 1 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- กลุ่มที่ 2 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- กลุ่มที่ 3 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มควบคุม ที่เรียนแบบปกติ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งการสร้างเครื่องมือออกเป็น 3 ส่วนคือ

- 3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2.3 การสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบมีรายละเอียดในการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเนื้อหา เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ในวิชาดิจิทัลเทคนิค จากหนังสือและเอกสารที่ใช้ในการเรียนการสอนหลาย ๆ เล่มของแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

2. วิเคราะห์เนื้อหา โดยศึกษาหลักสูตรวิชา และกำหนดเป็นรายละเอียดหัวข้อย่อย จากนั้นจึงเขียนรายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาบทเรียน เพื่อนำไปสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเลือกใช้โปรแกรมชื่อ Authorware Version 4.0 ในการสร้างบทเรียน เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย สนับสนุนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกทั้งยังสนับสนุนการจัดฐานข้อมูลและยังสามารถติดต่อกับผู้ใช้ได้หลายรูปแบบอีกด้วย

3. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยออกแบบผังงาน (Flow Chart) และเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยศึกษาเนื้อหาจากเอกสาร และการจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหาการจัดกิจกรรมระหว่างบทเรียน และแบบทดสอบ การเขียนบทดำเนินเรื่อง ที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นเฟรมๆ ตามวัตถุประสงค์ และรูปแบบการนำเสนอโดยร่างเป็นเฟรมย่อย

4. ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ ผู้วิจัยจะนำต้นร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมา แก้ไขจุดบกพร่องให้สมบูรณ์เพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 3 ตอน

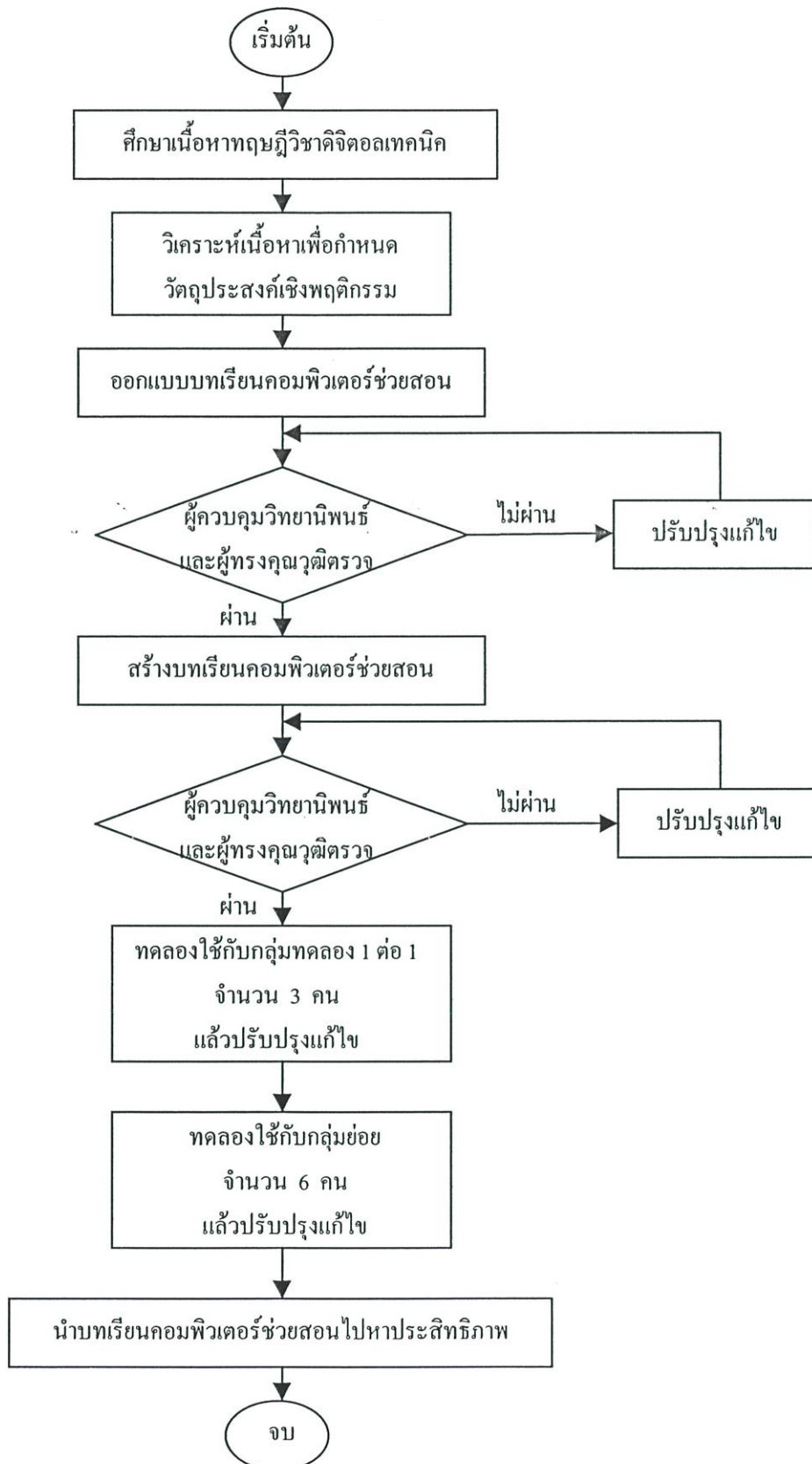
5. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำบทดำเนินเรื่องที่ได้รับการตรวจปรับมาแล้ว สร้างบทเรียนโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การแทนฟังก์ชันแบบมินเทอม และแบบแมกเทอม

ตอนที่ 2 การลดรูปสมการด้วยผังคาร์นอร์ชนิดต่าง ๆ

ตอนที่ 3 การลดรูปสมการที่กำหนดฟังก์ชันไม่สมบูรณ์

ซึ่งลักษณะบทเรียนเป็นแบบเชิงเส้น (Linear Type) ซึ่งการดำเนินเนื้อหาจะเป็นไปตามลำดับ โดยการนำเสนอเนื้อหาและมีคำถามประกอบ การเรียงลำดับเนื้อหาตามความยากง่ายและความสำคัญของเนื้อหา ผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนเนื้อหา และจะถูกถามคำถามที่เหมือนกัน ลำดับการนำเสนอเนื้อหาไม่มีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าผู้เรียนจะตอบคำถามได้ถูกต้องหรือไม่ก็ตามและบทเรียนที่สร้างขึ้นอยู่ในประเภทการสอน (Tutorial) และในส่วนนี้จะรวมถึงการบันทึกเสียงด้วย



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมส่วนอื่น ๆ เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องและเหมาะสม

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองแบบ 1 ต่อ 1 ใช้กับนักศึกษา จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และยังไม่เคยผ่านการเรียนในวิชานี้ ซึ่งเรียนในเกณฑ์เก่ง ปานกลาง และ อ่อน เกณฑ์ละ 1 คน ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์ และบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไข เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

8. หลังจากทำการทดลองใช้ครั้งที่หนึ่ง กับนักศึกษาแบบ 1 ต่อ 1 จำนวน 3 คนแล้วนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาในกลุ่มย่อย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และยังไม่เคยผ่านการเรียนในวิชานี้ ซึ่งเรียนในเกณฑ์เก่ง ปานกลาง และ อ่อน เกณฑ์ละ 2 คน จำนวน 6 คน ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์ และบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขเพื่อนำมาปรับปรุงบทเรียน

9. หลังจากทำการทดลองใช้ครั้งที่สอง กับนักศึกษาในกลุ่มย่อย จำนวน 6 คนแล้วนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปหาประสิทธิภาพ E1:E2 โดยดำเนินการกับนักศึกษาในกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

3.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชา และวิเคราะห์วัตถุประสงค์ เรื่องการลดรูปสมการและวงจรถอดวงจร เพื่อทำการออกข้อสอบ

2. การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรถอดวงจร แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ ซึ่งสร้างขึ้นให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งหมด

3. ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบ ภายหลังจากที่ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเสร็จแล้ว โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

4. ทดลองใช้แบบทดสอบ นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหาวิชานี้มาก่อน จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ผลจากการนำแบบทดสอบจำนวน 100 ข้อ ไปทดลองกับนักศึกษา แล้วนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาค่า P, R และ ค่าความเชื่อมั่น ดังสูตรต่อไปนี้

4.1 ค่าความยากง่าย (difficulty), P

$$\text{ใช้สูตร } P = \frac{R}{N} \quad (3.1)$$

| | | |
|---|--------|-----------------------------|
| P | แทนค่า | ความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ |
| R | แทนค่า | จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ |
| N | แทนค่า | จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด |

ขอบเขตของค่าความยากง่าย P และความหมาย

| | |
|-------------|------------------------------------|
| 0.80 – 1.00 | เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก |
| 0.60 – 0.79 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้) |
| 0.40 – 0.59 | เป็นข้อสอบที่ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) |
| 0.20 – 0.39 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) |
| 0.00 – 0.19 | เป็นข้อสอบที่ยากมาก |

ดังนั้นขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบควรอยู่ประมาณ 0.20 – 0.80
(รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

4.2 ค่าอำนาจจำแนก (discrimination), r

$$\text{ใช้สูตร } r = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}} \quad (3.2)$$

| | | |
|-------|--------|---------------------------------------|
| r | แทนค่า | ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ |
| R_u | แทนค่า | จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง |
| R_l | แทนค่า | จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน |
| N | แทนค่า | จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด |

ค่าอำนาจจำแนก r และความหมาย

| | | |
|-------------|-----------------------|--------------------------|
| 0.40 ขึ้นไป | อำนาจจำแนกสูง | คุณภาพของข้อสอบดีมาก |
| 0.30 – 0.39 | อำนาจจำแนกปานกลาง | คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร |
| 0.20 – 0.29 | อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้ |
| 0.00 – 0.19 | อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้ |

ดังนั้นขอบเขตค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.20 ขึ้นไป (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

4.3 ค่าความเชื่อมั่น (reliability), r_{tt} ใช้สูตร KR-20 (Kuder-Richardson Formula 20)

$$\text{ใช้สูตร } r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\} \quad (3.3)$$

| | | |
|----------|--------|---------------------------------------|
| r_{tt} | แทนค่า | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ |
| k | แทนค่า | จำนวนข้อสอบ |
| p | แทนค่า | สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ |
| q | แทนค่า | สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$ |
| S_t^2 | แทนค่า | ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด |

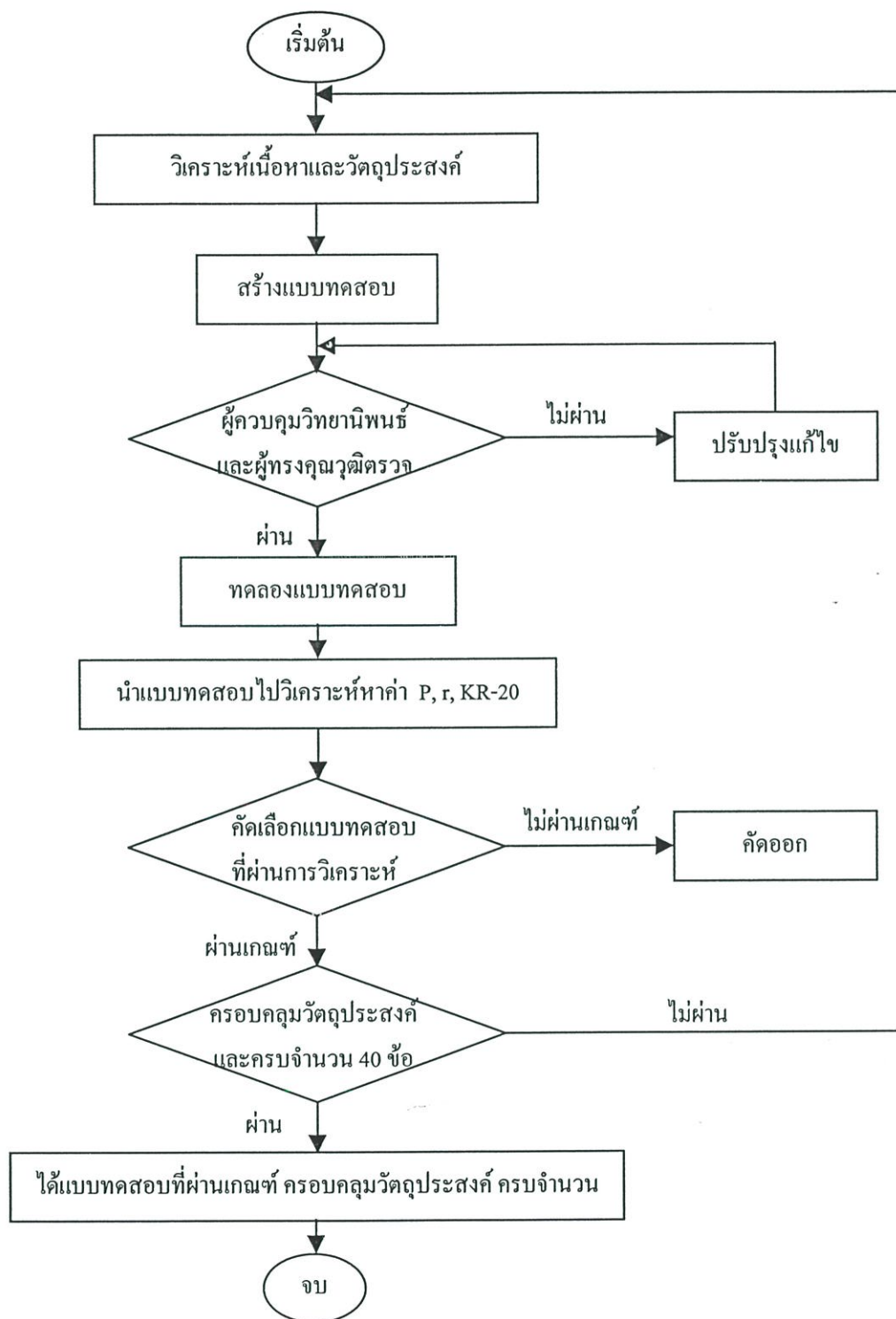
ค่าความเชื่อมั่นและความหมายของแบบทดสอบ

- ก) แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้
- ข) แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้
- ง) แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น -1.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นต่ำไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 (โอวาท พูลศิริ. 2540 : 170)

5. คัดเลือกแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว โดยการคัดแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้บรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนแบบทดสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะคัดออกไม่นำมาใช้

6. ครอบคลุมวัตถุประสงค์และครบจำนวน 40 ข้อ ตรวจสอบแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์นั้น ครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั้งหมด และครบตามจำนวนข้อ แล้วนำแบบทดสอบบรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

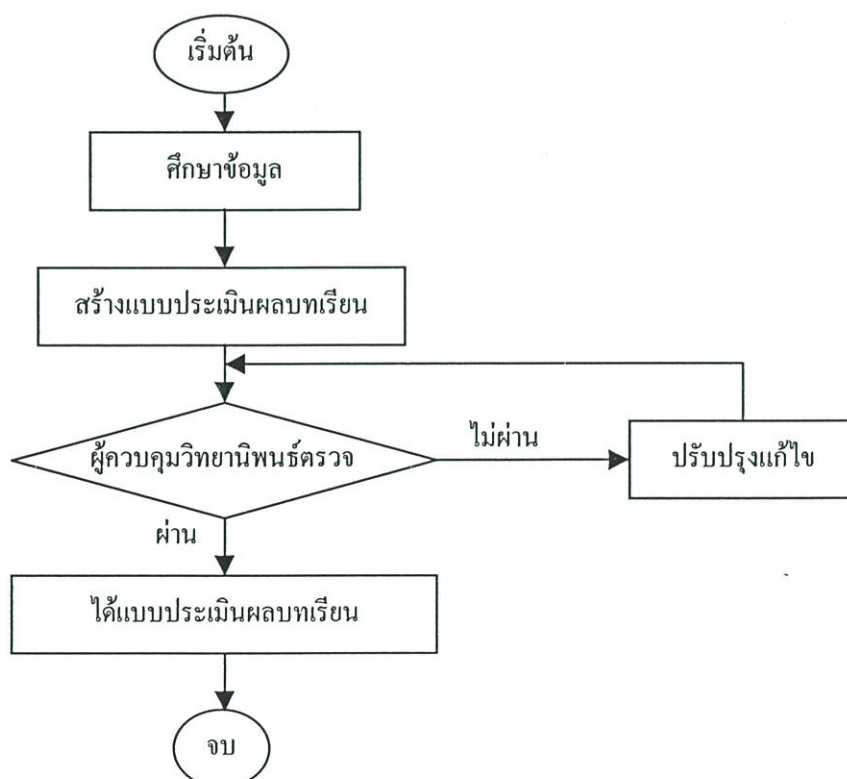
3.2.3 การสร้างแบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินผลดังมีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ การสร้างแบบประเมินผล รูปแบบของแบบประเมินผล วิธีการใช้งาน และหาข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดเป็นแนวทางการสร้างแบบประเมินผล วัตถุประสงค์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

2. ทำการสร้างแบบประเมินผลขึ้นมา โดยแบ่งแบบประเมินผลออกได้ 2 ด้าน คือ 1. แบบประเมินผลด้านเนื้อหา 2. แบบประเมินผลด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยตามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง, ด้านภาพ ภาษาและเสียง, ด้านตัวอักษรและสี, ด้านการจัดการบทเรียน, ด้านเวลาเรียน

3. ให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ พิจารณาความเหมาะสมจากนั้นได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อมูลที่ได้รับ

4. ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินผลจากผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ หลังจากนั้นจึงได้แบบประเมินผล ฉบับสมบูรณ์เพื่อเตรียมเก็บข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินผล เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ซึ่งเป็นแบบประเมินผลโดยกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ในการให้น้ำหนักคะแนนในระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

ระดับคะแนน 5 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง เห็นด้วยในระดับปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ย ของข้อคำถามแต่ละข้อ ได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้ (ประคอง กรรณสูตร. 2538 : 70)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 ถึง 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 ถึง 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 ถึง 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 ถึง 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 ถึง 1.49 หมายถึง มีความเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาในภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก โดยค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.72 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22 (ดูตารางที่ 6.4)

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อในภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก โดยค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.68 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 (ดูตารางที่ 6.5)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้นำ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ที่สร้างขึ้นให้นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ทดลองเรียน เพื่อหาความบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI และหาประสิทธิภาพบทเรียน ได้ดำเนินการทดลองดังนี้

1. ติดต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย หนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย และขอหนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2. นำหนังสือจากบัณฑิตศึกษา ติดต่อผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 เพื่อขออนุญาตและประสานงานใน การทดลองเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2

3. หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแจ้งกลุ่มตัวอย่างให้ทราบล่วงหน้าก่อนการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทดลองกับนักศึกษาในกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลากจากนักศึกษาทั้ง 2 ห้องเรียน จำนวน 20 คน

4. ขั้นตอนการทดลอง กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

4.1 จัดเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้พร้อม เพื่อผู้เรียนจะได้ใช้เครื่องได้ทันที

4.2 ให้ความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแก่ผู้เรียน

4.3 ผู้เรียนเปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อศึกษาเนื้อหาแต่ละตอน และทำแบบทดสอบท้ายตอน แล้วบันทึกคะแนน เพื่อหาค่า E_1

4.4 หลังจากศึกษาเนื้อหาจบ ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วบันทึกคะแนน เพื่อหาค่า E_2

5. ทำการทดลองหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาในกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

5.1 จัดเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้พร้อม เพื่อผู้เรียนจะได้ใช้เครื่องได้ทันที

5.2 ให้ความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแก่ผู้เรียน

5.3 ผู้เรียนเปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อศึกษาเนื้อหาแต่ละตอน หลังจากศึกษาเนื้อหาจบ ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วบันทึกคะแนน

6. ทำการทดลองหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาในกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ หลังจากศึกษาเนื้อหาจบ ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้วบันทึกคะแนน

6.1 จัดเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสอนให้พร้อม เพื่อผู้สอนจะได้สอนได้ทันที

6.2 ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาโดยผ่านครูผู้สอนจนจบเนื้อหา หลังจากศึกษาเนื้อหาจบ ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วบันทึกคะแนน

7. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน ในกลุ่มทดลอง และจากนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน ในกลุ่มควบคุม จำนวนหาค่า t-test และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS for Windows

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.4.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีการวิเคราะห์ดังนี้

3.4.1.1 หาค่าสถิติของแบบประเมินผลด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean) (อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย : 2541)

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

| | | |
|-----------|--------|-------------------------|
| \bar{X} | แทนค่า | ค่าคะแนนเฉลี่ย |
| $\sum fx$ | แทนค่า | ผลรวมของค่าคะแนนทั้งหมด |
| N | แทนค่า | จำนวนข้อมูลทั้งหมด |

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) (อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย :

2541)

$$\text{ใช้สูตร } SD = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} \quad (3.2)$$

| | | |
|-------------|--------|------------------------------|
| SD | แทนค่า | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| $\sum fx$ | แทนค่า | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด |
| $\sum fx^2$ | แทนค่า | ผลรวมกำลังสองของคะแนนทั้งหมด |
| n | แทนค่า | จำนวนข้อมูลทั้งหมด |

3.4.1.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ (Efficiency) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)

$$\text{ใช้สูตร } E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100 \quad (3.3)$$

$$\text{ใช้สูตร } E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (3.4)$$

E_1 แทนค่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

E_2 แทนค่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

ΣX แทนค่า ผลรวมของคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

ΣF แทนค่า ผลรวมของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

A แทนค่า คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B แทนค่า คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทนค่า จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.4.1.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่าง กลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ

สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนแบบปกติ การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน Two Independent Sample Test มีขั้นตอนในการพิจารณาการใช้สูตรดังนี้

1. ทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่ม (σ_1^2, σ_2^2) ว่าแตกต่างกันหรือไม่ ด้วยการทดสอบค่า F (F- test)

$$\text{ใช้สูตร } F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{กำหนดให้ } S_1^2 > S_2^2 \quad (3.5)$$

$$df_1 = n_1 - 1$$

$$df_2 = n_2 - 1$$

S_1^2 แทนค่า ค่าความแปรปรวนกลุ่มที่มีค่าตัวเลขมาก

S_2^2 แทนค่า ค่าความแปรปรวนกลุ่มที่มีค่าตัวเลขน้อย

df_1, df_2 แทนค่า ค่า F จากตาราง Critical Values of F

ถ้าค่า F ที่คำนวณได้ < ค่า F จากตารางให้ยอมรับ $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากร ไม่แตกต่างกัน (เท่ากับ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) ให้ใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance

ถ้าค่า F ที่คำนวณได้ > ค่า F จากตารางให้ปฏิเสธ $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ยอมรับ $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากร แตกต่างกัน (ไม่เท่ากัน $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) ให้ใช้สูตร t-test ชนิด Separate Variance

