



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

โดย นายวุฒิพงษ์ พนาวารางกูร

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ดำรง จีนขาวขำ)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรถกิติมากุล)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงรัตน์ ศรีวงษ์ถล)

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152)  
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ.2547  
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นายวุฒิพงษ์ พนาวรางกูร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
IV วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
MTE สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
75(7)N บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ค. 3 ปีการศึกษา 2549  
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายวุฒิพงษ์ พนาวรวงูร  
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์  
อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา  
การจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัย  
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
สาขาวิชา : ไฟฟ้า  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์  
รองศาสตราจารย์ ดำรง จินขาวำ  
ปีการศึกษา : 2549

#### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังเรียน วิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนซึ่ง ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอนแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชา จากนั้นนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 37 คน โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ในระหว่างการเรียนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนจบทุกหน่วย หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอน  $E_1/E_2$  และวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.12/81.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียนโดยเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากความคิดเห็นของนักศึกษาจะเห็นได้ว่านักศึกษามีความคิดเห็นต่อการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนอยู่ในเกณฑ์ดี

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 181 หน้า)



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr.Wootipong Panawarangkoon  
Thesis Title : The Construction and Efficiency Validation of the Instructional Package  
for Basic Industrial Electronics subject , Bachelor of Science in Information and  
Production Technology Management King Mongkut's Institute of Technology  
North Bangkok  
Major Field : Electrical Technology  
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok  
Thesis Advisors : Dr. Mongkol Wangsathitwong  
Associate Professor Damrong Gincaokhom  
Academic Year : 2006

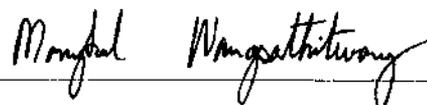
#### **Abstract**

The research study aimed to construct and find the efficiency of the instructional package for Basic Industrial Electronics subject, Bachelor of Science in Information and Production Technology Management King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok and to compare Learning achievement of the students between before and after using this intructional package.

The instructional package consists of teacher handbook , teaching aids, exercises and test. Samples were 37 students registering in the second semester (academic) in 2005 at King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok. They did the pre-test before taking the course and worked on the exercises and quiz after unit then the post-test. The scores were computed for is efficiency with the formula  $E_1/E_2$ . Then there was analysis to find the learning.

The results showed that this instructional package had the efficiency of 80.12/81.98 which was higher than the set criterion 80/80. The difference between pre-test and post-test scores was statistical significantly different at .01 with the post-test scores were higher than the pre-test scores and students' opinion to the Instructional package for Basic Industrial Electronic was good.

(Total 181 pages)



Advisor

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจากผู้มีพระคุณหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์ ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ คำรง จินขาวขำ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชา แนะนำวิธีการดำเนินการวิจัย การแก้ปัญหาและเสริมสร้างกำลังใจในการวิจัยตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านทั้งสองไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้กรุณาประเมินความเหมาะสมของชุดการสอน และให้ข้อเสนอแนะในการสร้างชุดการสอน ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อนันต์ เวทย์วัฒนะ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ นักศึกษา ในการทดลองใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยบางส่วน

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ครู อาจารย์ คุณพ่อคุณแม่ และญาติพี่น้องที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนตลอดมา ตลอดจนเพื่อนผู้เป็นกำลังใจทุกท่าน ที่คอยสนับสนุน ส่งเสริม และร่วมแก้ปัญหาคด้วยดีเสมอมา

วุฒิพงษ์ พนาวรางกูร

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชุดการสอน	7
2.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	14
2.3 หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้และผลิตสื่อการเรียนการสอน	17
2.4 การสร้างแบบทดสอบ	20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	29
3.2 วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา	30
3.3 การสร้างชุดการสอนและการประเมินผล	32
3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	43
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินการทดลอง	44
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	45
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น	51

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน	53
4.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอน	53
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน	54
4.2.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษา	55
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	58
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย	58
5.3 ข้อเสนอแนะ	59
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก ก	
รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา	64
ภาคผนวก ข	
รายละเอียดหัวเรื่องและแหล่งข้อมูล	66
การประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง	67
ประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวเรื่อง	68
รายละเอียดของเนื้อหาที่สำคัญของหัวเรื่องและความรู้ของเนื้อหา	75
รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	80
ภาคผนวก ค	
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน	86
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ	90
ตารางจำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์	93
ตารางวิเคราะห์สื่อการสอน	97
ภาคผนวก ง	
การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาธรรมชาติความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ	
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	110
การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของข้อสอบ	114

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ	
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	120
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	125
ภาคผนวก ฉ	
การวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียน	128
ภาคผนวก ช	
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	132
หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน	133
แบบประเมินชุดการสอนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	138
ผลการประเมินชุดการสอนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	143
ภาคผนวก ซ	
ตัวอย่างคู่มือครู	146
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	168
ประวัติผู้วิจัย	181

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน	24
2-2 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ	25
3-1 รายละเอียดจำนวนเนื้อหา	36
3-2 แสดงจำนวนกรอบเนื้อหาและภาพเคลื่อนไหวในหน่วยการเรียนรู้	38
3-3 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอน	41
4-1 รายละเอียดของชุดการสอน	52
4-2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน	53
4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน	53
4-4 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน	54
4-5 ผลประเมินความคิดเห็นของนักศึกษา	55
ข-1 รายการหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล	66
ข-2 รายการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง	67
ข-3 ประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง	68
ข-4 รายละเอียดของเนื้อหาที่สำคัญของหัวข้อเรื่องและความรู้ของเนื้อหา	75
ข-5 รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	80
ค-1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน	86
ค-2 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เพื่อออกข้อสอบ	90
ค-3 จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	93
ค-4 การวิเคราะห์สื่อ	97
ง-1 การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	110
ง-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก-ง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ	114
ง-3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก แบบทดสอบ	118
จ-1 คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ค่าร้อยละของผู้เรียน บทที่ 1 – บทที่ 9	120
จ-2 คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ค่าร้อยละของผู้เรียน บทที่ 10 – บทที่ 13	123
จ-3 สรุปคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ค่าร้อยละของผู้เรียน	124

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่	
จ-4 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าร้อยละของผู้เรียน	125
ฉ-1 คะแนน ค่าร้อยละ ของผู้เรียนก่อนเรียน และหลังเรียน	128
ฉ-2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและ หลังเรียน	128
ช-1 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดการสอนที่ได้จากการ ประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	143

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ระดับวัตถุประสงค์การสอนกับจำนวนข้อสอบที่ใช้วัด	23
3-1	ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตร	30
3-2	ขั้นตอนการสร้างชุดการสอนในการวิจัย	33
3-3	ขั้นตอนการสร้างคู่มือครู	34
3-4	ขั้นตอนการสร้างสื่อการสอน	37
3-5	ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์	38
3-6	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ	39
3-7	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นแต่ละด้านจากการประเมินชุดการสอนของผู้เชี่ยวชาญ	42
4-1	ชุดการสอน	52

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโลกมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม เกษตรกรรมและเทคโนโลยีอื่น ๆ เป็นอันมาก ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ มากมาย ก่อให้เกิดการเลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างกว้างขวาง ประเทศไทยก็เป็นอีกประเทศหนึ่งที่กำลังพัฒนา และได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี โดยตรง ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพของทรัพยากรมนุษย์ซึ่งก็คือการศึกษา โดยต้องมีการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนา เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันและต่อไปในอนาคต ดังแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) ซึ่งได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาคุณภาพคนให้มีคุณภาพและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง โดยพัฒนาให้ประชาชนสามารถสร้างเสริมสุขภาพด้วยตนเองภายใต้ระบบ สุขภาพที่มีความหลากหลายเป็นองค์รวม มีคุณภาพ ประสิทธิภาพและเป็นธรรมชาติ มีการปฏิรูปการศึกษา การเรียนรู้ตลอดชีวิต การฝึกอบรม และพัฒนาทักษะที่ทำให้คนไทยทุกคนมีการพัฒนาอย่างสมดุลทางด้านคุณภาพชีวิต วิชาการ คุณภาพและมาตรฐานฝีมือแรงงาน รวมทั้งตระหนักในความสำคัญของการพัฒนาตนเองให้เต็มศักยภาพโดยเฉพาะการปรับปรุงการเรียนการสอน