2. กรณีค่าความแปรปรวนของประชากรเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) ใช้ t-test ชนิด Pooled Variance ดังนี้

$$\text{ใช้สูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\frac{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}} \quad (3.6)$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

3. กรณีค่าความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) ใช้ t-test ชนิด Separate Variance ดังนี้

$$\text{ใช้สูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (3.7)$$

$$df = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{\frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} \right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{n_2 - 1}}$$

\bar{X}_1 แทนค่า ค่าคะแนนเฉลี่ยได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

\bar{X}_2 แทนค่า ค่าคะแนนเฉลี่ยได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

S_1^2 แทนค่า ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบปกติ

| | | |
|---------|--------|---|
| S_2^2 | แทนค่า | ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีการสอน |
| n_1 | แทนค่า | จำนวนนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน |
| n_2 | แทนค่า | จำนวนนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ |
| df | แทนค่า | ค่า t จากตาราง Critical Values of t |

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาดิจิทัลเทคนิค เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พ.ศ. 2540 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาดิจิทัลเทคนิค เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิกมาก่อน เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักศึกษาที่เรียนแบบปกติ โดยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนทดลองใช้ครั้งแรกกับกลุ่มทดลองแบบ 1 ต่อ 1 ขั้นตอนทดลองใช้ครั้งที่สองกับกลุ่มย่อย ขั้นตอนหาประสิทธิภาพของบทเรียนกับกลุ่มที่ 1 ในแต่ละขั้นตอนจะนำข้อมูลที่นำไปพัฒนาคุณภาพของบทเรียนในขั้นต่อไป จนกระทั่งได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพพอที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงตามวัตถุประสงค์ได้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอนและการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้เรียงลำดับไว้ดังนี้

- 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยจัดสร้างขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิ ทดลองใช้กับกลุ่มทดลองแบบ 1 ต่อ 1 จำนวน 3 คน ทดลองใช้กับกลุ่มย่อย จำนวน 6 คน ทดลองใช้กับกลุ่มที่ 1 (เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน) จำนวน 20 คน กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 ที่ไม่เคยผ่านการเรียนในเนื้อหาการลดรูปสมการและวงจรโลจิกมาก่อน จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้คะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

| บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | จำนวน นักศึกษา | คะแนน ระหว่างเรียน เต็ม 40 | E1 (%) | คะแนน หลังเรียน เต็ม 40 | E2 (%) |
|---------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| กลุ่มหาประสิทธิภาพ | 20 | 32.75 | 81.88 | 32.25 | 80.63 |

จากตารางที่ 4.1 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาดิจิทัลเทคนิค เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก มีประสิทธิภาพ 81.88:80.63 โดยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80:80

4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง ที่ศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ได้พิจารณาจากผลของคะแนนการทำแบบทดสอบของกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่ทำการเรียนแบบปกติ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสถิติการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

| กลุ่มตัวอย่าง | n | \bar{X} | SD | df | t-test |
|----------------------------|----|-----------|------|----|--------|
| กลุ่มทดลอง (เรียนด้วย CAI) | 20 | 31.75 | 2.68 | 38 | 1.36 |
| กลุ่มควบคุม (เรียนแบบปกติ) | 20 | 30.50 | 2.96 | | |

จากตารางที่ 4.2 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะพบว่าค่าเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่ทำการเรียนแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.75 และ 30.50 ตามลำดับ และค่า t ที่คำนวณได้ = 1.36 จากการเปิดตารางค่าวิกฤต t ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ค่า t = 1.69 (เมื่อ $df = n_1 + n_2 - 2$) ดังนั้นค่า t ที่ได้จากการคำนวณน้อยกว่าค่า t ที่เปิดจากตารางค่าวิกฤต t แสดงว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคิจิตตอลเทคนิค เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค ราชบุรี 2 ได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ โดยแบ่งเป็นสาระสำคัญ ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ในรายวิชาคิจิตตอลเทคนิค หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540

5.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก กับวิธีการสอนแบบปกติ

5.2 สมมติฐานการวิจัย

5.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ที่จัดสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละประมาณ 40 คน รวมนักศึกษาทั้งสิ้น 80 คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลากแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 60 คน ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- กลุ่มที่ 2 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- กลุ่มที่ 3 จำนวน 20 คน เป็นกลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง ประกอบด้วย

5.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก

เป็นบทเรียนที่ใช้สอนด้านเนื้อหาทฤษฎี วิชาดิจิทัลเทคนิค เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Authorware 4 แบบนำเสนอเนื้อหา (tutorial) มีลักษณะเป็นบทเรียนแบบเชิงเส้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา ส่วนเนื้อหา และแบบทดสอบหลังเรียน ในการศึกษาบทเรียนใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 60 นาที ในส่วนของเนื้อหาแบ่งเป็นตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 การกำหนดฟังก์ชันแบบมินเทอมและแมกเทอม ตอนที่ 2 การใช้ผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร ตอนที่ 3 การใช้ผังคาร์นอร์ชนิด 3 ตัวแปร ตอนที่ 4 การใช้ผังคาร์นอร์ชนิด 4 ตัวแปร และตอนที่ 5 การใช้ผังคาร์นอร์ที่กำหนดตัวแปรไม่สมบูรณ์

5.4.2 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการสร้างแบบประเมินเพื่อการศึกษาความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้แบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

1) แบบประเมินคุณภาพของสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 14 ข้อ แบ่งเป็น

- ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง จำนวน 7 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านภาพ และภาษา จำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านเวลาเรียน จำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นอื่นๆ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ

2) แบบประเมินคุณภาพของสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 23 ข้อ แบ่งเป็น

- ความคิดเห็นด้านการดำเนินเรื่อง จำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านภาพ และเสียง จำนวน 7 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านตัวอักษร และสี จำนวน 5 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านการจัดการบทเรียน จำนวน 4 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านเวลาเรียน จำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นอื่นๆ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อการศึกษา (Educational Research and Development) โดยผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรถอดรูป เป็นสื่อการเรียนรู้ในวิชาดิจิทัลเทคนิค สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาเรียนประมาณ 60 นาที บทเรียนนี้สร้างขึ้นเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

5.5.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การลดรูปสมการและวงจรถอดรูป ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และสอดคล้อง จำนวน 6 ท่าน โดยประเมินตามรายการแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แจกให้ นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยต้องผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดตั้งแต่ระดับ 3.50 ขึ้นไป เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข เตรียมที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

5.5.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาดิจิทัลเทคนิค และยังไม่เคยศึกษาในเนื้อหาเรื่องการลดรูปสมการและวงจรถอดรูปมาก่อน ใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลากจากนักศึกษาทั้ง 2 ห้อง จำนวน 20 คน

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

5.6.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิเคราะห์ได้ว่า $E_1:E_2$ เท่ากับ 81.88:80.63 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80:80

5.6.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หาค่าสถิติโดยใช้ t-test ชนิด Pooled Variance ทดสอบความแตกต่างของคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการเรียนแบบปกติ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเท่ากับ 31.75 และ 30.50 คะแนน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.7 สรุปผลการวิจัย

5.7.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรถลจิกได้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบท้ายบทเรียน 81.88:80.63

5.7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการสอนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากวิธีการสอนแบบปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

เทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่มีบทบาทต่อการเรียนการสอนมากขึ้น คือ การเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นวิธีการที่จะแบ่งเบาภาระในการสอนของครูลงได้มาก เนื่องจากบทเรียนดังกล่าว มีวัตถุประสงค์สำคัญให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้เรื่องต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในบทเรียนแต่ละตอนได้ ซึ่งอาจใช้เวลาต่างกัน ทำให้สามารถแก้ปัญหาความแตกต่างกันระหว่างผู้เรียนในแต่ละคน และปัญหาการขาดแคลนครูได้ การเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ จึงเป็นวิธีการศึกษาอีกวิธีหนึ่งที่จะให้การสนับสนุน

5.8.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากผลการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรถลจิก ในรายวิชาดิจิทัลเทคนิค รหัสวิชา 3105-1008 สามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้ได้ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2540 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 81.88:80.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80:80

และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนมีค่า 81.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เนื่องจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน นักศึกษาจะได้ทำทีละตอน หลักจากที่เรียนจบในแต่ละตอน นักศึกษาสามารถจดจำเนื้อหาได้ง่าย ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้มีค่า 80.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เช่นกัน แต่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้รวมเนื้อหาของบทเรียนทั้งหมดเข้าด้วยกัน ทำให้เนื้อหามากขึ้น และแบบทดสอบส่วนมากจะเป็นรูปแบบและการใช้งานผังคาร์นอร์ ในการลดรูปสมการและวงจรลอจิก ซึ่งมีสัญลักษณ์ทางด้านเทคนิคเป็นตัวกำหนดรูปแบบ จึงทำให้นักศึกษาเกิดความสับสนในการทำแบบทดสอบ อันทำให้คะแนนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลงเล็กน้อย ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน จึงมีค่าสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ 81.88:80.63 ซึ่งสอดคล้องกับ จรรย์ แสงราช (อ้างใน จันนิภา อิศรัตน์. 2541 : 62) การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1 มีประสิทธิภาพ 81.48:80.46 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80:80 สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ (2540 : ค) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย เรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เฟส และ 3 เฟส ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น สามารถใช้ในการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ 85.89:80.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 และสมพงษ์ แคนสา (2533 : ค) ได้ทำการวิจัยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง คำสั่งในภาษาเบสิก ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.47:80.26 สูงกว่า เกณฑ์มาตรฐานตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80:80

5.8.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับวิธีการเรียนแบบปกติ

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุมาจากผู้วิจัยได้นำเนื้อหาในขั้นการออกแบบเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Story Board) ที่เสร็จสมบูรณ์แล้วให้กับทางครูผู้สอนที่สอนแบบปกติไว้ใช้ในการสอนเพื่อที่จะให้ได้เนื้อหาในการดำเนินสอนเป็นไปในแนวทางที่คล้ายคลึงกัน และประกอบกับทางครูผู้สอนที่สอนโดยวิธีการสอนแบบปกตินั้น ได้ทำการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วย จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน

แต่เมื่อมาพิจารณาการคำนวณค่าทางสถิติระหว่าง ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ในด้านของตัวเลขแล้วจะเห็นได้

ว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.75 ซึ่งมีค่าสูงกว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.50 ซึ่งอาจมีสาเหตุดังนี้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ดำเนินการสร้างตามรูปแบบ Tutorial Method และหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorial ซึ่งจะยึดหลักการเรียนการสอน ที่มีพื้นฐานมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นตอนของ Gagne คือ 1. การเร้าความสนใจ (Gain Attention) 2. บอกวัตถุประสงค์ (Define Objective) 3. ทบทวนข้อความรู้เดิม (Activate Prior-knowledge) 4. เสนอเนื้อหา (Present Information) 5. แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) 6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) 7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) 8. ทดสอบ และ 9. ความรู้หลังบทเรียน (Access Performance) อันเป็นการช่วยให้เกิดความคงทนของการเรียน และการนำไปใช้งาน (Promote Retention and transfer) จากการออกแบบให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเป็นแบบเชิงเส้น (Linear Type) ที่มีการเรียงลำดับความยากง่าย ของแต่ละตอนของเนื้อหาเอาไว้ และไม่มีการกำหนดเวลาในการเรียนการสอน เมื่อผู้เรียนทำการศึกษาเนื้อหาแล้วหากไม่เข้าใจก็สามารถที่จะทำการทบทวนบทเรียนได้ใหม่ซึ่งจะส่งผลให้ คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่า ร้อยละ 80 ซึ่งสอดคล้องกับหลักการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง ซึ่งแต่ละคนอาจจะเรียนช้า หรือเรียนเร็วก็ขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐาน และความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนเอง (Stolurow. อ้างใน นพพร มานะ. 2542 : 1) ซึ่งหลักการ Tutorial Method นี้ จะเป็นรูปแบบพื้นฐานของการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีลักษณะการสอนเป็นรายบุคคล (one-on-one situation) โดยจะมีโครงสร้างและขั้นตอนของบทเรียนที่จะเริ่มต้นด้วย ส่วนนำ ซึ่งเป็นการบอกจุดประสงค์ และลักษณะของบทเรียน จากนั้นจึงจะเริ่มเข้าสู่เนื้อหาของบทเรียน ภายในบทเรียนนั้นได้กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และลำดับเนื้อหาบทเรียนให้ต่อเนื่อง จากง่ายแล้วค่อย ๆ ซับซ้อนขึ้น มีแบบฝึกหัดแต่ละจุดประสงค์ระหว่างทำแบบฝึกหัด บทเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับนักศึกษา ถ้านักศึกษาตอบคำถามแบบฝึกหัด ถูกต้องก็จะมีเสียงปรบมือ หรือถ้าตอบผิดก็จะมีเสียง error ให้นักศึกษาทราบ เพื่อเป็นการเร้าความสนใจ เพราะฉะนั้นนักศึกษาแต่ละคนจึงอาจจะใช้เวลาในการเรียนมากหรือน้อยแตกต่างกัน ตามความสามารถของตนเองจนบรรลุวัตถุประสงค์ ดังที่ Heinich and Others (อ้างใน มงคล แพทองคำ. 2539 : 49-50) กล่าวไว้ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนที่มีลักษณะของบทเรียนโปรแกรมให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าทำการเรียนได้ตามความสามารถของตนเองอย่างช้า ๆ และนักศึกษาที่เรียนเร็วก็สามารถเรียนได้ตามความสามารถของตน ไม่ต้องเสียเวลารอเพื่อนที่เรียนช้า และในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยยังคำนึงถึงหลักการเลือกใช้สีและภาพ เพื่อเป็นการจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียน และทำให้ไม่เกิดความรู้สึกรำคาญ (สมชาย ทรงประกอบ. 2541 : 3)

ซึ่งแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรถอดรูป สามารถให้ความรู้แก่นักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชัยวัฒน์ บำรุงจิตต์ (2537 : ค) ซึ่งได้ทำการทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการขึ้นแบบเคลื่อนไหวและแบบกระพริบอยู่กับที่ ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการขึ้นทั้งสองแบบ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สุวรรณ เกษร (2537 : 44-46) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนและความชอบจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มที่มีขนาดแตกต่างกัน วิชาอิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2 ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดิลก บุญเรืองรอด (2540 : ค) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์พฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องยนต์ 1 เรื่องผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระเบียบ โพธิ์กลิ่น (2541 : ค) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ และความคงทนทางการเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีคำอธิบายในกรอบ 2 แบบ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีคำอธิบายในกรอบทั้ง 2 แบบ มีผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จารุวัฒน์ อินทรบำรุง (2540 : ค) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกัน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ และแบบไม่อธิบายคำตอบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วน Lee (อ้างใน จารุวัฒน์ อินทรบำรุง. 2540 : 58) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกัน ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับต่างกัน ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเหมือนกัน และ Kulhavy and Anderson (อ้างใน จารุวัฒน์ อินทรบำรุง. 2540 : 58) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการให้ข้อมูลป้อนกลับพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการให้ข้อมูลป้อนกลับทั้งสองรูปแบบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์เป็นที่รู้จักและมีใช้กันอย่างแพร่หลาย มีใช้กันส่วนตัวมากขึ้น ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเหมาะสำหรับการเรียนเพิ่มเติมและทบทวน ในยุคปัจจุบันและอนาคตโดยเฉพาะคอมพิวเตอร์กราฟฟิก สามารถสร้างภาพเพื่อดึงดูดความสนใจผู้เรียนไปสู่เนื้อหาได้เป็นอย่างดี การสร้างภาพเคลื่อนไหวและภาพจำลองการทำงานที่มองไม่เห็นและเข้าใจยาก ทำ

ให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนเพิ่มเติมทบทวนได้ทุกเวลาที่ผู้เรียนต้องการ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องพิจารณาถึงกลุ่มผู้เรียนเป็นหลัก และสร้างให้สอดคล้องเหมาะสมกับกลุ่มของนักศึกษา

5.9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.9.2.1 เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รายงานผลการเรียนแบบทดสอบแต่ละตอน ถ้าคะแนนไม่ถึง 80% ควรสร้างโปรแกรมให้ผู้เรียนย้อนกลับไปศึกษาใหม่เพื่อให้ได้คะแนนตามเกณฑ์

5.9.2.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นระบบมัลติมีเดีย (Multimedia) ที่มีภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบบทเรียนในบทเรียน ควรเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะรองรับข้อมูลที่จะนำเสนอได้ มิฉะนั้นจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์แสดงผลหน้าจอช้า อาจมีผลต่อผู้เรียนทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการรอกอยได้

5.9.2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเสียงประกอบบทเรียน จึงควรจัดเตรียม หูฟัง (headphones) เพื่อไม่ให้เสียงดังรบกวนสมาธิผู้เรียนคนอื่น

5.9.2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถนำไปใช้สอนซ่อมเสริม เพื่อปรับพื้นฐานวิชาดิจิทัลเทคนิค เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก และควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปใช้เป็นการสอนคู่กับการสอนปกติ

5.9.2.5 ควรบันทึกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ในแผ่นซีดีรอม และนำเก็บไว้ในห้องสมุด โดยห้องสมุดจะต้องจัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะรองรับโปรแกรมการใช้งานนี้ได้ และมีจำนวนเพียงพอที่จะให้ผู้เรียนสามารถยืมนำไปศึกษาต่อที่บ้านได้ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนหรือบุคคลทั่วไปที่สนใจได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองเมื่อมีเวลาว่าง

5.9.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.9.3.1 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนวิธีอื่น ๆ

5.9.3.2 ควรมีการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบอื่น ๆ เช่น สถานการณ์จำลอง แบบฝึกทักษะ ในวิชาดิจิทัลเทคนิค

5.9.3.3 ควรสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาดิจิทัลเทคนิค ให้ครบทุกเนื้อหาวิชา แล้วนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

5.9.3.4 ควรมีการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง กลาง ต่ำ เพื่อศึกษาความสามารถในการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมอาชีวศึกษา. 2540. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540**. จ. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- กรมอาชีวศึกษา. 2541. “การฝึกอบรมและสัมมนาครูช่างอิเล็กทรอนิกส์วิชาดิจิตอลเทคนิค.” ตำราเรียนประกอบการฝึกอบรมและสัมมนาครูช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิชาดิจิตอลเทคนิค. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. **เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กำพล ดำรงค์วงศ์. 2528. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านพุทธิพิสัยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” ปรินญา นีพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2536. **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : บริษัท เอ็ดดิสัน เพรส โพรดักส์ จำกัด.
- ขนิษฐา ชานนท์. 2532. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.” **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. ฉบับปฐมฤกษ์ : 7-13.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. 2531. “อนาคตของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย.” **ไมโครคอมพิวเตอร์**. 4(36) : 144.
- จันนิภา อิศรัตน์. 2541. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องสารกึ่งตัวนำ ไดโอด และทรานซิสเตอร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จารุวัฒน์ อินทรบำรุง. 2540. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกัน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ฉลอง ทับศรี. 2535. “ซีเอไอเป็นไปได้ไหมในเมืองไทย.” **วารสารรามคำแหง**. 15(3) : 1-8.
- ชม กิมปาน. 2538. **ดิจิตอลและการออกแบบทางตรรก**. กรุงเทพฯ : บริษัท อิเล็กทรอนิกส์ เวลด์ จำกัด.
- ชัยวัฒน์ บำรุงจิตต์. 2537. “การศึกษาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้แนะแบบเคลื่อนไหวและแบบกระพริบอยู่กับที่ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

- มหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณรงค์ คำใหม่. 2538. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ดิลก บุญเรืองรอด. 2540. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์พฤติกรรมทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องยนต์ 1.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2529. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI).” กรุงเทพฯ : คอมพิวเตอร์รีวิว. 3 (32) : 56-67.
- ธีระ ไสภณจิตต์. 2534. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเขียนแบบภาพตัด วิชาเขียนแบบเครื่องกล (APM152).” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นงนุช วรรณวหะ. 2535. คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง เอกสารอัดสำเนา.
- นพพร มานะ. 2542. “ผลการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการฝึกอบรม เรื่องเทคนิคการแก้ปัญหา ระบบปฏิบัติการเครื่องคอมพิวเตอร์.” ปริญญาโทศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ประคอง วรรณสุด. 2538. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. ฉบับปรับปรุงแก้ไข. ปทุมธานี : บริษัทศูนย์หนังสือ ดร.ศรีสง่า จำกัด.
- ผดุง อารยะวิญญู. 2527. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- ไพโรธมพล บุญช่วย. 2535. “การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอภาพชิ้นงาน 3 มิติแบบภาพหมุนและแบบภาพคงที่ ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค 1.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ไพโรจน์ ติรณธนากุล. 2521. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา. 2515. สื่อการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- มงคล แพทองคำ. 2539. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ วิชาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กำหนดอัตราความก้าวหน้า โดยผู้เรียนและโดยโปรแกรมของนักศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มนต์ชัย เทียนทอง. 2539. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึกอบรมครู-อาจารย์และนักฝึกอบรม เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิตบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. เอกสารอัดสำเนา.
- ยุพิน พิพิธกุล. 2527. การนิเทศการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533. คู่มือทำการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- ระเบียบ โพธิ์กลิ่น. 2541. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีคำอธิบายในกรอบ 2 แบบ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วสันต์ อติศัพท์. 2530. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารศึกษาศาสตร์. 3(9) : 75-90.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. 2534. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารจันทร์เกษม. 2(38) : 19-24.
- วิษุลาวัลย์ พิทักษ์ผล. 2530. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนซ่อมเสริมโดยครูกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีระ ไทยพานิช. 2526. “บทบาทและปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” รวบรวมบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ.
- ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534. “แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” คอมพิวเตอร์รีวิว. 8(78) : 173-179.
- ศิริโรจน์ วัฒนา. 2541 “การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง วงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้าในเครื่องทำความเย็นขนาดเล็ก.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- สมชาย ทรงประกอบ. 2541. “ผลการรับรู้และความชอบคู่สื่อดำเนินการกับพื้นบนจอคอมพิวเตอร์ของ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนคร ได้.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิต วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สมพงษ์ แคนสา. 2533. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องคำสั่งในภาษาเบสิก.” วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง เอกสารอัดสำเนา.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. รวมศัพท์เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์. 2540. “การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสและ 3 เฟส.” วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุวรรณ เกษร. 2537. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคงทนและความชอบ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มที่มีขนาดแตกต่างกัน วิชา อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสาวคนธ์ อุ่นยนต์. 2541. “การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดียวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อนนท์ อุ่นยาง. 2538. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อยโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อร่ามศรี อาภาอกุล. 2537. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนสไลด์ เทปวีดิทัศน์ และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการควบคุมไฟฟ้าและนิวมติก.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย. 2541. “เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติสำหรับการวิจัย เรื่อง การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง.” กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- อาทิตย์ จิรวัดนผล. 2538. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อนุวัฒน์ คุณแก้ว. 2544. “การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน.” [Online]. Available : <http://www.ripb.ac.th/elearn/ekaru/c7efficient.htm>.
- โอวาท พูลศิริ. 2540. “การผลิตวัสดุเทคโนโลยีการสอนวิทยาศาสตร์.” กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- Break, John James. 1979. “An Analysis of student Attitude Toward Computer - Assisted Instruction in Nebraska Public High Schools.” Dissertation Abstract International.
- Casner, J, L. 1978. “A Study of Attitudes Toward Mathematics of Eight Grade Students Reciving Computer - Assisted Instruction and Students Reciving Conventional Classroom Instruction.” Dissertation Abstract International.
- Fredenberg, Virgil Grant. 1994. “Supplemental Visual Computer - Assisted Instruction and Student Achievement in Freshman College Calculus (Visualization).” Dissertation Abstract International. 55(01) : 59-A
- Friedman, Lucille T. 1974. “Programmed Lesson in Computer Programming for New York City High School Senior.” Dissertation Abstract International. 29 : 799-A
- Hall, K. A. 1982. “Computer Based Education.” in Encyclopedia of Educational Research. 5 th ed. Vol.1 : 326-363
- Mc Cuiston, Patrich Jay. 1990. “Statec VA . Dynamic Visuals in Computer - Assisted Instruction.” Dissertation Adstracts International.: 144-A
- Oden, Robin Earl. 1982. “Wan Assessment of the Effectiveness of Computer - Assisted Instruction on Altering Teacher Behavior and Attitudes of Ninth Grade Pre-Algebra Mathematics Student.” Dissertation Abstract International. A3 : 355-A.
- Wiser, M. 1988 “The Differentiation of Heat and Temperature : Evaluation of the Effect of Microcomputer teaching of Students Microception.” Resource in Education. 23 : 124.

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือราชการ
- ภาคผนวก ข โครงสร้างหลักสูตร
- ภาคผนวก ค รายงานผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบสื่อการสอน
- ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูล
- ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย



ที่ ทบ 1504 1656

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนจตุรบูรพา แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

พฤษภาคม 2544

เรื่อง ขอลาความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 2

ด้วย นายสิโรตม์ กงมาชีพ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การคลุมโปงการเคาะวงจรโตจิก” คณะวิศวกรรมศาสตร์
จึงขอความร่วมมือของท่าน ให้นักศึกษาได้ทดลองใช้แบบทดสอบและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายธรรมศักดิ์ นิยมสาร)

รองคณบดีฝ่ายพัฒนาศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัญชาการติศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร.3269040



ที่ กษ 1504/ 1656

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนจลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

หมายเลข 2544

เรื่อง ขอกความร่วมมือให้นักศึกษามาลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 2

ด้วย นายศิริโรตม์ งามเกี๊ยะ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลสัมฤทธิ์ของตัวต่อช่วยสอน เรื่อง การควบคุมสถานการณ์จราจรโลก" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ให้นักศึกษาได้ทดลองใช้แบบทดสอบและมาเตรียมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอคุณในความร่วมมือ
ขอ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายองรงศักดิ์ พิมพ์สาร)

รองอธิการบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

เป็นผู้บริหารการแทนอธิการบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504 1664

คณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนคลองกรุง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

พฤษภาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้อบรมลูกศิษย์รางวัลเครื่องมือการวิจัย

เรียน อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบขอเสนอขอรับการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายศิริโรจน์ กงมาชีพ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศิลปกรรม คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทางอิเล็กทรอนิกส์ ”

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีผลการปฏิบัติงานสมควรได้รับรางวัลเครื่องมือการวิจัย และขอเสนอขอรับการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบก่อนเรียน และ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมสมควรที่จะช่วยให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาของงานจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นายศิริโรจน์ กงมาชีพ มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ หิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504. 1664

คณะกรรมการอุดมศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนลาดกระบัง เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10520

เมษายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สิริวิษ วัฒน...

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบเครื่องมือการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสิโรจน์ ลงมาชีพ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาแห่งภา
จาชีวิตและเทคนิกลูกคน จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การควบคุมคุณภาพ
และการจรรยาบรรณ "

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีคุณวุฒิ สามารถตรวจสอบเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบด้านเนื้อหา
และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้นซึ่งผล
การตรวจของท่านจะช่วยให้เรเก็บข้อมูลของ นายสิโรจน์ ลงมาชีพ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ตอบกลับด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ นิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504 1664

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนคลองกรุง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๖ เมษายน 2544

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเรื่องเมื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ทรงศักดิ์ เจริญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายศิริโรตม์ กงมาชีพ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การคลุ่รูปสมการและวงจรโกลจิก ”

คณะกรรมการอุดมศึกษา เห็นว่า ท่านเป็นผู้มีคุณวุฒิ สามารถเกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเรื่องเมื่อการวิจัยก่อนแบบทดสอบฉบับนี้ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่า มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสม สมบูรณ์พอที่จะใช้ประกอบการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นายศิริโรตม์ กงมาชีพ นักศึกษามหาวิทยาลัยได้สูงขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ ให้ท่านเมตตาช่วยเหลือของของบุคคลเป็นอย่างข้งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายทรงศักดิ์ เจริญ)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3269040



ที่ ทบ 1504- 1664

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

พฤษภาคม 2544

เรื่อง ขอลงบัญชีเป็นกรรมการลูกเสือตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พรชัย นันทนเศรษฐ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดลองขอตั้งกรรมการ จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสิทธิโรจน์ ลมมาชีวะ นักศึกษาระดับปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีการศึกษาและการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีสยาม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนการสอนที่อาจารย์ช่วยสอน เรื่อง การลงรูปส่งผลการและวารสารโสตศึกษา "

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถที่เข้าลักษณะเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดลองแบบเทคนิคการผลิตสื่อ และบทเรียนสอนที่อาจารย์ช่วยสอน ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่าแม้มีลักษณะของและเหมาะสมโดยเนื้อหาของจึงผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นายสิทธิโรจน์ ลมมาชีวะ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนขอเชิญโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ ให้ชื่อของท่านได้แก่ และ ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ นิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 โทร. 3692

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504 1664

คณะครูสาครอุดรสาครธรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนจลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

พฤษภาคม 2544

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์รัชชัย วัฒนมาญจโกสกา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสิโรตม์ คงมาชีพ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการ
อาชีวศึกษาและผลิตศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การลดรูปสมการ
และ วงจรโลจิก ”

คณะครูสาครอุดรสาครธรรม พิจารณาดังเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบต้นแบบ
เทคนิคการผลิตสื่อ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังที่แบบมาพร้อมนี้ว่าเมื่อนี้อาจถูกต้องและเหมาะสมมาก
น้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นายสิโรตม์ คงมาชีพ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบพระ
คุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายฉกรรจ์ ทิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3269030



ที่ ทม 1504. 1664

คณะกรรมาธิการวุฒิสภา

สภานิติบัญญัติแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร

ถนนจตุรพักตรพิมาน กรุงเทพมหานคร 10520

๒๕๔๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์เขาวลัยกัญญา บุญอยู่

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายสิโรตม์ ลงมาซิท นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การควบคุมวงจร และวงจรโลจิก"

คณะกรรมาธิการวุฒิสภา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถดีพอที่จะ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจร่างเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบด้าน
เทคนิคการผลิตสื่อ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสม
น้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นายสิโรตม์ ลงมาซิท มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ ขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ ทิมสาร)

รองกณบดีฝ่ายโสตทัศนศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนกณบดี

หน่วยโสตทัศนศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร.3269040

ภาคผนวก ข

โครงสร้างหลักสูตร

- หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540
- วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- เนื้อหาวิชา เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก
- การวิเคราะห์เนื้อหา เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โครงสร้างหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

ผู้ที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ต้องศึกษารายวิชาในหมวดวิชาต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 92 หน่วยกิต ดังต่อไปนี้

| | | |
|---|---------------------------|--------------------|
| 1. หมวดวิชาพื้นฐาน | | 18 หน่วยกิต |
| 2. หมวดวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า | | 61 หน่วยกิต |
| 2.1 วิชาชีพพื้นฐาน | (20 หน่วยกิต) | |
| 2.2 วิชาชีพเฉพาะ | (21 หน่วยกิต) | |
| 2.3 วิชาชีพเลือก | (ไม่น้อยกว่า 16 หน่วยกิต) | |
| 2.4 ฝึกงาน/โครงการ | | |
| โครงการวิชาชีพ | (4 หน่วยกิต) | |
| 3. หมวดวิชาเลือกเสรี ไม่น้อยกว่า | | 13 หน่วยกิต |
| | รวม ไม่น้อยกว่า | 92 หน่วยกิต |

คำอธิบายรายวิชา

3105-1008 ดิจิตอลเทคนิค 2 - 3 - 3

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้เข้าใจหลักการวิเคราะห์ และออกแบบวงจรดิจิทัล การออกแบบ การวัดและทดสอบ วงจรดิจิทัล และมีทัศนคติในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรคอมบินเนชัน การลดรูปสมการและวงจรลอจิก วงจรมัลติเพล็กซ์ ดีมัลติเพล็กซ์ ดีโค้ดเดอร์ เอ็นโค้ดเดอร์ คอมพารเตเตอร์ วงจรโมโนสเตเบิลและสัญญาณนาฬิกา ฟลิป-ฟลอป วงจรนับรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์ วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์ โครงสร้างและการใช้งานหน่วยความจำแบบต่าง ๆ วงจรเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัลกับแอนะล็อก

ปฏิบัติ การทดสอบวงจรดิจิทัลคอมบินเนชัน และซีเควนเช็ล การประยุกต์ใช้วงจรดิจิทัลในงานวิชาชีพ

หน่วยการสอนของวิชาดิจิทัลเทคนิค (3105-1008)

จากคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์รายวิชาของวิชาดิจิทัลเทคนิค (3105-1008) สามารถทำการแบ่งหน่วยการสอนออกเป็น 16 หน่วย และทำการแบ่งหน่วยการสอนทั้ง 16 หน่วยนี้ให้สัมพันธ์กับจำนวนคาบเรียนตลอดทั้ง 18 สัปดาห์ ใน 1 ภาคเรียนได้ดังตารางแผนการสอนรายสัปดาห์ต่อไปนี้

ตารางที่ 6.1 แสดงหน่วยการเรียนการสอน วิชาดิจิทัลเทคนิค และจำนวนคาบการสอน

| สัปดาห์ที่ | หน่วยที่ | หน่วยการสอนเรื่อง | ทฤษฎี (คาบ) | ปฏิบัติ (คาบ) |
|------------|----------|---|-------------|---------------|
| 1 | 1 | พีชคณิตบูลีนและวงจรลอจิกเกทเบื้องต้น | 2 | 3 |
| 2 | 2 | การวิเคราะห์และออกแบบวงจรลอจิก | 2 | 3 |
| 3 | 3 | การลดรูปสมการและวงจรลอจิก | 2 | 3 |
| 4 | 4 | วงจรคอมบิเนชันเบื้องต้น | 2 | 3 |
| 5 | 5 | วงจรเข้ารหัสและถอดรหัส | 2 | 3 |
| 6 | 6 | วงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ | 2 | 3 |
| 7 | 7 | วงจรฟลิป-ฟลอป | 2 | 3 |
| 8 | 8 | วงจรมับและเลื่อนสัญญาณข้อมูล | 2 | 3 |
| 9 | | สอบกลางภาค | 2 | 3 |
| 10 | 9 | วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวติไวเบเรเตอร์ | 2 | 3 |
| 11 | 10 | วงจรแอสเตเบิลมัลติไวเบเรเตอร์ | 2 | 3 |
| 12 | 11 | ไอซีไทม์เมอร์และวงจรไอซีไทม์เมอร์เบื้องต้น | 2 | 3 |
| 13 | 12 | ภาคคำนวณทางคณิตศาสตร์ในระบบดิจิทัลคอมพิวเตอร์ | 2 | 3 |
| 14 | 13 | ภาคควบคุมในระบบดิจิทัลคอมพิวเตอร์ | 2 | 3 |
| 15 | 14 | ระบบหน่วยความจำ | 2 | 3 |
| 16 | 15 | วงจรถ่ายเสียง | 2 | 3 |
| 17 | 16 | วงจรถ่ายภาพ | 2 | 3 |
| 18 | | สอบปลายภาค | 2 | 3 |
| รวม | | | 36 | 54 |

โดยผู้วิจัยได้พิจารณาหัวข้อที่เหมาะสม ที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ หน่วยการสอนเรื่องการลดรูปสมการและวงจรลอจิก ซึ่งอยู่ในสัปดาห์ที่ 3 หน่วยที่ 3

จุดประสงค์การสอนเรื่องการลดรูปสมการและวงจรถอด

จากตารางแผนการสอนวิชาดิจิทัลเทคนิค (3105-1008) เรื่องที่จะมาทำการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือเรื่องการลดรูปสมการและวงจรถอด ซึ่งอยู่ในหน่วยการสอนที่ 3 โดยมีจุดประสงค์การสอนในหน่วยที่ 3 ดังนี้

3.1 เข้าใจการแทนฟังก์ชันแบบมินเทอม และแบบแมกเทอม

3.1.1 อธิบายหลักการและสัญลักษณ์ในการแทนฟังก์ชันแบบมินเทอมและแบบแมกเทอม

3.1.2 สามารถหาค่าสมการบูลีนจากฟังก์ชันแบบมินเทอมและแบบแมกเทอม

3.1.3 อธิบายการแทนสมการบูลีนอยู่ในรูปตัวเลขมินเทอมและรูปตัวเลขแมกเทอม

3.2 เข้าใจการแทนฟังก์ชันบูลีนโดยใช้ผังคาร์นอร์

3.2.1 อธิบายหลักการของผังคาร์นอร์

3.2.2 อธิบายการแทนฟังก์ชันบูลีนแบบมินเทอมและแมกเทอมลงในผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร

3.2.3 อธิบายการแทนฟังก์ชันบูลีนแบบมินเทอมและแมกเทอมลงในผังคาร์นอร์ชนิด 3 ตัวแปร

3.2.4 อธิบายการแทนฟังก์ชันบูลีนแบบมินเทอมและแมกเทอมลงในผังคาร์นอร์ชนิด 4 ตัวแปร

3.3 เข้าใจการลดรูปสมการและวงจรถอดโดยผังคาร์นอร์

3.3.1 สามารถทำการลดรูปสมการบูลีน หรือฟังก์ชันบูลีนในผังคาร์นอร์ชนิดต่าง ๆ ในเทอมของผลบวกของผลคูณ

3.3.2 สามารถนำสมการที่ลดรูปในเทอมของผลบวกของผลคูณมาทำการออกแบบสร้างเป็นวงจรถอด

3.3.3 สามารถทำการลดรูปสมการบูลีน หรือฟังก์ชันบูลีนในผังคาร์นอร์ชนิดต่าง ๆ ในเทอมของผลคูณของผลบวก

3.3.4 สามารถนำสมการที่ลดรูปในเทอมของผลคูณของผลบวกมาทำการออกแบบสร้างเป็นวงจรถอด

3.3.5 สามารถพิจารณาว่าวงจรถอดจากฟังก์ชันแบบใดใช้อินพุตจากเกทน้อยกว่ากัน

3.3.6 อธิบายหลักการลดรูปโดยใช้ฟังก์ชันที่กำหนดไม่สมบูรณ์

3.3.7 สามารถออกแบบวงจรถอดจากสมการที่ลดรูปโดยใช้ฟังก์ชันที่กำหนดไม่สมบูรณ์

เนื้อหา เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก วิชาดิจิตอลเทคนิค

จากการวิเคราะห์และออกแบบวงจรโลจิกที่ผ่านมาแล้วนั้น เมื่อมีวงจรโลจิกที่กำหนดให้ เราสามารถเขียนอธิบายการทำงานหรือคุณสมบัติของวงจรถูกออกมาในรูปสมการพีชคณิตบูลีน หรือ ตารางความจริงได้ ในทางกลับกันเมื่อเรามีตารางความจริง หรือสมการพีชคณิตบูลีนอยู่ เราสามารถออกแบบและสร้างเป็นวงจรโลจิกออกมาได้ แต่โดยทั่วไปในการออกแบบวงจรมานั้น เราต้องการวงจรโลจิกที่สิ้นเปลืองอุปกรณ์ซึ่งจะประกอบไปด้วยเกตต่าง ๆ ให้น้อยที่สุด เพราะยังมีอุปกรณ์มากเท่าใด ราคาของเครื่องก็จะยิ่งแพงมากขึ้นเพราะสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก็คือความประหยัดซึ่งหมายถึงจำนวนเกตที่ใช้ในวงจร ควรมีให้น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยที่วงจรมีการทำงานได้ตามที่ต้องการ เพราะถ้าอุปกรณ์ยังมีมากเท่าใด เวลาในการทำงานของวงจร จะเพิ่มมากขึ้นเกินความจำเป็น เราสามารถใช้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของสวิตซิงพีชคณิต หรือใช้ทฤษฎีของบูลีน ลดรูปสมการลงได้เหมือนกัน แต่เราไม่ค่อยนิยมใช้กัน เพราะมีความยุ่งยากมากกว่าในเรื่องที่เราจะกล่าวถึงการลดรูปสมการด้วยการใช้ผังคาร์นอร์ (Karnaugh Map) ซึ่งเป็นวิธีการลดรูปสมการที่นิยมใช้กันมาก เพราะสามารถใช้ได้ง่ายและมีความผิดพลาดน้อยกว่าการลดรูปโดยใช้แบบอื่น ๆ เพียงแต่จำรูปแบบของผังการลดรูปไม่ว่าแบบก็จะสามารถนำไปใช้งานได้สำหรับฟังก์ชันที่มีตัวแปรไม่มากนัก

การแทนฟังก์ชันมินเทอม และแมกเทอม

จากที่ทราบแล้วว่า การเขียนโลจิกฟังก์ชัน จากตารางความจริงนั้น สามารถเขียนได้ 2 แบบคือ

1. แบบรูปเต็ม ผลบวกของผลคูณ หรือแบบมินเทอม (Minterm)
2. แบบรูปเต็ม ผลคูณของผลบวก หรือแบบแมกเทอม (Maxterm)

ในตารางความจริงใด ๆ ซึ่งมีเอาที่ทุกฟังก์ชัน โดยในที่นี้จะสมมติให้เป็น F (ที่จริงสามารถใช้ตัวอักษรใดมาแทนก็ได้ที่ไม่สับสนกับตัวแปรทางอินพุต) สามารถหาฟังก์ชันได้ ดังนี้

แบบมินเทอม : F เท่ากับ ผลบวกของมินเทอมในแถวที่ F เป็น 1

แบบแมกเทอม : F เท่ากับ ผลคูณของแมกเทอมในแถวที่ F เป็น 0

ดูตัวอย่างจากตารางความจริง ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางความจริงที่มีเลขประจำแถวกำกับไว้

| แถวที่ | A | B | C | F |
|--------|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 |

จากตารางความจริงในตารางที่ 2.2 ซึ่งมีเลขกำกับไว้ในแต่ละแถวของค่าตัวแปร A, B, C อยู่ในรูปของเลขไบนารี เช่นแถวที่ 3_{10} คือ 011_2 เราสามารถเขียนสมการในรูปของผลบวกของผลคูณโดยเขียนจากแถวที่มี F เป็น 1

$$F(A, B, C) = \sum m(0, 4, 5, 7) \quad (1)$$

และในรูปของ ผลคูณของผลบวก โดยเขียนจากแถวที่มี F เป็น 0

$$F(A, B, C) = \pi M(1, 2, 3, 6) \quad (2)$$

จากสมการที่ (1) สามารถเขียนในรูปของตัวแปร ABC ได้เป็น

$$\begin{aligned}
 F(A, B, C) &= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}C + ABC \\
 &\quad 000 \quad 100 \quad 101 \quad 111 \\
 &\quad (0) \quad (4) \quad (5) \quad (7) \\
 &\quad m_0 \quad m_4 \quad m_5 \quad m_7
 \end{aligned} \quad (3)$$

แต่ละเทอมของสมการที่ (3) จะอยู่ในรูปของมินเทอม ซึ่งเมื่อแทนเป็นสัญลักษณ์ของเลขลำดับแถวของตัวแปร จะเป็น m_0 , m_4 , m_5 และ m_7 ตามลำดับ

$$\text{หรือ } F(A, B, C) = \sum m(0, 4, 5, 7)$$

จากสมการที่ (2) สามารถเขียนในรูปของตัวแปร ABC ได้เป็น

$$\begin{aligned}
 F(A, B, C) &= (A+B+\bar{C}) \mid (A+\bar{B}+C) \mid (A+\bar{B}+\bar{C}) \mid (\bar{A}+\bar{B}+C) & (4) \\
 &0 \ 0 \ 1 \ \mid \ 0 \ 1 \ 1 \ \mid \ 1 \ 0 \ 0 \ \mid \ 0 \ 0 \ 1 \\
 &(1) \qquad \qquad (2) \qquad \qquad (3) \qquad \qquad (6) \\
 &M_1 \qquad \qquad M_2 \qquad \qquad M_3 \qquad \qquad M_6
 \end{aligned}$$