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรมีชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทั้งเนื้อหาทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อให้เป็นไปตามนโยบายพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับนี้ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งได้เน้นการส่งเสริมพัฒนาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ นักศึกษามีความคิดริเริ่ม สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และนำไปปฏิบัติได้ ส่งเสริมการผลิตตำราเอกสารทางวิชาการและสื่อการเรียนการสอนในสาขาต่างๆ โดยเฉพาะหลักสูตรทางด้านวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ.2547) มีวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม (336152) ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งของการศึกษา โดยเนื้อหาเป็นทฤษฎีที่ศึกษาเกี่ยวกับ สารกึ่งตัวนำ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ระบบดิจิทัล ระบบเลขฐาน วงจรลอจิกเบื้องต้น ฟลิปฟล็อป อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแสง และการใช้งานอปแอมป์

จากการสอบถามอาจารย์ผู้สอนวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เกี่ยวกับนักศึกษาที่เข้ามาศึกษาสาขาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ จะจบประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาเครื่องกล ไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ และสาขาไฟฟ้ากำลัง ซึ่งมีพื้นฐานแตกต่างกันทำให้การจัดการเรียนการสอนของวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ต้องมีการปรับพื้นฐานใหม่และเป็นหลักสูตรใหม่ (พ.ศ.2547) ในคู่มือครู ไม่มีรายละเอียดวิธีการทำกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและทางด้านใบเนื้อหาอยู่ระหว่างการรวบรวมและจัดทำ ขาดสื่อการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

จากการสัมภาษณ์ผู้เรียน พบว่า ส่วนมากมีความเข้าใจเนื้อหาได้น้อย เพราะไม่สามารถจินตนาการเนื้อหาอย่างเป็นรูปธรรม เนื่องจากมีพื้นฐานที่ไม่ดีพอ ดังนั้นควรที่จะมีสื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมมาประกอบการสอน

จากการสอบถามอาจารย์ผู้สอน และสัมภาษณ์ผู้เรียน ผู้วิจัยสามารถที่จะสรุปได้ว่า วิชา (336152) พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมยังขาดคู่มือครูที่มีรายละเอียด ใบเนื้อหาขาดรูปภาพที่สัมพันธ์กับคำอธิบาย และขาดสื่อการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และบางเนื้อหาอยู่ระหว่างการจัดทำสื่อ รวมถึงขาดสื่อที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนการเรียนรู้ ดังนั้นแนวทางจัดการศึกษา ควรนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนเพราะนวัตกรรมเทคโนโลยีทางการศึกษาจะช่วยให้การเรียนการสอนมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะชุดการสอนยังช่วยให้ครูดำเนินการสอนที่มีคุณภาพเท่าเทียมกันประหยัดเวลาในการเตรียมการสอนทำให้การสอนในเรื่องนั้นๆบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ (เสาวณีย์, 2528:292) จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพเป็นส่วนสำคัญในการทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

จากเหตุผลข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้ตระหนักถึงประโยชน์ของการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้สร้างชุดการสอนเพื่อแก้ปัญหาในการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วยคู่มือครู และสื่อที่มีการสาธิตและนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนและมีกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มและผู้สอนอย่างมีประสิทธิภาพทั้งยังช่วยให้ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงคิดสร้างชุดการสอนเรื่องพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังเรียน โดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ชุดการสอนวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา วิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

1.3.3 นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ชุดการสอนวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

### 1.4.1.1 คู่มือครู ประกอบด้วย

1. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ขั้่นนำเข้าสู่บทเรียน
3. ตารางปฏิบัติการ (กิจกรรมการเรียนการสอน)
4. แบบร่างกระดาน
5. ใบเนื้อหา
6. ใบรายการถามตอบ
7. แบบฝึกหัด พร้อมเฉลยคำตอบ

1.4.1.2 สื่อการสอน เป็นโปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

1.4.1.3 แบบทดสอบ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลย

คำตอบ

1.4.2