แต่ละเทอมในสมการที่ (4) จะอยู่ในรูปของแมกเทอมซึ่งเมื่อแทนเป็นสัญลักษณ์ของเลขลำดับแถวของตัวแปร จะเป็น M_1, M_2, M_3 และ M_6 ตามลำดับ

$$\text{หรือ } F(A, B, C) = \pi M(1, 2, 3, 6)$$

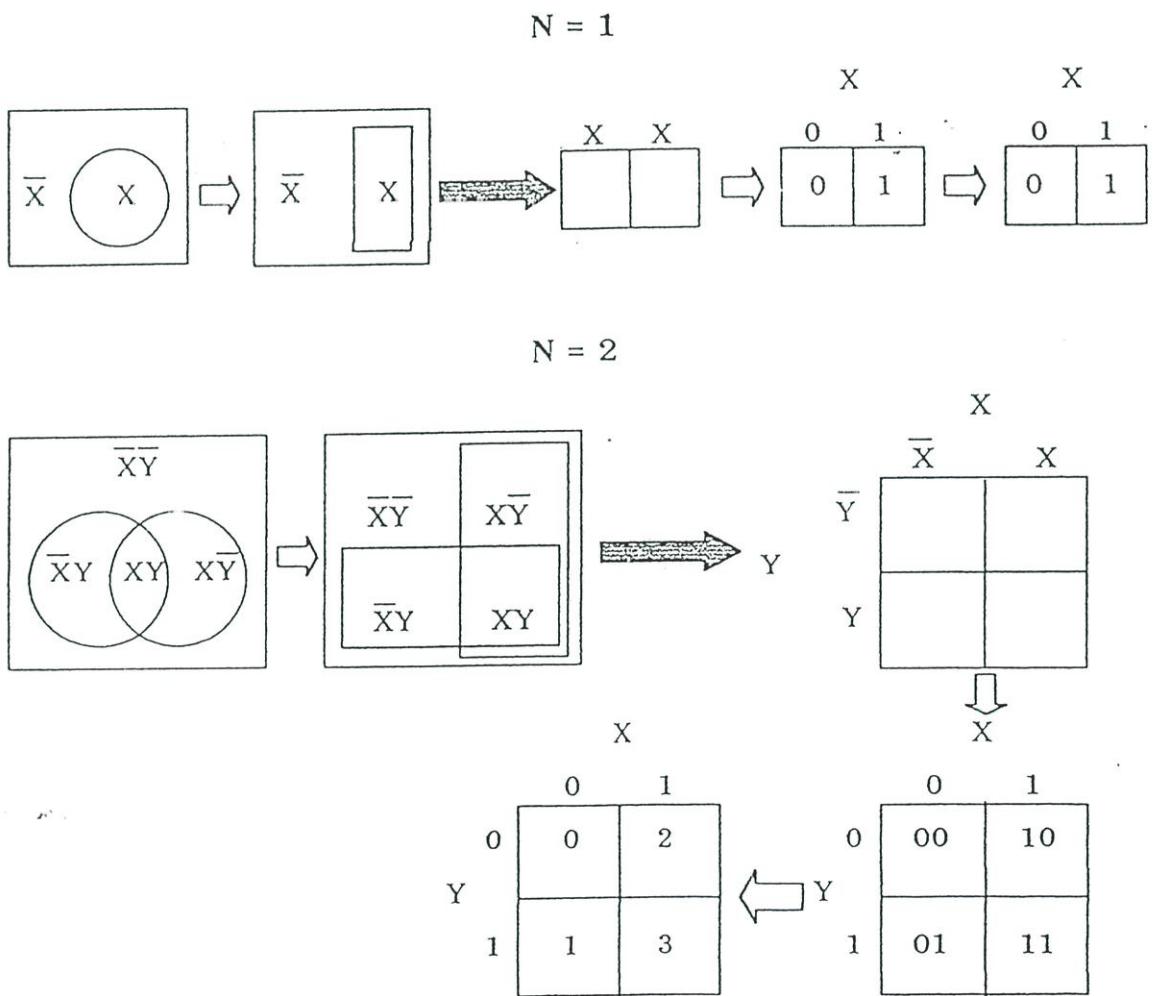
เปรียบเทียบเวนน์ไดอะแกรมกับผังคาร์นอร์

จากที่ทราบแล้วว่าการแทนฟังก์ชันทางโลจิก หรือสวิตช์ฟังก์ชัน ด้วย เวนน์ไดอะแกรมใน ครั้งนี้เราจะมาศึกษาการแทนสวิตช์ฟังก์ชันด้วยผังคาร์นอร์ ซึ่งเป็นการแสดงสวิตช์ฟังก์ชันด้วยรูป แผนผัง เช่นเดียวกับเวนน์ไดอะแกรม เพียงแต่ผังคาร์นอร์จัดอยู่ในรูปตารางสี่เหลี่ยม และจากผัง คาร์นอร์นี้ จะทำให้เราสามารถนำไปใช้ลดรูปของฟังก์ชันได้โดยง่ายต่อไป

พิจารณาเปรียบเทียบเวนน์ไดอะแกรม กับผังคาร์นอร์ดังภาพที่ 2.2

VENN DIAGRAM

KANAUGH MAP



ภาพที่ 2.2 การพิจารณาเปรียบเทียบเวนน์ไดอะแกรมกับผังคาร์นอร์

ผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร

Karnaugh Map หรือ ผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร ประกอบด้วยช่องซึ่งแทนด้วยค่าของตัวแปรนั้น ๆ จำนวน $2^2 = 4$ ช่อง (ค่ายกกำลัง คือ จำนวนตัวแปร) ดังแสดงตามภาพที่ 2.3

| | | | | | |
|---|---|---|---|--------------|--------------|
| | | A | | | |
| | | 0 | 1 | | |
| B | 0 | 0 | 2 | A = 0, B = 0 | A = 1, B = 0 |
| | 1 | 1 | 3 | | |

ภาพที่ 2.3 ผังคาร์นอร์ และการแสดงค่าตัวแปรในแต่ละช่องของผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร

จากภาพที่ 2.3 จะสามารถอธิบายออกมาได้ดังนี้

ช่องที่ 0 A = 0, B = 0 แสดงค่าของ Minterm ได้เป็น $\overline{A}\overline{B}$ และ Maxterm คือ A + B

ช่องที่ 1 A = 0, B = 1 แสดงค่าของ Minterm ได้เป็น $\overline{A}B$ และ Maxterm คือ A + \overline{B}

ช่องที่ 2 A = 1, B = 0 แสดงค่าของ Minterm ได้เป็น $A\overline{B}$ และ Maxterm คือ \overline{A} + B

ช่องที่ 3 A = 1, B = 1 แสดงค่าของ Minterm ได้เป็น AB และ Maxterm คือ \overline{A} + \overline{B}

เราจึงสามารถใส่ค่าของตัวแปรในแต่ละช่องในผังคาร์นอร์ ได้ดังภาพที่ 4.4 และ ภาพที่ 4.5

| | | | |
|---|---|----------------------------|-----------------|
| | | A | |
| | | 0 | 1 |
| B | 0 | $\overline{A}\overline{B}$ | $A\overline{B}$ |
| | 1 | $\overline{A}B$ | AB |

ภาพที่ 2.4 แสดงค่าของตัวแปรในรูปของ Minterm ในผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร

| | | | |
|---|---|--------------------|---------------------------------|
| | | A | |
| | | 0 | 1 |
| B | 0 | A + B | \overline{A} + B |
| | 1 | A + \overline{B} | \overline{A} + \overline{B} |

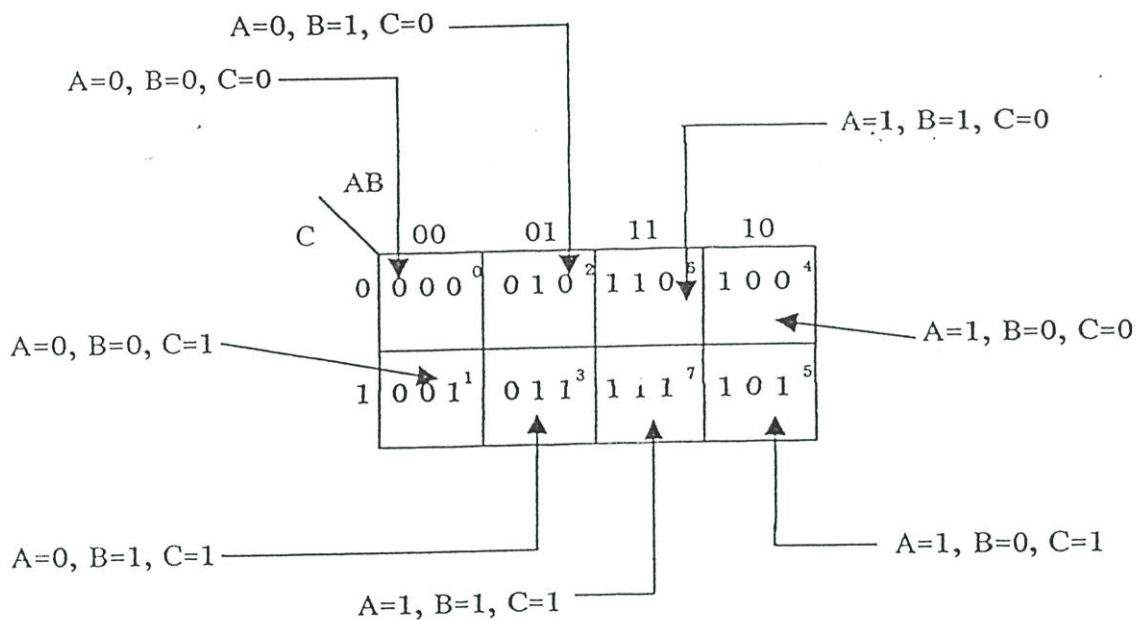
ภาพที่ 2.5 แสดงค่าของตัวแปรในรูปของ Maxterm ในผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร

ผังคาร์นอร์ชนิด 3 ตัวแปร

Karnaugh Map หรือผังคาร์นอร์ ชนิด 3 ตัวแปร ประกอบด้วยช่องซึ่งแทนด้วยค่าของตัวแปรนั้น ๆ จำนวน $2^3 = 8$ ช่อง ดังแสดงในภาพที่ 4.6

| | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|
| | | AB | | | |
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| C | 0 | 0 | 2 | 6 | 4 |
| | 1 | 1 | 3 | 7 | 5 |

ภาพที่ 2.6 แผนผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร



ภาพที่ 2.7 การแสดงค่าตัวแปรในแต่ละช่องของผังคาร์นอร์ชนิด 3 ตัวแปร

| | | | | | |
|---|---|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| | | AB | | | |
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| C | 0 | $\overline{A}\overline{B}\overline{C}$ | $\overline{A}B\overline{C}$ | $A\overline{B}\overline{C}$ | $A\overline{B}C$ |
| | 1 | $\overline{A}\overline{B}C$ | $\overline{A}BC$ | ABC | $A\overline{B}C$ |

ภาพที่ 2.8 แสดงค่าของตัวแปรในรูปของ Minterm ในผังคาร์นอร์ชนิด 3 ตัวแปร

ผังคาร์นอร์ชนิด 4 ตัวแปร

Karnaugh Map หรือผังคาร์นอร์ ชนิด 4 ตัวแปร ประกอบด้วยช่องซึ่งแทนด้วยค่าของตัวแปรนั้น ๆ จำนวน $2^4 = 16$ ช่อง ดังแสดงในภาพที่ 4.9

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

| | | | | |
|----|------|------|------|------|
| AB | 00 | 01 | 11 | 10 |
| CD | | | | |
| 00 | 0000 | 0100 | 1100 | 1000 |
| 01 | 0001 | 0101 | 1101 | 1001 |
| 11 | 0011 | 0111 | 1111 | 1011 |
| 10 | 0010 | 0110 | 1110 | 1010 |

ภาพที่ 2.9 ผังคาร์นอร์ และการแสดงค่าตัวแปรในแต่ละช่องของผังคาร์นอร์ชนิด 4 ตัวแปร

การลดรูปฟังก์ชันบูลีนด้วยผังคาร์นอร์

ผลของการลดรูปฟังก์ชันบูลีน ด้วยผังคาร์นอร์ จะทำให้เราสามารถสร้างวงจรโลจิกด้วยอุปกรณ์ คือ โลจิกเกตชนิด AND, OR และ INV ได้อย่างประหยัด ลำดับขั้นตอนวิธีการลดรูปสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

1. กระจายนิพจน์ต่าง ๆ ให้อยู่ในรูป Minterm (Logic 1) หรือ Maxterm (Logic 0)
2. ใส่ Minterm (1) หรือ Maxterm (0) ลงในผังคาร์นอร์ ตามช่องค่าของมัน
3. จับคู่ตัวที่อยู่ติดกัน โดยมีหลักเกณฑ์ที่ว่า จับคู่ได้ครั้งละ 2^n ตัว คือ 1 ตัว หรือ 2 ตัว หรือ 4 ตัว หรือ 8 ตัว หรือ 16 ตัว ...
4. การจับคู่จะต้องจับคู่ให้มากที่สุด เช่น ถ้าจับคู่ได้ 8 ตัว ก็อย่าไปจับคู่แบบ 4 ตัว 2 ครั้ง เพราะจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าไม่น้อยที่สุดและยังสิ้นเปลืองอุปกรณ์อยู่

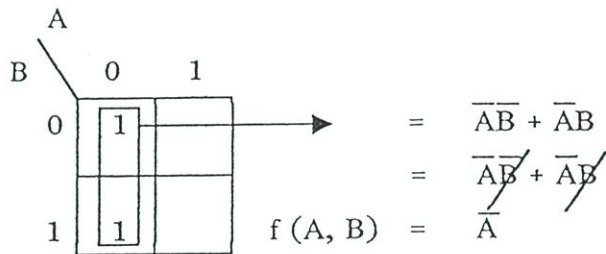
5. ตัวที่ถูกจับคู่ไปแล้ว ก็สามารถนำไปจับคู่กับตัวอื่นอีกก็ได้ถ้าจำเป็น
6. เมื่อจับคู่ได้แล้ว ก็ดำเนินการหาผลลัพธ์ โดยวิธีการหาผลลัพธ์นั้น ทำได้โดยนำตัวที่ถูกจับคู่นั้นมองดูค่าทางด้านบนและด้านข้าง ค่าที่ซ้ำกันคือผลลัพธ์ที่ต้องการ
7. เมื่อได้ผลลัพธ์ที่ได้ลดรูปออกมาแล้ว ก็นำเอามาเขียน เพื่อออกแบบเป็นวงจรลอจิกไดอะแกรม ด้วยการใช้อุปกรณ์ คือ โลจิกเกต AND, OR และ INV
8. ถ้าสามารถที่จะทำการปรับปรุงวงจรลอจิกไดอะแกรม ด้วยการประยุกต์ใช้โลจิกเกตชนิด NAND หรือ NOR เพื่อเป็นการประหยัดอุปกรณ์เพิ่มถ้าคุณสมบัติของโลจิกเกต AND, OR และ INV ในวงจรลอจิกไดอะแกรมนั้นสามารถใช้แทนกันได้

ข้อสังเกตอย่างหนึ่งก็คือ การเลือกสร้างวงจรลอจิกไดอะแกรมจากโลจิกฟังก์ชันที่ลดรูปนั้น ให้พิจารณาว่าจะใช้การออกแบบวงจรลอจิก จากการลดรูปในแบบ Minterm (ผลบวกของผลคูณ) หรือแบบ Maxterm (ผลคูณของผลบวก) ซึ่งจะทำให้การออกแบบและสร้างวงจรมานั้นง่ายกว่ากัน ราคาถูกกว่า ประหยัดกว่า และสามารถใช้อุปกรณ์ได้น้อยกว่า เป็นต้น

การลดรูปสมการและวงจรลอจิกโดยใช้ผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร

เพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้นลองศึกษาจากตัวอย่างซึ่งจะมีโจทย์ที่กำหนดออกมาให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

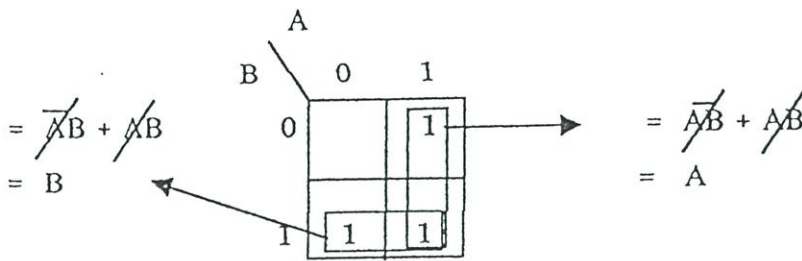
1. $f(A,B) = \overline{AB} + \overline{AB}$



(จะเห็นได้ว่าอยู่ในรูป Minterm (1) ซึ่งจะต้องใส่ค่า 1 ในที่ช่อง 0 เมื่อมองไปทางด้านบน (A) ซึ่งจะเป็นช่องของค่า \overline{A} ซึ่งเป็นการ AND (.) กับที่ช่อง 0 เมื่อมองทางด้านข้าง (B) ซึ่งจะเป็นช่องของค่า \overline{B} ดังนั้นก็จะได้ \overline{AB} และทำการ OR (+) กับในช่อง 0 ที่ด้าน A ซึ่งเป็นค่า \overline{A} และ AND (.) กับที่ช่อง 1 ในด้าน B ซึ่งจะได้เป็น \overline{AB} แล้วก็จะได้ $\overline{AB} + \overline{AB}$ แล้วพิจารณาจากทั้ง 2 ด้านว่าอันไหนไม่เหมือนกันให้ตัดทิ้งไป และเลือกเอาที่เหมือนกันลงมาเพียงตัวเดียว ก็จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น \overline{A})

*หมายเหตุ ในการ AND (.) นั้นจะไม่นิยมใส่เครื่องหมาย (.) เช่น A.B จะเป็น AB เป็นต้น

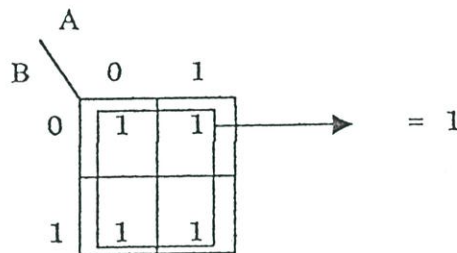
2. $f(A, B) = \overline{A}B + AB + \overline{A}B$



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

$$= A + B$$

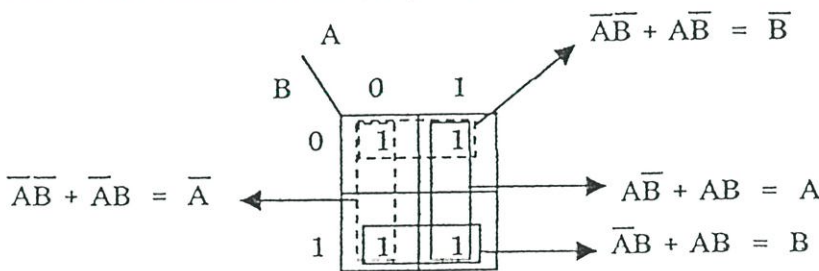
3. $f(A, B) = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}B + \overline{A}B + AB$



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

$$= 1$$

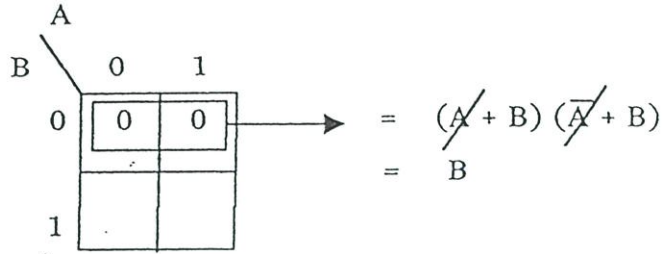
บางคนอาจจะสงสัย ว่าทำไมผลลัพธ์จึงออกมาได้ 1 ซึ่งสามารถทำความเข้าใจได้ดังนี้ เพราะว่าถ้าเราแบ่งออกมาเป็นส่วน ๆ จะเป็นดังนี้



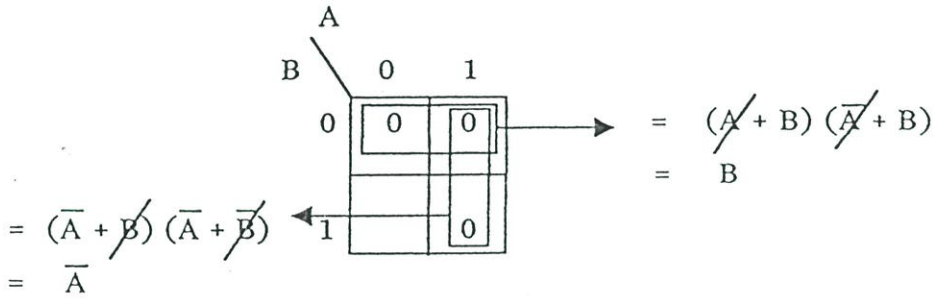
$$\begin{aligned} \text{จะได้สมการทั้งหมด} &= \overline{A} + \overline{B} + A + B \\ \text{สามารถจัดรูปสมการใหม่จะได้} &= A + \overline{A} + B + \overline{B} \\ \text{จากทฤษฎีพีชคณิตบูลีนที่ว่า } A + \overline{A} &= 1 \\ \text{ดังนั้น} &= 1 + 1 \\ \text{จากทฤษฎีพีชคณิตบูลีนที่ว่า } 1 + 1 &= 1 \\ \therefore f(A, B) &= 1 \end{aligned}$$

*หมายเหตุ จากกฎของการใช้ผังคาร์นอร์ ถ้าทุกค่าในผังคาร์นอร์ เป็น 1 ทั้งหมด ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับ 1 เสมอ และถ้าทุกค่าในผังคาร์นอร์เป็น 0 ทั้งหมด ผลลัพธ์ที่ได้ก็ เท่ากับ 0 เสมอ เช่นกัน

4. $f(A, B) = (A+B) (\bar{A}+B)$

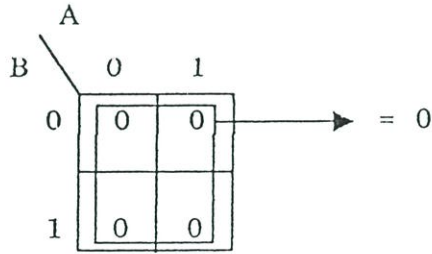


5. $f(A, B) = (A+B) (\bar{A}+B) (\bar{A}+\bar{B})$



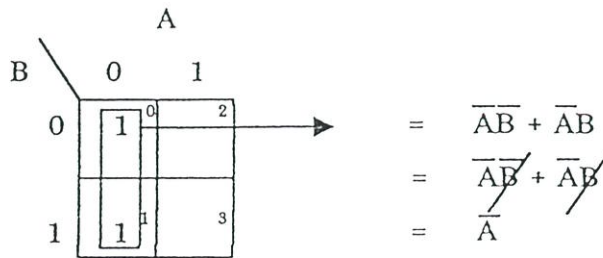
$f(A, B) = (A+B) (\bar{A}+B) (\bar{A}+\bar{B})$
 $= \bar{A}B$

6. $f(A, B) = (A+B) (A+\bar{B}) (\bar{A}+B) (\bar{A}+\bar{B})$



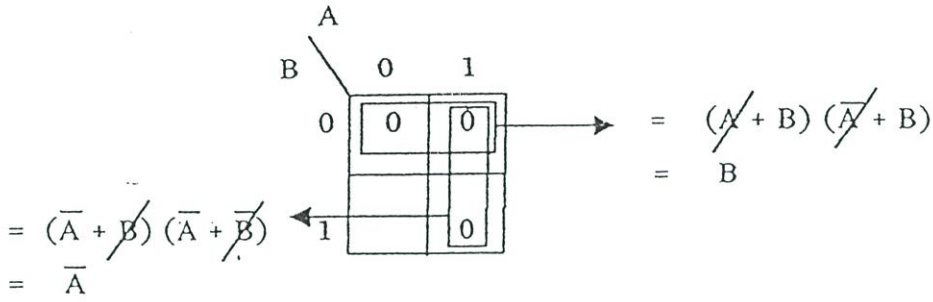
$f(A, B) = (A+B) (A+\bar{B}) (\bar{A}+B) (\bar{A}+\bar{B})$
 $= 0$

7. $f(A, B) = \sum m(0, 1)$



$f(A, B) = \sum m(0, 1)$
 $= A$

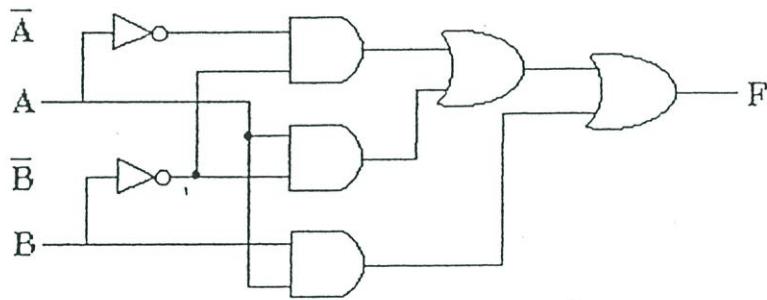
8. $f(A, B) = \pi M(0, 2, 3)$



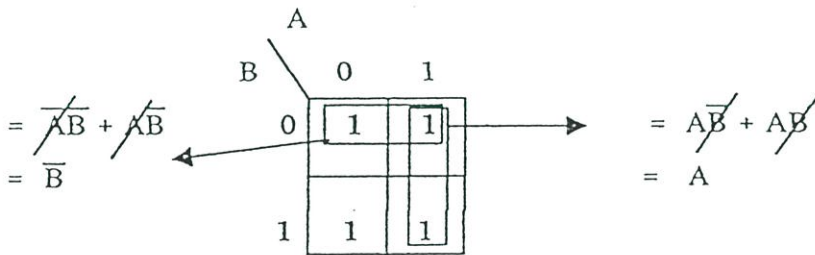
$$f(A, B) = \pi M(0, 2, 3)$$

$$= \bar{A}B$$

9. จากวงจรโลจิกนี้ จงทำการออกแบบวงจรโลจิกที่สามารถใช้อุปกรณ์ให้น้อยที่สุด จากโจทย์จะเห็นได้ว่าวงจรโลจิกนี้ก็คือ $F(A, B) = \bar{A}\bar{B} + A\bar{B} + AB$ ดังนั้นจึงนำเข้ามาแทนค่า



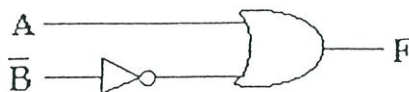
โดยใช้ผังคาร์นอร์เพื่อทำการลดรูปสมการและวงจรโลจิกได้ดังนี้



$$f(A, B) = \bar{A}\bar{B} + A\bar{B} + AB$$

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

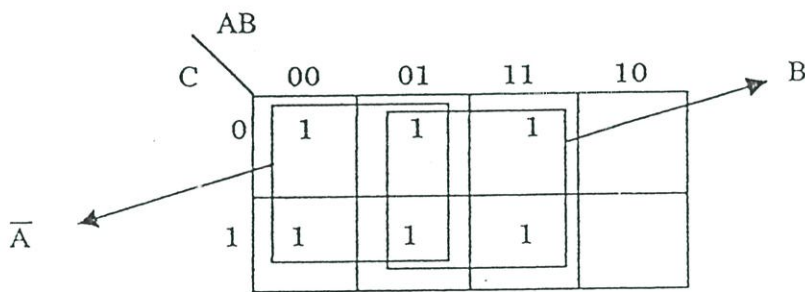
ซึ่งเราสามารถทำการออกแบบวงจรโลจิกที่สามารถใช้อุปกรณ์ให้น้อยที่สุดได้ดังนี้



การลดรูปสมการและวงจรถูกโดยใช้องค์ประกอบ 3 ตัวแปร

จะมีลักษณะคล้ายกันกับผังคาร์นอร์ชนิด 2 ตัวแปร แต่เพิ่มค่าตัวแปรขึ้นมาอีกหนึ่งตัว จึงต้องมีการขยายช่องของผังคาร์นอร์เพิ่มขึ้นมาซึ่งลักษณะและรายละเอียดต่าง ๆ ในการลดรูปสมการและวงจรถูกจะมีลักษณะดังนี้ และเพื่อเป็นการเพิ่มความเข้าใจจึงนำตัวอย่างมาอธิบายให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

1. จงลดรูปสมการ $f(A, B, C) = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C} + ABC$

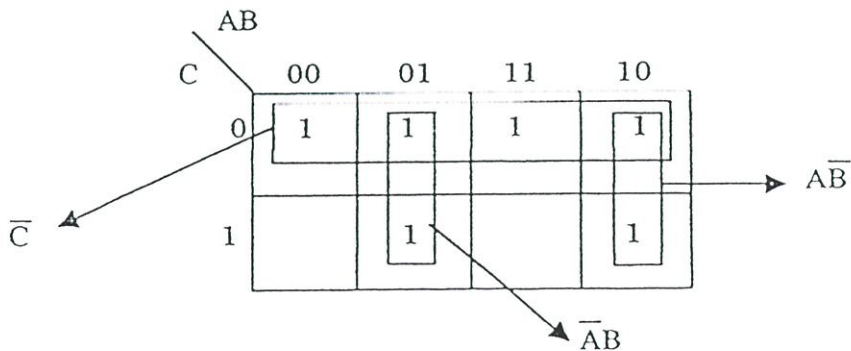


ซึ่ง \overline{A} ได้มาจาก $\overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC$

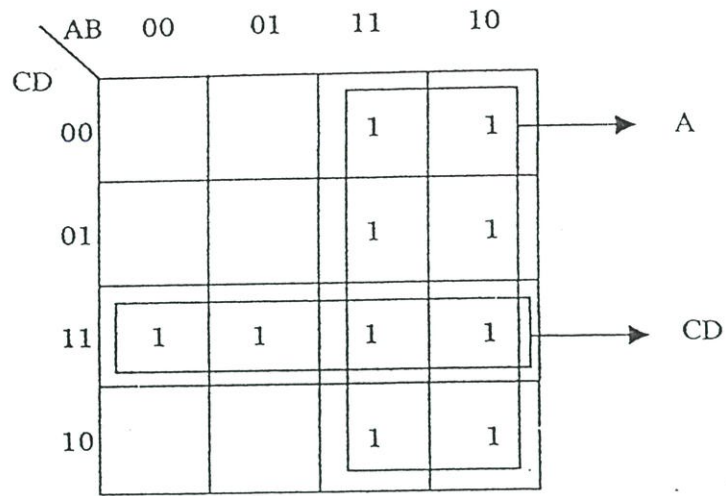
และ

B ได้มาจาก $A\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}C + ABC + A\overline{B}\overline{C}$
 ดังนั้น $f(A, B, C) = \overline{A} + B$

2. $f(A, B, C) = \sum m(0, 2, 3, 4, 5, 6)$

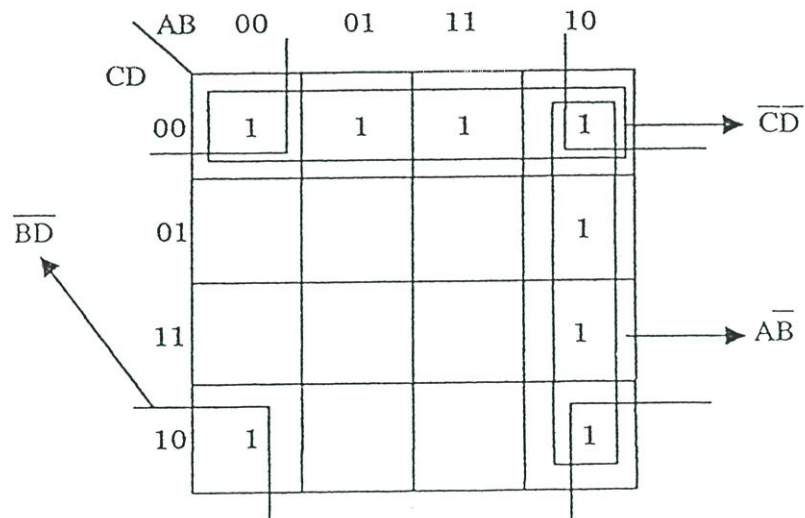


$$\begin{aligned} f(A, B, C) &= \sum m(0, 2, 3, 4, 5, 6) \\ &= \overline{A}\overline{B} + \overline{A}\overline{B} + \overline{C} \end{aligned}$$



$$f(A, B, C, D) = A + CD$$

2. $f(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 4, 8, 9, 10, 11, 12)$



$$f(A, B, C, D) = \sum m(0, 2, 4, 8, 9, 10, 11, 12)$$

$$= \overline{AB} + \overline{BD} + \overline{CD}$$

$$3. f(A, B, C, D) = \pi M(0, 2, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15)$$

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|--|
| | AB | 00 | 01 | 11 | 10 | |
| CD | 00 | 0 | | | 0 | |
| | 01 | 0 | | 0 | 0 | |
| | 11 | 0 | | 0 | 0 | |
| | 10 | 0 | | | 0 | |

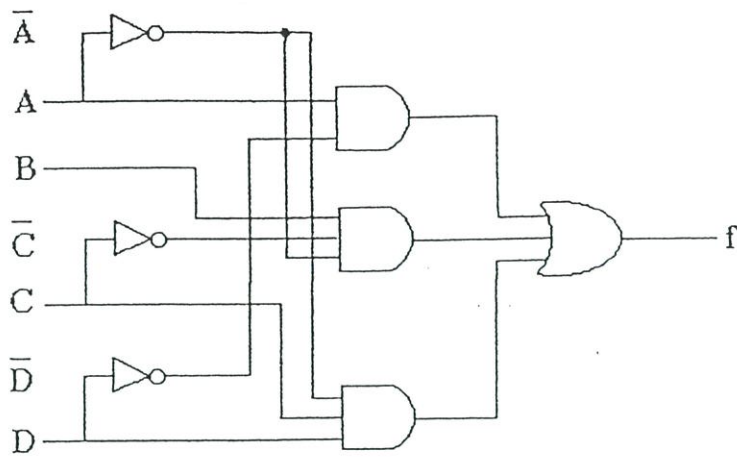
$$\begin{aligned} f(A, B, C, D) &= \pi M(0, 2, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15) \\ &= B(\bar{A} + \bar{D}) \end{aligned}$$

$$4. \text{จงออกแบบวงจรลอจิก จาก } f(A, B, C, D) = \sum m(3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 14)$$

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|--|
| | AB | 00 | 01 | 11 | 10 | |
| CD | 00 | | 1 | 1 | 1 | |
| | 01 | | 1 | | | |
| | 11 | 1 | 1 | | | |
| | 10 | | | 1 | 1 | |

$$\begin{aligned} f(A, B, C, D) &= \sum m(3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 14) \\ &= \bar{A}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}CD \end{aligned}$$

ซึ่งสามารถทำการออกแบบวงจรได้เป็นดังนี้

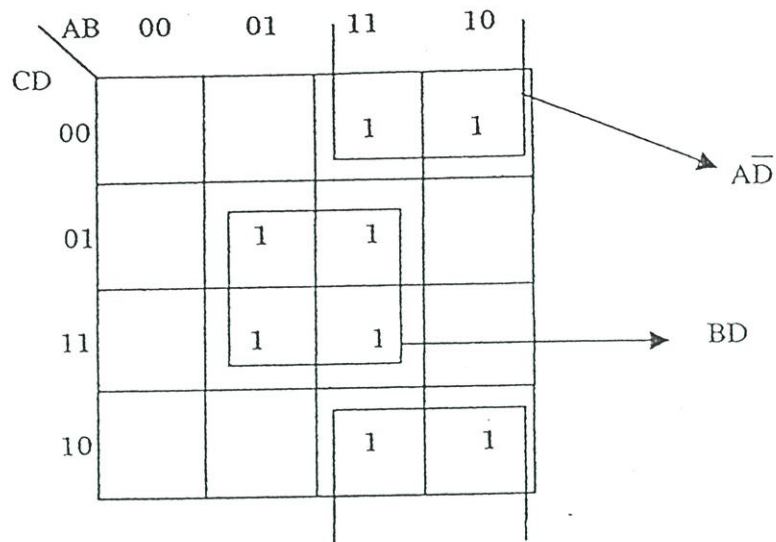


5. จากตารางความจริง (Truth table) ต่อไปนี้

| | A | B | C | D | Y |
|----|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

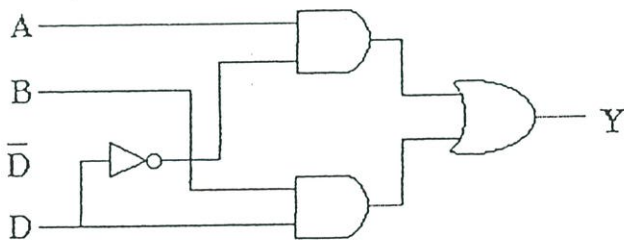
จงทำการออกแบบวงจรลอจิกที่สามารถใช้อุปกรณ์ให้สิ้นเปลืองให้น้อยที่สุด

จากตารางความจริง Y หรือ เอกลักษณ์ ที่มีค่าลอจิก เป็น "1" มี 5, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15 ซึ่งก็คือ $Y(A, B, C, D) = \sum m(5, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15)$ ซึ่งแทนค่าในผังดังนี้

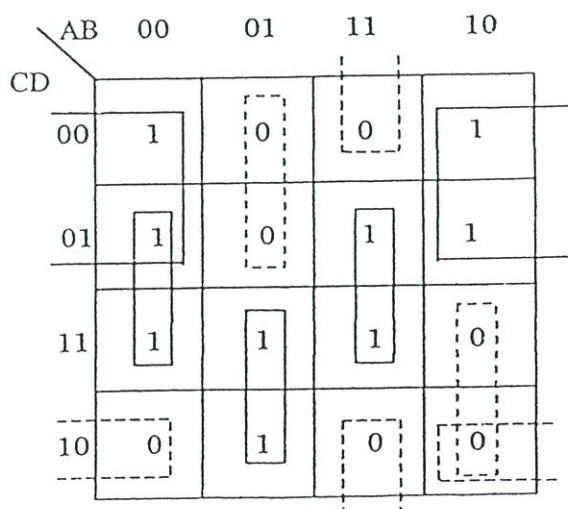


$$\begin{aligned}
 Y(A, B, C, D) &= \sum m(5, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15) \\
 &= \overline{A}D + BD
 \end{aligned}$$

ซึ่งจากสมการที่ได้ลดรูปมานั้น สามารถที่ออกแบบเป็นวงจรลอจิกได้ดังนี้



6. จงพิจารณาว่าจาก $Y = \sum m(0, 1, 3, 6, 7, 8, 9, 13, 15)$ เมื่อทำการลดรูปออกมาแล้วในรูปของ Minterm หรือ ผลคูณของผลบวก และในรูปของ Maxterm ผลบวกของผลคูณ ว่าเมื่อเราจะทำการออกแบบวงจรลอจิกนั้น การลดรูปในรูปแบบใดใช้อินพุตจากเกทน้อยกว่ากัน



เมื่ออยู่ในการลดรูปในรูปแบบ Minterm ("1")

| | |
|---|-----------------------------|
| $Y(A, B, C, D) = \overline{BC} + ABD + \overline{ABC} + \overline{ABD}$ | |
| นับอินพุทของ AND เกท | 2 3 3 3 = 11 |
| นับอินพุท AND ไปเข้า OR เกท | 1 1 1 1 = 4 |
| รวมใช้อินพุทจากเกททั้งหมด | = 15 อินพุท |

เมื่ออยู่ในการลดรูปในรูปแบบ Maxterm ("0")

| | |
|--|-----------------------------|
| $Y(A, B, C, D) = (B+\overline{C}+D)(\overline{A}+B+\overline{C})(A+\overline{B}+C)(\overline{A}+\overline{B}+D)$ | |
| นับอินพุทของ OR เกท | 3 3 3 3 = 12 |
| นับอินพุท OR ไปเข้า AND เกท | 1 1 1 1 = 4 |
| รวมใช้อินพุทจากเกททั้งหมด | = 16 อินพุท |

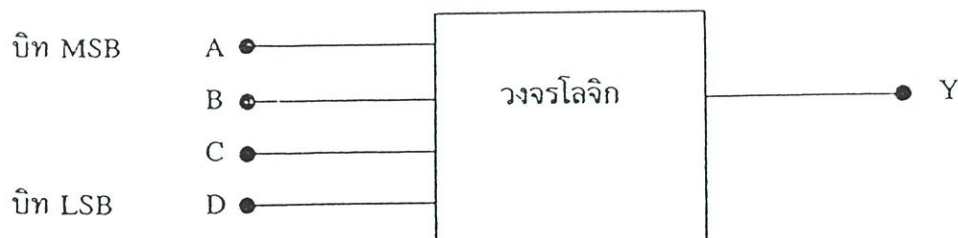
ดังนั้น การลดรูปในรูปแบบ Minterm หรือ (ผลคูณของผลบวก) ใช้อินพุทจากเกทน้อยกว่าจึงควรออกแบบวงจรโลจิกตามสมการดังนี้

$$Y(A, B, C, D) = \overline{BC} + ABD + \overline{ABC} + \overline{ABD}$$

ฟังก์ชันที่กำหนดไม่สมบูรณ์ (Don't Care Term)

จากการลดรูปของฟังก์ชันโดยใช้ แผนผังคาร์นอร์จะเห็นว่าในรูปของ Minterm จะกำหนดให้เป็น "1" และในรูปของ Maxterm จะกำหนดให้เป็น "0" ซึ่งในการออกแบบวงจรโลจิก บางวงจร เราต้องการให้ Minterm บางเทอมเท่านั้นให้เป็น "1" หรือกำหนด Maxterm เพียงบางเทอมเท่านั้นให้เป็น "0" Minterm หรือ Maxterm อื่น ๆ เราจะไม่สนใจว่าจะเป็น "1" หรือ "0" หรือไม่ ในกรณีเช่น เราเรียกว่า กรณีไม่แคร์ (Don't Care Conditions) ตัวอย่างกรณีไม่แคร์ เช่น ในวงจรแปลงรหัสแบบ BCD จะพบว่ารหัสไบนารีที่เป็นกรณีไม่แคร์ ก็คือ 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 และ 1111 ซึ่งไคต์ไบนารีดังกล่าวนี้ จะไม่มีวงจรแปลงรหัส BCD เลย

สมมติว่าเราต้องการออกแบบวงจรแปลงรหัส BCD เฉพาะรหัสตัวเลขที่เกิน 5 (0101) ขึ้นไปเท่านั้น ลักษณะของวงจรนี้ ถ้าเขียนเป็นบล็อก จะเป็นวงจรที่มีอินพุท 4 บิตอินพุท (สำหรับ 4 บิต) ดังรูป



ภาพที่ 2.10 บล็อกของวงจรแปลงรหัส BCD เฉพาะรหัสตัวเลขที่เกิน 5 ขึ้นไป ที่มี 4 อินพุท

เขียนตารางความจริง โดยกำหนดให้รหัสของตัวเลขตั้งแต่เลข 0 ถึง 5 เอกลักษณ์จะเป็น "0" รหัสของเลขตั้งแต่ 6 ถึง 9 เอกลักษณ์จะเป็น "1" และรหัสของเลขตั้งแต่ 10 ถึง 15 ซึ่งเป็นรหัสที่เราไม่สนใจและจะไม่ปรากฏในวงจรแปลรหัส BCD นี้ ถือว่าเป็นกรณีไม่แคร์ เราใช้เครื่องหมาย X แทนกรณีไม่แคร์ ตารางความจริง ดังตารางที่ 2.3 นี้

ตารางที่ 2.3 ตารางความจริงของวงจรแปลรหัส BCD เฉพาะรหัสตัวเลขที่เกิน 5

| รหัสแทน | A | B | C | D | Y |
|---------|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | X |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | X |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | X |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | X |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | X |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | X |

ซึ่งถ้าหากพิจารณาจากตารางความจริงนี้จะเห็นได้ว่า $Y = \sum[m(6, 7, 8, 9) + d(10, 11, 12, 13, 14, 15)]$ (เทอม d หมายถึง เทอมที่เป็นกรณีไม่แคร์)

การลดรูปจากแผนผังคาร์นอร์ ในรูปของ Minterm หรือในรูปของผลบวกของผลคูณดังกล่าวที่ 2.11 โดยการรวมพื้นที่จากตารางในช่องที่เป็น "1" จะถือว่า กรณีไม่แคร์ "X" นั้น เป็น "1" สามารถประยุกต์รวมพื้นที่เพื่อลดรูปได้ ฟังก์ชันลดรูปในแบบ Minterm จะออกมาเป็น

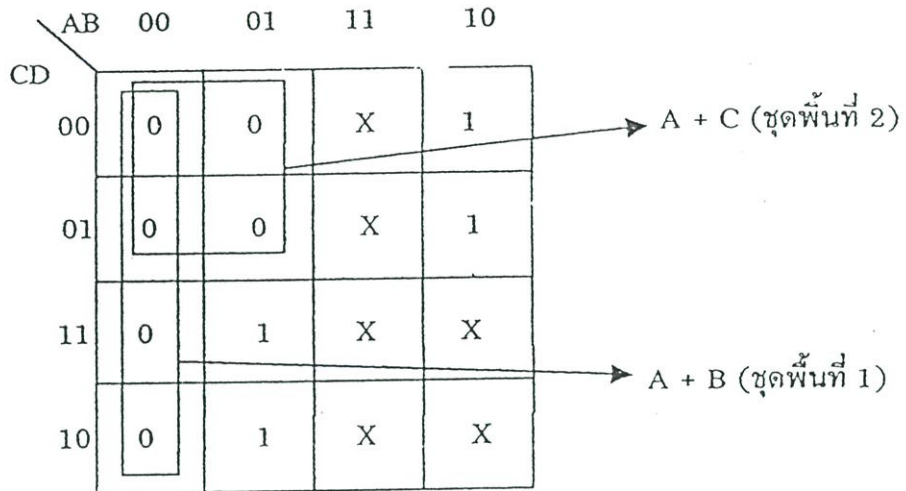
$$Y = A + BC$$

จะเห็นว่าถ้าเรานับกรณีไม่แคร์เข้าไปในการลดรูป จะทำให้ฟังก์ชันลดรูปลงไปได้มากขึ้น การออกแบบสร้างวงจรจะง่ายขึ้น ในกรณีนี้ ถ้าเราไม่คิดกรณีไม่แคร์ โดยถือว่า กรณีไม่แคร์ เป็น "0" จะได้ฟังก์ชันที่ลดรูปแล้วเป็น

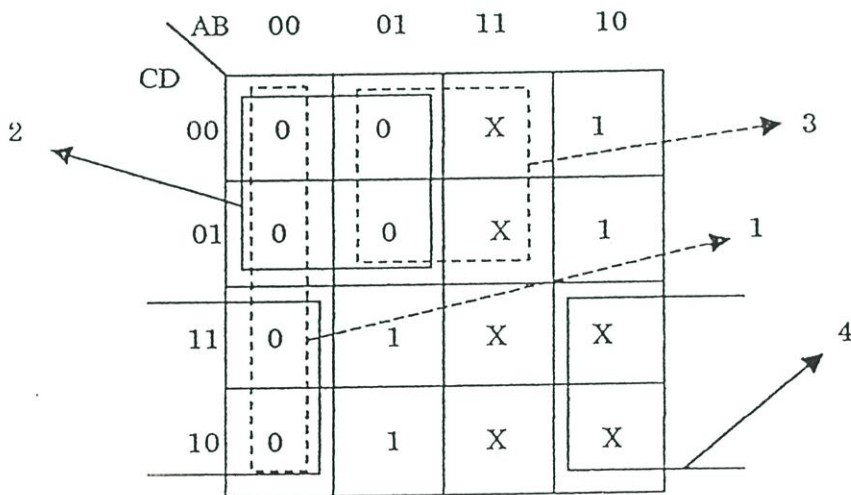
$$\text{ใช้ชุดพื้นที่ 1 และ 3} \quad Y = (A + B)(\bar{B} + C)$$

อย่างไรก็ดี ฟังก์ชันลดรูปในแบบ Maxterm หรือในแบบผลคูณของผลบวกเมื่อนำมา ออกแบบและสร้างเป็นวงจรโลจิกแล้ว จะใช้จำนวนอินพุทของเกทมากกว่า การออกแบบและสร้าง วงจรจากฟังก์ชันลดรูปในแบบ Minterm หรือในแบบผลบวกของผลคูณ ดังนั้นในตัวอย่างนี้ จึง ควรจะใช้ ฟังก์ชันลดรูปที่ออกมาในรูปของ Minterm กรณีไม่แคร์ ไปทำการออกแบบ และสร้างวง จจรโลจิกเกทเพราะจำนวนอินพุทของเกทมีจำนวนน้อยที่สุด

ในกรณีเดียวกัน เรายังสามารถลดรูปฟังก์ชันในรูปแบบ Maxterm หรือ แบบผลคูณของผลบวก โดยการประยุกต์พื้นที่ในตารางช่องที่เป็น "0" เข้าด้วยกัน ในกรณีนี้จะถือว่ากรณีไม่แคร์ "X" จะมีค่าเป็น "0" ด้วย สามารถประยุกต์รวมพื้นที่ในตารางเพื่อการลดรูปได้



ภาพที่ 2.13 การใช้ผังคาร์นอร์ในการลดรูปโดยอยู่ในเทอมที่ไม่สนใจกรณีไม่แคร์ แบบ Maxterm



ภาพที่ 2.14 การใช้ผังคาร์นอร์ในการลดรูปโดยอยู่ในเทอมกรณีไม่แคร์ แบบ Maxterm

จากการลดรูปฟังก์ชัน ในรูปของ Maxterm หรือในแบบผลคูณของผลบวก จะได้ฟังก์ชันการลดรูปด้วยผังคาร์นอร์ทั้งในภาพที่ 2.13 และภาพที่ 2.14 จะได้ฟังก์ชันลดรูปเป็น 3 แบบซึ่งเมื่อออกแบบสร้างเป็นวงจรลอจิกเกตแล้วจะใช้จำนวนอินพุตของ เกทเท่า ๆ กันคือ

$$\text{ใช้ชุดพื้นที่ 1 และ 2} \quad Y = (A + B)(A + C)$$

$$\text{ใช้ชุดพื้นที่ 2 และ 4} \quad Y = (B + \bar{C})(A + C)$$

$$Y = \overline{ABC} + \overline{ABC}$$

ซึ่งสามารถเห็นถึงการลดรูปโดยใช้ผังคาร์นอร์ โดยไม่สนใจกรณีไม่แคร์ ได้ดังภาพที่ 2.12

| AB \ CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 0 | 0 | X | 1 |
| 01 | 0 | 0 | X | 1 |
| 11 | 0 | 1 | X | X |
| 10 | 0 | 1 | X | X |

Diagram illustrating a 4x4 Karnaugh map for the function $Y = \overline{ABC} + \overline{ABC}$. The map shows the following values: (00,00)=0, (00,01)=0, (00,11)=X, (00,10)=1; (01,00)=0, (01,01)=0, (01,11)=X, (01,10)=1; (11,00)=0, (11,01)=1, (11,11)=X, (11,10)=X; (10,00)=0, (10,01)=1, (10,11)=X, (10,10)=X. Two groups are circled: a vertical group of 1s in the 10th column (AB=10) labeled 'A', and a vertical group of 1s in the 01st column (AB=01) labeled 'BC'.

ภาพที่ 2.11 การใช้ผังคาร์นอร์ในการลดรูปโดยอยู่ในเทอมที่เป็นกรณีไม่แคร์ แบบ Minterm

| AB \ CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---------|----|----|----|----|
| 00 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 01 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Diagram illustrating a 4x4 Karnaugh map for the function $Y = \overline{ABC} + \overline{ABC}$. The map shows the following values: (00,00)=0, (00,01)=0, (00,11)=0, (00,10)=1; (01,00)=0, (01,01)=0, (01,11)=0, (01,10)=1; (11,00)=0, (11,01)=1, (11,11)=0, (11,10)=0; (10,00)=0, (10,01)=1, (10,11)=0, (10,10)=0. Two groups are circled: a vertical group of 1s in the 10th column (AB=10) labeled \overline{ABC} , and a vertical group of 1s in the 01st column (AB=01) labeled \overline{ABC} .

ภาพที่ 2.12 การใช้ผังคาร์นอร์ในการลดรูปโดยอยู่ในเทอมที่ไม่สนใจกรณีไม่แคร์ แบบ Minterm

ซึ่งถ้าหากเราลองพิจารณาจะเห็นได้ว่า ฟังก์ชันอย่างหลังนี้จะต้องใช้เกทที่มีอินพุตมากกว่าในการสร้างวงจรโลจิก หมายถึงค่าใช้จ่ายในการสร้างวงจรก็จะสูงขึ้นด้วย จากฟังก์ชันที่ลดรูปในแบบ Minterm หรือผลบวกของผลคูณ เมื่อเราใช้กรณีไม่แคร์เข้าไปด้วยจะใช้เกทอินพุตน้อยกว่า แบบที่ไม่สนใจกรณีไม่แคร์

วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง

1. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย **X** ลงในช่องว่างให้ตรงกับตัวเลือกในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบเป็นแบบให้เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน
3. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณในการทำแบบทดสอบชุดนี้

1. ในการลดรูปสมการและวงจรโลจิกในรูปแบบ Minterm หมายถึงข้อใด

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| ก. แบบรูปเต็มผลคูณของผลบวก | ข. แบบรูปเต็มผลบวกของผลคูณ |
| ค. แบบรูปเต็มผลหารของผลลบ | ง. แบบรูปเต็มผลลบของผลหาร |
2. การแทนสัญลักษณ์ Σm จะใช้ในการลดรูปสมการและวงจรโลจิกในรูปแบบใด

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| ก. แบบรูปเต็มผลคูณของผลบวก | ข. แบบรูปเต็มผลบวกของผลคูณ |
| ค. แบบรูปเต็มผลหารของผลลบ | ง. แบบรูปเต็มผลลบของผลหาร |
3. การแทนสัญลักษณ์ πM จะใช้ในการลดรูปสมการและวงจรโลจิกในรูปแบบใด

| | |
|----------------------------|----------------------------|
| ก. แบบรูปเต็มผลคูณของผลบวก | ข. แบบรูปเต็มผลบวกของผลคูณ |
| ค. แบบรูปเต็มผลหารของผลลบ | ง. แบบรูปเต็มผลลบของผลหาร |
4. จากสมการ $f(A, B, C) = (A + B + C)(A + \bar{B} + C)(\bar{A} + B + \bar{C})(\bar{A} + \bar{B} + C)$ มีตัวแปรอินพุตทั้งหมดกี่ตัว

| | |
|----------|----------|
| ก. 2 ตัว | ข. 3 ตัว |
| ค. 4 ตัว | ง. 5 ตัว |
5. จากสมการ $f(A, B, C) = ABC + ABC + ABC + ABC$ จะเป็นการลดรูปสมการและวงจรโลจิกในรูปแบบใด

| | |
|-----------------|----------------|
| ก. แบบ Moreterm | ข. แบบ Maxterm |
| ค. แบบ Midterm | ง. แบบ Minterm |
6. จากตารางความจริงต่อไปนี้ ข้อใดสามารถเขียนออกมาได้อย่างถูกต้อง

| A | B | C | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

ก. $f(A,B,C) = \Sigma m(0,2,3,4,7)$

ข. $f(A,B,C) = \pi m(0,2,3,4,6)$

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

ง. $f(A,B,C) = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + ABC$

7. จากตารางความจริงต่อไปนี้ ข้อใดสามารถเขียนออกมาในรูปของสมการออกมาได้อย่างถูกต้อง

| A | B | C | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

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

ข. $f(A,B,C) = ABC + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C + \bar{A}BC$

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

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

8. จากสมการ $F(X,Y) = \pi M(1,2,3)$ นำมาจากตารางความจริงในข้อใด

ก.

| X | Y | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

ข.

| X | Y | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

ก.

| X | Y | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |

ง.

| X | Y | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

9. การใช้ฟังก์ชันนอร์ ถ้าหากมีตัวแปร 2 ตัว จะต้องใช้ฟังก์ชันนอร์ที่มีช่องทั้งหมดกี่ช่อง

ก. 16 ช่อง

ข. 8 ช่อง

ค. 4 ช่อง

ง. 2 ช่อง

10. จากตารางความจริงต่อไปนี้ ข้อใดสามารถแทนค่าลงในฟังก์ชันนอร์ได้ถูกต้อง

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

ก.

| | | A | |
|--|---|---|--|
| | | B | |
| | 1 | 0 | |
| | 1 | 1 | |

ข.

| | | A | |
|--|---|---|--|
| | | B | |
| | 1 | 1 | |
| | 1 | 0 | |

ค.

| | | A | |
|--|---|---|--|
| | | B | |
| | 1 | 1 | |
| | 0 | 1 | |

ง.

| | | A | |
|--|---|---|--|
| | | B | |
| | 0 | 1 | |
| | 1 | 1 | |

11. จากฟังก์ชันนอร์นี้ ถ้าทำการลดรูปสมการและวงจรโลจิกแล้วจะมีค่าเท่ากับข้อใด

| | | A | |
|--|---|---|--|
| | | B | |
| | 0 | 0 | |
| | 1 | 0 | |

ก. $\bar{A} + B$

ข. $\bar{A}B$

ค. AB

ง. $A + B$

12. จากฟังก์ชันนอร์นี้ ถ้าทำการลดรูปสมการและวงจรโลจิกแล้วจะมีค่าเท่ากับข้อใด

| | | |
|---|---|---|
| | A | |
| | 0 | 1 |
| B | 0 | 1 |
| | 1 | |
| | 1 | |

ก. \bar{B}

ข. $\bar{A}\bar{B} + \bar{A}B$

ค. \bar{A}

ง. $(A+B)(A+\bar{B})$

13. จากฟังก์ชันลอรีนี้ ถ้าทำการลดรูปสมการในรูปของ Maxterm แล้วจะมีค่าเท่ากับข้อใด

| | | |
|---|---|---|
| | A | |
| | 0 | 1 |
| B | 0 | 1 |
| | 1 | 1 |
| | 0 | 0 |

ก. \bar{B}

ข. $(A+\bar{B})(\bar{A}+\bar{B})$

ค. B

ง. $\bar{A}B + AB$

14. จากสมการ $f(A,B) = (A+B)(A+\bar{B})(\bar{A}+B)(\bar{A}+\bar{B})$ นี้สามารถลดรูปสมการออกมาได้เท่าไร

ก. 1

ข. 0

ค. B

ง. A

15. ฟังก์ชันลอรีข้อใด ถ้าทำการลดรูปสมการออกมาแล้วสามารถใช้อุปกรณ์ที่สิ้นเปลืองน้อยที่สุด

ก.

| | | |
|---|---|---|
| | A | |
| | 0 | 1 |
| B | 0 | 1 |
| | 1 | |
| | 1 | |

ข.

| | | |
|---|---|---|
| | A | |
| | 0 | 1 |
| B | 0 | 1 |
| | 1 | |
| | 1 | 1 |

ค.

| | | |
|---|---|---|
| | A | |
| | 0 | 1 |
| B | 0 | 1 |
| | 0 | |
| | 1 | 0 |

ง.

| | | |
|---|---|---|
| | A | |
| | 0 | 1 |
| B | 0 | 1 |
| | 0 | |
| | 1 | 0 |

16. จากสมการ $f(A,B) = \sum m(0,1,3)$ สามารถทำการลดรูปสมการออกมาได้เท่าไร

ก. $\bar{A} + B$

ข. $(A+B)$

ค. $A\bar{B}$

ง. $\bar{A}\bar{B}$

17. ฟังก์ชันนอร์แบบ 3 ตัวแปร ฟังก์ชันใดมีการเรียงค่าประจำช่องได้ถูกต้อง

ก.

| | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|
| | | AB | | | |
| | | C | | | |
| C | | 0 | 2 | 4 | 6 |
| | | 1 | 3 | 5 | 7 |

ข.

| | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|
| | | AB | | | |
| | | C | | | |
| C | | 0 | 2 | 6 | 4 |
| | | 1 | 3 | 7 | 5 |

ค.

| | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|
| | | AB | | | |
| | | C | | | |
| C | | 1 | 3 | 5 | 7 |
| | | 0 | 2 | 4 | 6 |

ง.

| | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|
| | | AB | | | |
| | | C | | | |
| C | | 1 | 3 | 7 | 5 |
| | | 0 | 2 | 6 | 4 |

18. จากสมการ $f(A,B,C) = \sum m(1,3,6,7)$ สามารถลดรูปสมการออกมาได้ดังข้อใด

ก. $AB + \bar{A}C$

ข. $(\bar{A} + B)(A + C)$

ค. $\bar{A}B + AB + \bar{C}$

ง. $(\bar{B} + C)(B + \bar{C})$

19. จากฟังก์ชันนอร์นี้ ถ้าทำการลดรูปสมการและวงจรถลอจิกแล้วจะมีค่าเท่าไร

| | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|
| | | AB | | | |
| | | C | | | |
| C | | 1 | | 1 | |
| | | | 1 | 1 | 1 |

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

ข. $\bar{A}\bar{B} + \bar{A}\bar{C} + \bar{A}C + BC$

ค. $(\bar{A} + B)(A + \bar{C})(\bar{A} + C)(B + C)$

ง. $AB + AC + BC + \bar{A}\bar{B}\bar{C}$

20. จากฟังก์ชันนอร์นี้ ถ้าทำการลดรูปสมการและวงจรถลอจิกในรูป Maxterm จะมีค่าเท่ากับข้อใด

| | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|
| | | AB | | | |
| | | C | | | |
| C | | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | | 0 | 1 | 1 | 0 |

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

ข. $BC + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + ABC$

ค. $(\bar{B} + C)(B + \bar{C})$

ง. $\bar{B}\bar{C} + BC$

21. จากสมการ $f(a, b, c) = \pi M(0, 2, 5, 6, 7)$ สามารถลดรูปสมการออกมาได้เท่าไร

- ก. $(a + \bar{b})(\bar{b} + \bar{c})(a + c)$
- ข. $(\bar{b} + \bar{c})(a + \bar{c})(\bar{b} + c)$
- ค. $\bar{b}\bar{c} + ac + \bar{b}\bar{c}$
- ง. $\bar{b}\bar{c} + ac + \bar{b}\bar{c}$

22. จากผังคาร์นอร์นี้ สามารถทำการลดรูปสมการและวงจรโลจิก ออกมาเท่ากับข้อใด

| | | | | |
|---|----|---|--|---|
| | XY | | | |
| Z | | | | |
| | 0 | 0 | | 0 |
| | 0 | 0 | | 0 |

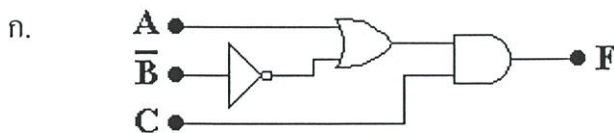
- ก. $X + Y$
- ข. XY
- ค. $X(\bar{X} + \bar{Y})$
- ง. $X + (\bar{X}Y)$

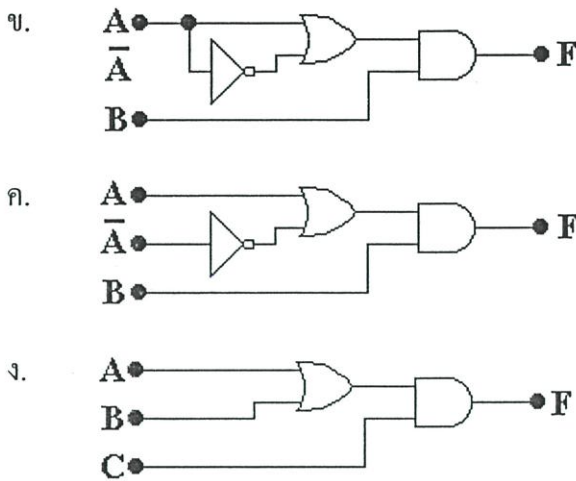
23. จากสมการ $Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C + ABC$ สามารถทำการลดรูปสมการออกมาได้เท่าไร

- ก. $AB + \bar{A}C + \bar{A}\bar{B}$
- ข. $Y = \bar{A}\bar{B} + AC + AB$
- ค. $Y = B + \bar{A}C$
- ง. $Y = \bar{B} + AC$

24. จากตารางความจริงนี้ สามารถออกแบบเป็นวงจรโลจิกได้ดังรูปใด จึงจะสามารถใช้วัสดุอุปกรณ์ได้สิ้นเปลืองน้อยที่สุด ได้อย่างถูกต้อง

| A | B | C | F |
|---|---|---|---|
| 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 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |





25. ฟังก์ชันนอร์แบบ 4 ตัวแปร แบบใดที่แทนค่าประจำช่องได้อย่างถูกต้อง

ก.

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

ข.

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

ค.

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

ง.

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

26. จากสมการ $f(A, B, C, D) = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}\bar{D} + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D + \bar{A}BCD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + ABCD + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D}$ สามารถลดรูปสมการออกมาได้ดังข้อใด

ก. $\bar{A} + \bar{C}\bar{D}$

ข. $A(C + \bar{D})$

ค. $A + C\bar{D}$

ง. $\bar{A}(\bar{C} + D)$

27. จากสมการ $f(A, B, C, D) = \sum m(0, 1, 2, 3, 4, 6, 9, 11)$ สามารถลดรูปสมการได้ดังข้อใด

ก. $(A + D)(B + \bar{D})$

ข. $(\bar{A} + \bar{C})(\bar{B} + D)$

ค. $AD + B\bar{D}$

ง. $\bar{A}\bar{D} + \bar{B}D$

28. จากสมการ $f(A,B,C,D) = \pi M(0,2,4,5,6,7,12,13,14,15)$ ลดรูปสมการได้ดังข้อใด

ก. $\bar{B} + AD$

ข. $B + \bar{A}\bar{D}$

ค. $\bar{B}(A+D)$

ง. $B(\bar{A} + \bar{D})$

29. จากฟังก์ชันอร์นี้ สามารถทำการลดรูปสมการและวงจร โลจิก ออกมาได้เท่ากับข้อใด

| | | | | |
|----|----|---|--|---|
| | AB | | | |
| CD | | | | |
| | 0 | 0 | | 0 |
| | 0 | | | 0 |
| | | | | |
| | 0 | 0 | | |

ก. $(\bar{A} + \bar{D})(\bar{B} + \bar{C})$

ข. $AD + BC$

ค. $(A + D)(B + C)$

ง. $\bar{A}\bar{D} + \bar{B}\bar{C}$

30. จากฟังก์ชันอร์นี้ สามารถทำการลดรูปสมการและวงจร โลจิก ออกมาได้เท่ากับข้อใด

| | | | | |
|----|----|---|---|---|
| | AB | | | |
| CD | | | | |
| | 1 | | | 1 |
| | | 1 | 1 | |
| | | 1 | 1 | |
| | 1 | | | 1 |

ก. $BD + \bar{B}\bar{D}$

ข. $(B + D)(\bar{B} + \bar{D})$

ค. $BD + \bar{A}\bar{D}$

ง. $(B + D)(\bar{A} + \bar{D})$

31. จากฟังก์ชันอร์นี้ สามารถทำการลดรูปสมการในรูปแบบ Maxterm ได้เท่ากับข้อใด

| | | | | |
|----|----|---|---|---|
| | AB | | | |
| CD | | | | |
| | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 1 | 0 | 0 | 1 |

ก. $\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}D + A\bar{C}$

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

ค. $ABC + \bar{A}\bar{C}D + \bar{A}\bar{D} + \bar{B}\bar{D}$

ง. $(\bar{A} + \bar{B} + C + \bar{D})(B + \bar{C} + \bar{D})(A + \bar{B} + D)(A + \bar{C})$

32. จากตารางความจริงนี้ จงทำการลดรูปสมการ โดยใช้รูปแบบ Minterm ว่ามีค่าเท่าไร

| A | B | C | D | Y |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

ก. $Y = BD + A\bar{D}$

ข. $Y = (A + D)(B + \bar{D})$

ค. $Y = \bar{B}D + A\bar{D}$

ง. $Y = (A + \bar{D})(\bar{B} + D)$

33. จากตารางความจริงนี้ จงทำการลดรูปสมการในกรณีที่ไม่นับกรณีไม่แคร์ในรูปแบบ Minterm จะมีค่าเท่าไร

| A | B | C | D | Y |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | d |
| 1 | 0 | 1 | 1 | d |
| 1 | 1 | 0 | 0 | d |
| 1 | 1 | 0 | 1 | d |
| 1 | 1 | 1 | 0 | d |
| 1 | 1 | 1 | 1 | d |

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

ข. $\bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C}$

ค. $(\bar{A} + B + C)(A + \bar{B} + C)$

ง. $\bar{A}BC + A\bar{B}C$

33. จากตารางความจริงนี้ จงทำการลดรูปโดยนัยบกรณีไม่แคร์ในรูปแบบ Minterm จะมีค่าเท่าไร

| A | B | C | D | Y |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | d |
| 1 | 0 | 1 | 1 | d |
| 1 | 1 | 0 | 0 | d |
| 1 | 1 | 0 | 1 | d |
| 1 | 1 | 1 | 0 | d |
| 1 | 1 | 1 | 1 | d |

ก. $A(B + \bar{C})$

ข. $A + B\bar{C}$

ค. $A(B + C)$

ง. $A + BC$

35. จากตารางความจริงนี้ จงทำการลดรูปสมการในขณะที่ไม่นัยบกรณีไม่แคร์ในรูปแบบ Maxterm จะมีค่าเท่าไร

| A | B | C | D | Y |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | d |
| 1 | 0 | 1 | 1 | d |
| 1 | 1 | 0 | 0 | d |
| 1 | 1 | 0 | 1 | d |
| 1 | 1 | 1 | 0 | d |
| 1 | 1 | 1 | 1 | d |

ก. $AB + AC$

ข. $(A + B)(A + C)$

ค. $AB + \bar{A}C$

ง. $(A + B)(\bar{A} + C)$

36. จากตารางความจริงนี้ จงทำการลดรูปโดยนัยกรณีไม่แคร์ในรูปแบบ Maxterm จะมีค่าเท่าไร

| A | B | C | D | Y |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | d |
| 1 | 0 | 1 | 1 | d |
| 1 | 1 | 0 | 0 | d |
| 1 | 1 | 0 | 1 | d |
| 1 | 1 | 1 | 0 | d |
| 1 | 1 | 1 | 1 | d |

- ก. $AB + AC$
 ข. $B + AC$
 ค. $(A + B)(A + C)$
 ง. $A(A + C)$

37. จากตารางความจริงนี้ เป็นการใช้สำหรับการเปลี่ยนรหัสจาก BCD-8421 เป็นรหัส BCD-2421 จงทำการลดรูปสมการเพื่อหาค่า Output W ว่าได้เท่าไร จึงจะได้ค่าตัวแปรที่ออกมาน้อยที่สุด

| Input | | | | Output | | | |
|----------|---|---|---|----------|---|---|---|
| BCD-8421 | | | | BCD-2421 | | | |
| A | B | C | D | W | X | Y | Z |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

- ก. $A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BD + \bar{A}BC$
 ข. $(A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + B + D)$
 $(\bar{A} + B + C)$
 ค. $A + BC + BD$
 ง. $A(B + C)(B + D)$

38. จากตารางความจริงนี้ เป็นการใช้สำหรับการเปลี่ยนรหัสจาก BCD-8421 เป็นรหัส BCD-2421
จงทำการลดรูปสมการเพื่อหาค่า Output X ว่าได้เท่าไร จึงจะได้ค่าตัวแปรที่ออกมาน้อยที่สุด

| Input BCD-8421 | | | | Output BCD-2421 | | | |
|-------------------|---|---|---|--------------------|---|---|---|
| A | B | C | D | W | X | Y | Z |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

- ก. $A + BC + B\bar{D}$
 ข. $A(B + C)(B + \bar{D})$
 ค. $A + \bar{A}C + B\bar{D}$
 ง. $A(\bar{A} + C)(B + \bar{D})$

39. จากตารางความจริงนี้ เป็นการใช้สำหรับการเปลี่ยนรหัสจาก BCD-8421 เป็นรหัส BCD-2421
จงทำการลดรูปสมการเพื่อหาค่า Output Y ว่าได้เท่าไร จึงจะได้ค่าตัวแปรที่ออกมาน้อยที่สุด

| Input BCD-8421 | | | | Output BCD-2421 | | | |
|-------------------|---|---|---|--------------------|---|---|---|
| A | B | C | D | W | X | Y | Z |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

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

40. จากตารางความจริงนี้ เป็นการใช้สำหรับการเปลี่ยนรหัสจาก BCD-8421 เป็นรหัส BCD-2421 จงทำการลดรูปสมการเพื่อหาค่า Output Z ว่าได้เท่าไร จึงจะได้ค่าตัวแปรที่ออกมาน้อยที่สุด

| Input BCD-8421 | | | | Output BCD-2421 | | | |
|-------------------|---|---|---|--------------------|---|---|---|
| A | B | C | D | W | X | Y | Z |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

- ก. 1
ข. 0
ค. \bar{D}
ง. D

ตารางที่ 6.2 แสดงการเฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการลดรูปสมการและวงจร
 โลจิก วิชาดิจิทัลเทคนิค

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

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบการสอน

- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา
- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบการสอน
(ด้านเนื้อหาวิชา)

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. อาจารย์เดชา ภัทรมูล | ผู้ช่วยผู้อำนวยการ ฝ่ายวิชาการ และหัวหน้าคณะวิชา ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 |
| 2. อาจารย์สิริวิษ ทัดสวน | อาจารย์ประจำคณะวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัย เทคโนโลยีธนบุรี |
| 3. อาจารย์ดำรงค์ ดันเจริญ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัย เทคนิคราชบุรี 2 |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบการสอน
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. อาจารย์เชษฐา เทียมเพชร | อาจารย์ 2 ระดับ 7 อาจารย์ประจำสาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน |
| 2. อาจารย์ชัชชัย วัฒนเบญจโสภ | อาจารย์ 2 ระดับ 7 อาจารย์ประจำสาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน |
| 3. อาจารย์เยาวลักษณ์ บุญอู่ | หัวหน้าคณะวิชาบริหารธุรกิจ และอาจารย์ประจำ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 |

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน

- ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพสื่อ ด้านเนื้อหาวิชา
และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

ประเภทสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง การลดรูปสมการและวงจรถ่ายโลจิก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใด (ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ตั้งแต่ระดับ 3.50 ขึ้นไป) โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องบอกระดับคุณภาพเพียงช่องเดียวตามความคิดเห็นของท่าน

- คะแนนเท่ากับ 5 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมากที่สุด
 คะแนนเท่ากับ 4 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมาก
 คะแนนเท่ากับ 3 หมายถึง เห็นด้วยในระดับปานกลาง
 คะแนนเท่ากับ 2 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อย
 คะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง | | | | | |
| 1.1 ความเหมาะสมของการนำเข้าสู่บทเรียน | | | | | |
| 1.2 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | | | | | |
| 1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา | | | | | |
| 1.4 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา | | | | | |
| 1.5 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละตอน | | | | | |
| 1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | | | | | |
| 1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหา กับระดับของผู้เรียน | | | | | |
| 2. ด้านภาพ และภาษา | | | | | |
| 2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา | | | | | |
| 2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ | | | | | |
| 2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพและคำบรรยาย | | | | | |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 3. ด้านเวลาเรียน | | | | | |
| 3.1 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาในภาพ | | | | | |
| 3.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย | | | | | |
| 3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ทั้งเรื่อง | | | | | |

ความคิดเห็นอื่น ๆ.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

ประเภทสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง การลดรูปสมการและวงจรโลจิก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใด (ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ตั้งแต่ระดับ 3.50 ขึ้นไป) โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องบอกระดับคุณภาพเพียงช่องเดียวตามความคิดเห็นของท่าน

คะแนนเท่ากับ 5 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมากที่สุด

คะแนนเท่ากับ 4 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมาก

คะแนนเท่ากับ 3 หมายถึง เห็นด้วยในระดับปานกลาง

คะแนนเท่ากับ 2 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อย

คะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 1. ด้านการดำเนินเรื่อง | | | | | |
| 1.1 ความเหมาะสมของการนำเข้าสู่บทเรียน | | | | | |
| 1.2 ดำเนินเรื่องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | | | | | |
| 1.3 ดำเนินเรื่องเหมาะสมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | | | | | |
| 2. ด้านภาพ และเสียง | | | | | |
| 2.1 ตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ | | | | | |
| 2.2 สอดคล้องระหว่างรูปภาพและคำบรรยาย | | | | | |
| 2.3 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน | | | | | |
| 2.4 ภาพกราฟฟิกที่ใช้ประกอบบทเรียน | | | | | |
| 2.5 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบบทเรียน | | | | | |
| 2.6 เสียงดนตรีที่ใช้ประกอบบทเรียน | | | | | |
| 2.7 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบบทเรียน | | | | | |

| รายการ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|------------------|-----|---------|------|------------|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 3. ด้านตัวอักษรและสี 3.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ 3.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ 3.3 สีของตัวอักษร โดยภาพรวม 3.4 สีของพื้นหลัง โดยภาพรวม 3.5 สีของภาพและกราฟฟิก โดยภาพรวม 4. ด้านการจัดการบทเรียน 4.1 การนำเสนอเข้าสู่หัวข้อเรื่อง 4.2 คำอธิบายในการเรียนด้วยบทเรียน CAI 4.3 การให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในระหว่างเรียน 4.4 การควบคุมบทเรียน เช่น การเดินหน้า การถอยหลัง 5. ด้านเวลาเรียน 5.1 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาในภาพ 5.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย 5.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ทั้งบทเรียน CAI | | | | | |

ความคิดเห็นอื่น ๆ.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
 (.....)

ตารางที่ 6.2 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

| แบบประเมินผู้ทรงคุณวุฒิ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|-------------------------|-----------|----------------------|
| ด้านเนื้อหา | 4.72 | 0.22 |
| ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ | 4.68 | 0.24 |

จากตารางที่ 6.3 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาในภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก โดยค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.72 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22 และผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อในภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก โดยค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.68 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24

ตารางที่ 6.3 แสดงค่าคะแนนแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ

| เรื่องที่ประเมิน | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | \bar{X} | SD |
|--|---------------|------|------|-----------|------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง | | | | | |
| 1.1 ความเหมาะสมของการนำเข้าสู่บทเรียน | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 1.2 เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 1.4 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 1.5 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละตอน | 4 | 5 | 4 | 4.33 | 0.58 |
| 1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | 4 | 5 | 5 | 4.67 | 0.58 |
| 1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับของผู้เรียน | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 2. ด้านภาพ และภาษา | | | | | |
| 2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพและคำบรรยาย | 4 | 5 | 5 | 4.67 | 0.58 |
| 3. ด้านเวลาเรียน | | | | | |
| 3.1 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาในภาพ | 4 | 5 | 4 | 4.33 | 0.58 |
| 3.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย | 4 | 4 | 5 | 4.33 | 0.58 |
| 3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ทั้งเรื่อง | 4 | 4 | 4 | 4.00 | 0.00 |
| \bar{X} | 4.54 | 4.85 | 4.77 | 4.72 | 0.22 |

ตารางที่ 6.4 แสดงค่าคะแนนแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

| เรื่องที่ประเมิน | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | \bar{X} | SD |
|--|---------------|------|------|-----------|------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 1. ด้านการดำเนินเรื่อง | | | | | |
| 1.1 ความเหมาะสมของการนำเข้าสู่บทเรียน | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 1.2 การดำเนินเรื่องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 1.3 การดำเนินเรื่องมีความเหมาะสมกับบทเรียน CAI | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 2. ด้านภาพ และเสียง | | | | | |
| 2.1 ตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 2.2 สอดคล้องระหว่างรูปภาพและคำบรรยาย | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 2.3 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน | 4 | 5 | 5 | 4.67 | 0.58 |
| 2.4 ภาพกราฟฟิกที่ใช้ประกอบบทเรียน | 4 | 4 | 5 | 4.33 | 0.58 |
| 2.5 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบบทเรียน | 4 | 4 | 4 | 4.00 | 0.00 |
| 2.6 เสียงดนตรีที่ใช้ประกอบบทเรียน | 5 | 5 | 4 | 4.67 | 0.58 |
| 2.7 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบบทเรียน | 5 | 4 | 5 | 4.67 | 0.58 |
| 3. ด้านตัวอักษรและสี | | | | | |
| 3.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 3.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ | 5 | 5 | 4 | 4.67 | 0.58 |
| 3.3 สีของตัวอักษร โดยภาพรวม | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 3.4 สีของพื้นหลัง โดยภาพรวม | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 3.5 สีของภาพและกราฟฟิก โดยภาพรวม | 5 | 5 | 4 | 4.67 | 0.58 |
| 4. ด้านการจัดการบทเรียน | | | | | |
| 4.1 การนำเสนอเข้าสู่หัวข้อเรื่อง | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 4.2 คำอธิบายในการเรียนด้วยบทเรียน | 5 | 5 | 4 | 4.67 | 0.58 |
| 4.3 การให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในระหว่างเรียน | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 |
| 4.4 การควบคุมบทเรียน เช่น การเดินหน้า การถอยหลัง | 4 | 4 | 4 | 4.00 | 0.00 |
| 5. ด้านเวลาเรียน | | | | | |
| 5.1 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาในภาพ | 4 | 5 | 4 | 4.33 | 0.58 |
| 5.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย | 4 | 5 | 4 | 4.33 | 0.58 |
| 5.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ทั้งบทเรียน | 4 | 4 | 4 | 4.00 | 0.00 |
| \bar{X} | 4.68 | 4.77 | 4.59 | 4.68 | 0.24 |

ตารางที่ 6.5 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ

| รายการประเมิน | \bar{X} | SD | ระดับ ความคิดเห็น |
|--|-----------|------|----------------------|
| 1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง | | | |
| 1.1 ความเหมาะสมของการนำเข้าสู่บทเรียน | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 1.2 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 1.4 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 1.5 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละตอน | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับของผู้เรียน | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 2. ด้านภาพ และภาษา | | | |
| 2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพและคำบรรยาย | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 3. ด้านเวลาเรียน | | | |
| 3.1 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาในภาพ | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 3.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ทั้งเรื่อง | 4.00 | 0.00 | ดี |
| รวม | 4.72 | 0.22 | ดีมาก |

จากตารางที่ 6.5 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาในภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก โดยค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.72 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22 และเมื่อพิจารณาตามรายชื่อแล้ว ปรากฏว่าหัวข้อที่ 2 ทุกข้อย่อยมีระดับคุณภาพดีมาก โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และ 4.67 ส่วนหัวข้อที่ 1 ในหัวข้อย่อย 1.5 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละตอน หัวข้อที่ 3 ในหัวข้อย่อยที่ 3.1 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาในภาพ หัวข้อย่อยที่ 3.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย และในหัวข้อย่อยที่ 3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ทั้งเรื่อง อยู่ในระดับคุณภาพดี โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และ 4.00

ตารางที่ 6.6 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

| รายการประเมิน | \bar{X} | SD | ระดับ ความคิดเห็น |
|--|-----------|------|----------------------|
| 1. ด้านการดำเนินเรื่อง | | | |
| 1.1 ความเหมาะสมของการนำเข้าสู่บทเรียน | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 1.2 การดำเนินเรื่องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 1.3 การดำเนินเรื่องมีความเหมาะสมกับบทเรียน CAI | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 2. ด้านภาพ และเสียง | | | |
| 2.1 ตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 2.2 สอดคล้องระหว่างรูปภาพและคำบรรยาย | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 2.3 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2.4 ภาพกราฟฟิกที่ใช้ประกอบบทเรียน | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 2.5 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบบทเรียน | 4.00 | 0.00 | ดี |
| 2.6 เสียงดนตรีที่ใช้ประกอบบทเรียน | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2.7 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบบทเรียน | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 3 ด้านตัวอักษรและสี | | | |
| 3.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 3.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 3.3 สีของตัวอักษร โดยภาพรวม | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 3.4 สีของพื้นหลัง โดยภาพรวม | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 3.5 สีของภาพและกราฟฟิก โดยภาพรวม | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 4 ด้านการจัดการบทเรียน | | | |
| 4.1 การนำเสนอเข้าสู่หัวข้อเรื่อง | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 4.2 คำอธิบายในการเรียนด้วยบทเรียน CAI | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 4.3 การให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในระหว่างเรียน | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| 4.4 การควบคุมบทเรียน เช่น การใช้เป็นพิมพ์ เม้าส์ | 4.00 | 0.00 | ดี |
| 5 ด้านเวลาเรียน | | | |
| 5.1 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาในภาพ | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 5.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 5.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ทั้งบทเรียน CAI | 4.00 | 0.00 | ดี |
| รวม | 4.68 | 0.24 | ดีมาก |

จากตารางที่ 6.6 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
ในภาพรวมอยู่ในระดับคุณภาพดีมาก โดยค่าเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 4.68 ค่าส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.24
และเมื่อพิจารณาตามรายชื่อแล้ว ปรากฏว่าหัวข้อที่ 1 และหัวข้อที่ 3 ทุกหัวข้อย่อยมีระดับคุณภาพ
ดีมาก โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และ 4.67 ส่วนหัวข้อที่ 2 ด้านภาพ และเสียง ในหัวข้อย่อยที่ 2.4
ภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบบทเรียน และในหัวข้อย่อยที่ 2.5 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบบทเรียน
หัวข้อที่ 4 ด้านการจัดการบทเรียน ในหัวข้อย่อยที่ 4.4 การควบคุมบทเรียน เช่น การใช้แป้นพิมพ์
เมาส์ และในหัวข้อที่ 5 ด้านเวลาเรียน ในหัวข้อย่อยที่ 5.1 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหา
ในภาพ ในหัวข้อย่อยที่ 5.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย และ ในหัวข้อย่อยที่
ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ทั้งบทเรียน CAI มีระดับคุณภาพดี โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และ
4.00

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ข้อมูล

- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- ค่าคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน และค่าคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน
- การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- การคำนวณทางสถิติในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การคำนวณหาค่าที (t-test)

ตารางที่ 6.7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| ข้อที่ | ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ | | คุณภาพของข้อสอบ | |
|--------|----------------------|-------|-----------------------|------------|
| | ค่า P | ค่า r | ความยากง่าย | อำนาจจำแนก |
| 1 | 0.57 | 0.33 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีพอสมควร |
| 2 | 0.63 | 0.33 | ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้) | ดีพอสมควร |
| 3 | 0.47 | 0.40 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีมาก |
| 4 | 0.77 | 0.20 | ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้) | พอใช้ได้ |
| 5 | 0.40 | 0.40 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีมาก |
| 6 | 0.63 | 0.47 | ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 7 | 0.47 | 0.40 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีมาก |
| 8 | 0.53 | 0.27 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | พอใช้ได้ |
| 9 | 0.20 | 0.27 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | พอใช้ได้ |
| 10 | 0.33 | 0.27 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | พอใช้ได้ |
| 11 | 0.30 | 0.47 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 12 | 0.23 | 0.33 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีพอสมควร |
| 13 | 0.40 | 0.27 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | พอใช้ได้ |
| 14 | 0.47 | 0.47 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีมาก |
| 15 | 0.33 | 0.53 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 16 | 0.30 | 0.33 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีพอสมควร |
| 17 | 0.43 | 0.33 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีพอสมควร |
| 18 | 0.47 | 0.67 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีมาก |
| 19 | 0.23 | 0.47 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 20 | 0.50 | 0.47 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีมาก |
| 21 | 0.27 | 0.53 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 22 | 0.30 | 0.47 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 23 | 0.23 | 0.47 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 24 | 0.20 | 0.40 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 25 | 0.50 | 0.47 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีมาก |
| 26 | 0.23 | 0.33 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีพอสมควร |
| 27 | 0.20 | 0.40 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |

ตารางที่ 6.7 (ต่อ)

| ชื่อที่ | ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ | | คุณภาพของข้อสอบ | |
|---------|----------------------|-------|----------------------|------------|
| | ค่า P | ค่า r | ความยากง่าย | อำนาจจำแนก |
| 28 | 0.23 | 0.47 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 29 | 0.27 | 0.40 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 30 | 0.20 | 0.27 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | พอใช้ได้ |
| 31 | 0.30 | 0.47 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 32 | 0.20 | 0.40 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 33 | 0.37 | 0.47 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีมาก |
| 34 | 0.27 | 0.27 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | พอใช้ได้ |
| 35 | 0.37 | 0.20 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | พอใช้ได้ |
| 36 | 0.23 | 0.20 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | พอใช้ได้ |
| 37 | 0.40 | 0.40 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีมาก |
| 38 | 0.47 | 0.67 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | ดีมาก |
| 39 | 0.40 | 0.27 | ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ดี) | พอใช้ได้ |
| 40 | 0.30 | 0.33 | ค่อนข้างยาก (ใช้ได้) | ดีพอสมควร |

จากตารางที่ 6.7 พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.67

ตารางที่ 6.8 แสดงการวิเคราะห์สัดส่วนคะแนน เพื่อคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

| ข้อที่ | ตอบถูก | ตอบผิด | N=30 | ค่า P | ค่า q | pq | ข้อที่ | ตอบถูก | ตอบผิด | N=30 | ค่า P | ค่า q | pq |
|--------|--------|--------|------|-------|-------|------|--------|--------|--------|------|-------|-------------|------|
| 1 | 17 | 13 | 30 | 0.57 | 0.43 | 0.25 | 31 | 7 | 23 | 30 | 0.23 | 0.77 | 0.18 |
| 2 | 19 | 11 | 30 | 0.63 | 0.37 | 0.23 | 32 | 15 | 15 | 30 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |
| 3 | 14 | 16 | 30 | 0.47 | 0.53 | 0.25 | 33 | 8 | 22 | 30 | 0.27 | 0.73 | 0.20 |
| 4 | 14 | 16 | 30 | 0.47 | 0.53 | 0.25 | 34 | 9 | 21 | 30 | 0.30 | 0.70 | 0.21 |
| 5 | 19 | 11 | 30 | 0.63 | 0.37 | 0.23 | 35 | 6 | 24 | 30 | 0.20 | 0.80 | 0.16 |
| 6 | 14 | 16 | 30 | 0.47 | 0.53 | 0.25 | 36 | 7 | 23 | 30 | 0.23 | 0.77 | 0.18 |
| 7 | 16 | 14 | 30 | 0.53 | 0.47 | 0.25 | 37 | 8 | 22 | 30 | 0.27 | 0.73 | 0.20 |
| 8 | 6 | 24 | 30 | 0.20 | 0.80 | 0.16 | 38 | 6 | 24 | 30 | 0.20 | 0.80 | 0.16 |
| 9 | 10 | 20 | 30 | 0.33 | 0.67 | 0.22 | 39 | 9 | 21 | 30 | 0.30 | 0.70 | 0.21 |
| 10 | 9 | 21 | 30 | 0.30 | 0.70 | 0.21 | 40 | 11 | 19 | 30 | 0.37 | 0.63 | 0.23 |
| 11 | 7 | 23 | 30 | 0.23 | 0.77 | 0.18 | k=40 | | | N=30 | | $\sum pq =$ | 8.61 |
| 12 | 12 | 18 | 30 | 0.40 | 0.60 | 0.24 | | | | | | | |
| 13 | 14 | 16 | 30 | 0.47 | 0.53 | 0.25 | | | | | | | |
| 14 | 10 | 20 | 30 | 0.33 | 0.67 | 0.22 | | | | | | | |
| 15 | 9 | 21 | 30 | 0.30 | 0.70 | 0.21 | | | | | | | |
| 16 | 8 | 22 | 30 | 0.27 | 0.73 | 0.20 | | | | | | | |
| 17 | 11 | 19 | 30 | 0.37 | 0.63 | 0.23 | | | | | | | |
| 18 | 7 | 9 | 16 | 0.44 | 0.56 | 0.25 | | | | | | | |
| 19 | 7 | 23 | 30 | 0.23 | 0.77 | 0.18 | | | | | | | |
| 20 | 12 | 18 | 30 | 0.40 | 0.60 | 0.24 | | | | | | | |
| 21 | 14 | 16 | 30 | 0.47 | 0.53 | 0.25 | | | | | | | |
| 22 | 12 | 18 | 30 | 0.40 | 0.60 | 0.24 | | | | | | | |
| 23 | 9 | 21 | 30 | 0.30 | 0.70 | 0.21 | | | | | | | |
| 24 | 7 | 23 | 30 | 0.23 | 0.77 | 0.18 | | | | | | | |
| 25 | 7 | 23 | 30 | 0.23 | 0.77 | 0.18 | | | | | | | |
| 26 | 10 | 20 | 30 | 0.33 | 0.67 | 0.22 | | | | | | | |
| 27 | 8 | 22 | 30 | 0.27 | 0.73 | 0.20 | | | | | | | |
| 28 | 7 | 23 | 30 | 0.23 | 0.77 | 0.18 | | | | | | | |
| 29 | 13 | 17 | 30 | 0.43 | 0.57 | 0.25 | | | | | | | |
| 30 | 14 | 16 | 30 | 0.47 | 0.53 | 0.25 | | | | | | | |

หมายเหตุ * หมายถึงข้อสอบที่นำไปใช้ได้

ตารางที่ 6.9 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าคะแนนเฉลี่ยกำลังสองของการทำแบบทดสอบ

| คนที่ | คะแนนเต็ม 40 | คะแนน |
|-------|-----------------|---------------------|
| | fX | fX^2 |
| 1 | 34 | 1156 |
| 2 | 30 | 900 |
| 3 | 28 | 784 |
| 4 | 27 | 729 |
| 5 | 26 | 676 |
| 6 | 24 | 576 |
| 7 | 22 | 484 |
| 8 | 22 | 484 |
| 9 | 21 | 441 |
| 10 | 20 | 400 |
| 11 | 20 | 400 |
| 12 | 20 | 400 |
| 13 | 19 | 361 |
| 14 | 19 | 361 |
| 15 | 18 | 324 |
| 16 | 17 | 289 |
| 17 | 17 | 289 |
| 18 | 16 | 256 |
| 19 | 16 | 256 |
| 20 | 16 | 256 |
| 21 | 15 | 225 |
| 22 | 15 | 225 |
| 23 | 14 | 196 |
| 24 | 14 | 196 |
| 25 | 12 | 144 |
| 26 | 12 | 144 |
| 27 | 11 | 121 |
| 28 | 10 | 100 |
| 29 | 9 | 81 |
| 30 | 9 | 81 |
| | $\sum fX = 553$ | $\sum fX^2 = 11335$ |

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้สูตร KR-20 (Kuder-Richardson Formula

20)

$$\text{สูตร} \quad r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$\begin{array}{ll} \text{เมื่อ} & N = 30 & \sum fX = 553 \\ & k = 40 & \sum fX^2 = 11335 \end{array}$$

$$\sum pq = 8.61$$

$$S_t^2 = \frac{\sum X^2}{N} - \left[\frac{\sum X}{N} \right]^2$$

$$= \frac{11335}{30} - \left[\frac{553}{30} \right]^2$$

$$= 377.83 - 339.79$$

$$S_t^2 = 38.04$$

$$\text{แทนค่า} \quad r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{8.61}{38.04} \right\}$$

$$= 1.03\{0.77\}$$

$$r_{tt} = 0.8$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.8

ตารางที่ 6.10 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

| แบบทดสอบระหว่างเรียน | | | | แบบทดสอบหลังเรียน | | | |
|----------------------|-------|-----------|-------|-------------------|-------|-----------|-------|
| คนที่ | X | คะแนนเต็ม | % | คนที่ | X | คะแนนเต็ม | % |
| 1 | 38 | 40 | 95 | 1 | 38 | 40 | 95 |
| 2 | 31 | 40 | 78 | 2 | 30 | 40 | 75 |
| 3 | 36 | 40 | 90 | 3 | 35 | 40 | 88 |
| 4 | 31 | 40 | 78 | 4 | 33 | 40 | 83 |
| 5 | 30 | 40 | 75 | 5 | 29 | 40 | 73 |
| 6 | 29 | 40 | 73 | 6 | 30 | 40 | 75 |
| 7 | 30 | 40 | 75 | 7 | 29 | 40 | 73 |
| 8 | 30 | 40 | 75 | 8 | 30 | 40 | 75 |
| 9 | 35 | 40 | 88 | 9 | 34 | 40 | 85 |
| 10 | 29 | 40 | 73 | 10 | 28 | 40 | 70 |
| 11 | 32 | 40 | 80 | 11 | 31 | 40 | 78 |
| 12 | 35 | 40 | 88 | 12 | 34 | 40 | 85 |
| 13 | 33 | 40 | 83 | 13 | 31 | 40 | 78 |
| 14 | 31 | 40 | 78 | 14 | 33 | 40 | 83 |
| 15 | 37 | 40 | 93 | 15 | 35 | 40 | 88 |
| 16 | 29 | 40 | 73 | 16 | 26 | 40 | 65 |
| 17 | 36 | 40 | 90 | 17 | 37 | 40 | 93 |
| 18 | 31 | 40 | 78 | 18 | 30 | 40 | 75 |
| 19 | 35 | 40 | 88 | 19 | 34 | 40 | 85 |
| 20 | 37 | 40 | 93 | 20 | 38 | 40 | 95 |
| รวม | 655 | 800 | 1638 | รวม | 645 | 800 | 1613 |
| ค่าเฉลี่ย | 32.75 | 40 | 81.88 | ค่าเฉลี่ย | 32.25 | 40 | 80.63 |

ตารางที่ 6.11 แสดงคะแนน คะแนนกำลังสองของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ

| กลุ่มทดลอง เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | | | กลุ่มควบคุม เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ | | |
|--|-------------------|---------------------|---|-------------------|---------------------|
| คนที่ | fX | fX^2 | คนที่ | fX | fX^2 |
| 1 | 34 | 1156 | 1 | 28 | 784 |
| 2 | 29 | 841 | 2 | 34 | 1156 |
| 3 | 33 | 1089 | 3 | 30 | 900 |
| 4 | 28 | 784 | 4 | 29 | 841 |
| 5 | 31 | 961 | 5 | 36 | 1296 |
| 6 | 35 | 1225 | 6 | 32 | 1024 |
| 7 | 35 | 1225 | 7 | 28 | 784 |
| 8 | 27 | 729 | 8 | 32 | 1024 |
| 9 | 30 | 900 | 9 | 25 | 625 |
| 10 | 31 | 961 | 10 | 31 | 961 |
| 11 | 29 | 841 | 11 | 29 | 841 |
| 12 | 36 | 1296 | 12 | 32 | 1024 |
| 13 | 30 | 900 | 13 | 30 | 900 |
| 14 | 33 | 1089 | 14 | 27 | 729 |
| 15 | 29 | 841 | 15 | 34 | 1156 |
| 16 | 32 | 1024 | 16 | 31 | 961 |
| 17 | 35 | 1225 | 17 | 29 | 841 |
| 18 | 30 | 900 | 18 | 35 | 1225 |
| 19 | 31 | 961 | 19 | 26 | 676 |
| 20 | 37 | 1369 | 20 | 32 | 1024 |
| N=20 | $\sum fX = 635$ | $\sum fX^2 = 20317$ | N=20 | $\sum fX = 610$ | $\sum fX^2 = 18772$ |
| | $\bar{X} = 31.75$ | $SD = 2.86$ | | $\bar{X} = 30.50$ | $SD = 2.96$ |

คำนวณค่าทางสถิติการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X})

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \bar{X} &= \frac{\sum fx}{N} \\ &= \frac{635}{20} \\ &= 31.75 \end{aligned}$$

1.2 การคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad SD &= \sqrt{\frac{n(\sum fx^2) - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{20(20317) - (635)^2}{20(20-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{3115}{380}} \\ S^2 &= 8.20 \\ SD &= 2.86 \end{aligned}$$

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ

2.1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X})

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \bar{X} &= \frac{\sum fx}{N} \\ &= \frac{610}{20} \\ &= 30.50 \end{aligned}$$

2.2 การคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$\begin{aligned}
 \text{สูตร } SD &= \sqrt{\frac{n(\sum fx^2) - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{20(18772) - (610)^2}{20(20-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{3340}{380}} \\
 S^2 &= 8.79 \\
 SD &= 2.96
 \end{aligned}$$

3. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนแบบปกติ

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน Two Independent Sample Test มีขั้นตอนในการพิจารณาการใช้สูตรดังนี้

3.1 ทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่ม σ_1^2, σ_2^2 ว่าแตกต่างกันหรือไม่ ด้วยการทดสอบค่า F (F-test) กำหนดให้ $S_1^2 > S_2^2$

1. $H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$
 $H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2$
2. $\alpha = .05$
3. $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ แทนค่า $= \frac{8.79}{8.20} = 1.07$
4. $df_1 = n_1 - 1$ แทนค่า $= 20 - 1 = 19$
 $df_2 = n_2 - 1$ แทนค่า $= 20 - 1 = 19$

ค่า F ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 1.07 และค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง Critical Values of F เท่ากับ 2.17 แสดงว่าค่า F ที่คำนวณได้ < ค่า F จากตารางให้ยอมรับ $H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$ แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรไม่แตกต่างกัน (เท่ากับ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) ให้ใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance

3.2 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนแบบปกติ (t-test ชนิด Pooled Variance)

1. $H_0 : \mu_1 = \mu_2$
 $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$
2. $\alpha = .05$
3. $df = (n_1 + n_2 - 2) = 20 + 20 - 2 = 38$
4. $t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$

แทนค่า

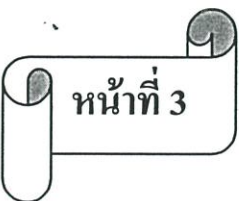
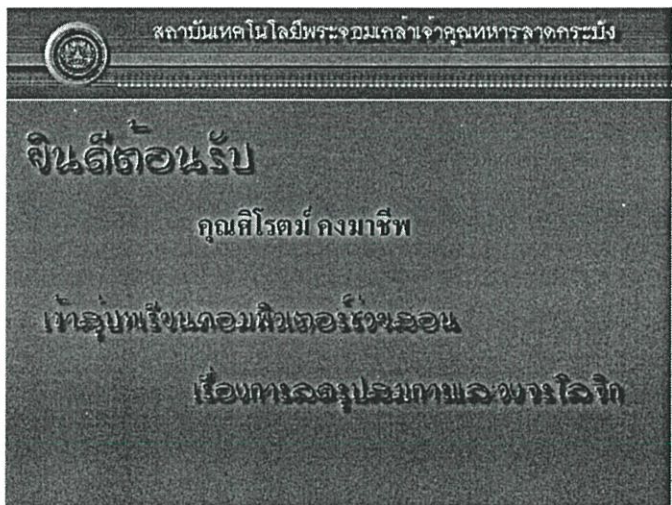
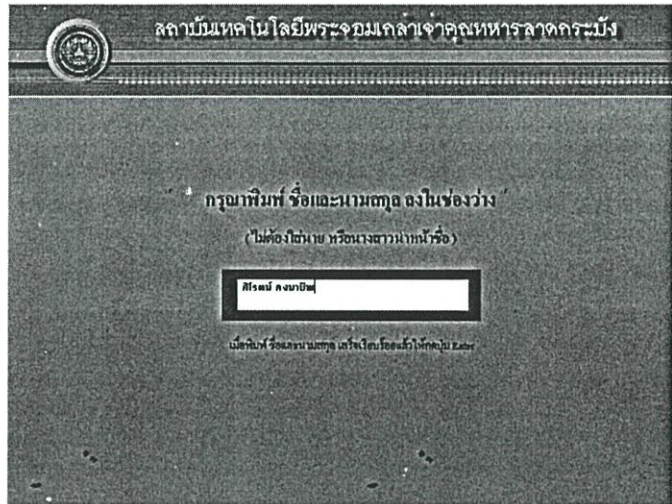
$$\begin{aligned}
 &= \frac{31.75 - 30.50}{\sqrt{\frac{(20 - 1)8.20 + (20 - 1)8.79}{20 + 20 - 2} \left\{ \frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right\}}} \\
 &= \frac{1.25}{\sqrt{\frac{155.80 + 167.01}{38} \{0.05 + 0.05\}}} \\
 &= \frac{1.25}{\sqrt{8.50\{0.1\}}} \\
 &= \frac{1.25}{0.92} \\
 &= 1.36
 \end{aligned}$$

เมื่อเปิดตารางค่าวิกฤตในตารางพบว่า ค่าวิกฤตที่ $df = 38$ และค่า $\alpha = .05$ มีค่า = 1.69 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า t ที่คำนวณได้ = 1.36 ให้ยอมรับ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ แสดงว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก



บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก

หน้าที 4

บทนำ

ในการศึกษาโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิกชุดนี้ ผู้ที่ศึกษาจะต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องของโลจิกเกตเบื้องต้น และการวิเคราะห์ห่ออกแบบวงจรโลจิกมาก่อน จึงจะสามารถทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องนี้ได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ



หน้าที 5

บทนำ

จากการวิเคราะห์และออกแบบวงจรโลจิกนั้น เราสามารถอธิบายการทำงานตลอดจนคุณสมบัติของวงจรออกมาในรูปของสมการพีชคณิตบูลีน หรือตารางความจริงได้



หน้าที 6

บทนำ



$X = ABC + AB\bar{C} + A\bar{B}C + \bar{A}BC$
 $X = AB(C + \bar{C}) + \bar{A}C(B + \bar{B})$
 $X = AB(1) + \bar{A}C(1)$
 $X = AB + \bar{A}C$

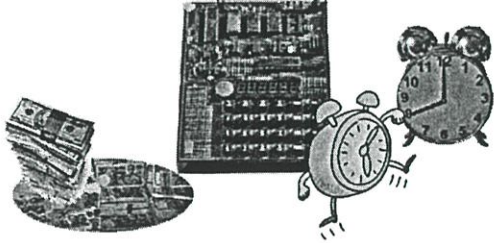
ในทางกลับกันเมื่อเรามีตารางความจริง หรือแผนการพีชคณิตบูลีน เราก็สามารถออกแบบและสร้างเป็นวงจรโลจิกออกมาได้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลก

หน้าที่ 7

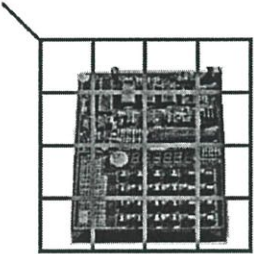
บทนำ

แต่ในการออกแบบวงจรนั้นเราต้องการวงจรที่ใช้อุปกรณ์ที่มีลึกลงโลกอีกทำให้สิ้นเปลืองน้อยที่สุด หาระยะมีอุปกรณ์มากเท่าใด ราคาของเครื่องก็จะยิ่งแพงมากขึ้น และเวลาในการทำงานของวงจรจะช้ามากขึ้นอีกตามจำเป็น



หน้าที่ 8

บทนำ



ดังนั้นเราจึงต้องใช้วิธีการลดรูปสมการและวงจรโลก มาช่วยก่อกำการออกแบบ และสร้างเป็นวงจรโลกที่ใช้อุปกรณ์ให้สิ้นเปลืองให้น้อยที่สุดได้

หน้าที่ 9

บทนำ



กรุณาอย่าลืมกดคลิกที่ปุ่ม เพื่อเลือกที่จะผ่านในการสอน

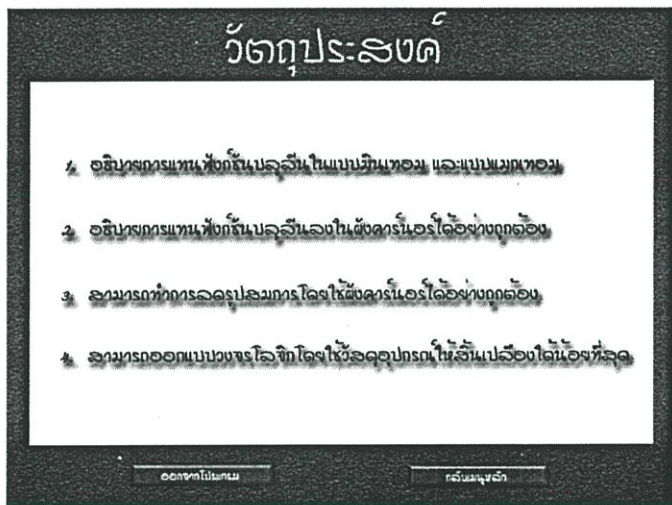
© พจนานุกรม
กณีนุชกุล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก

หน้าที่ 10



หน้าที่ 11



หน้าที่ 12

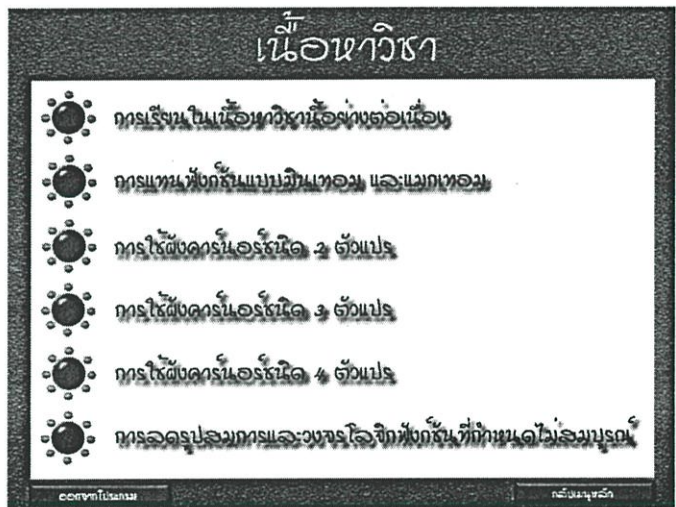


บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรโลจิก

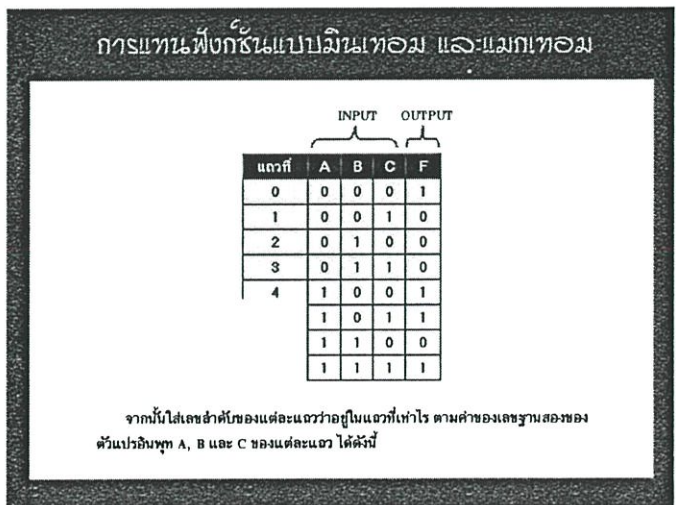
หน้าที่ 13



หน้าที่ 14



หน้าที่ 15



บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรลอจิก

หน้าที่ 16

การแทนฟังก์ชันแบบมินเทอม และแมกเทอม

1. การแทนฟังก์ชันแบบมินเทอม (Minterm)

| แถวที่ | A | B | C | F | |
|--------|---|---|---|---|----------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | แถวที่ 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 | แถวที่ 4 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | แถวที่ 5 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | แถวที่ 7 |

จะดูแถวที่ F มีค่าเป็น 1 ซึ่งในตารางความจริงจะประกอบไปด้วย

หน้าที่ 17

การแทนฟังก์ชันแบบมินเทอม และแมกเทอม

ซึ่งสามารถเขียนสมการในรูปของมินเทอมโดยเขียนจากแถวที่ F เป็น 1 ได้ดังนี้

$$F(A, B, C) = \sum m(0, 4, 5, 7)$$

แถวที่ทุกอันเนื่องมาจาก
การกระทำของอินพุตทั้งสามตัว

กระทำในรูปแบบผลบวก
ของผลคูณ หรือรูปแบบมินเทอม

ของตัวแปรอินพุตใน
แถวที่ 0, 4, 5 และ 7

หน้าที่ 18

การแทนฟังก์ชันแบบมินเทอม และแมกเทอม

หรือเขียนให้อยู่ในรูปของตัวแปรอินพุต ได้เป็น

$$F(A, B, C) = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C + ABC$$

| แถวที่ | A | B | C | F |
|--------|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 |

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการลดรูปสมการและวงจรถูก

หน้าที่ 19

เนื้อหาวิชา


- ☉ การเรียงในเนื้อหาวิชาเรียงต่อเนื่อง
- ☉ การแทนฟังก์ชันแบบมินิเทอม และแมกเทอม
- ☉ การใช้ผังคาร์เนอริ์นดิ์ 2 ตัวแปร
- ☉ การใช้ผังคาร์เนอริ์นดิ์ 3 ตัวแปร
- ☉ การใช้ผังคาร์เนอริ์นดิ์ 4 ตัวแปร
- ☉ การลดรูปสมการและวงจรถูกฟังก์ชันที่กำหนดไว้สมบูรณ์

© จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้าที่ 20


การใช้ผังคาร์เนอริ์นดิ์ 2 ตัวแปร

Karnaugh Map หรือ ผังคาร์เนอริ์นดิ์ เป็นแผนผังที่นำเอาหลักการของเวเนไดอะแกรม มาจัดให้อยู่ในรูปของตารางสี่เหลี่ยม สามารถนำไปใช้ในการลดรูปสมการและวงจรถูกได้



เวเนไดอะแกรม

→



ผังคาร์เนอริ์นดิ์

หน้าที่ 21

การใช้ผังคาร์เนอริ์นดิ์ 2 ตัวแปร

Karnaugh Map หรือ ผังคาร์เนอริ์นดิ์ เป็นแผนผังที่นำเอาหลักการของเวเนไดอะแกรม มาจัดให้อยู่ในรูปของตารางสี่เหลี่ยม สามารถนำไปใช้ในการลดรูปสมการและวงจรถูกได้

| | | | |
|---|----|-----|------|
| | | X | |
| | | 0 | 1 |
| Y | Ȳ | XȲ | X̄Ȳ |
| | Y | XY | X̄Y |

ประวัติผู้เขียน

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อ-สกุล | นายศิริโรตม์ คงมาชีพ |
| วัน เดือน ปีเกิด | 20 กันยายน 2516 |
| สถานที่เกิด | จังหวัดราชบุรี |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน | บ้านเลขที่ 139 ซอยไกรฤกษ์ ถนนค่ายหลวง ตำบลบ้านโป่ง อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี รหัสไปรษณีย์ 70110 |
| สถานที่ทำงาน | วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 เลขที่ 12 หมู่ 2 ตำบลคิ่งพยอม อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี รหัสไปรษณีย์ 70110 |
| ตำแหน่ง | อาจารย์จ้างพิเศษสอน (สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์) |
| ประวัติการศึกษา | ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ - โทคมណနမ จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |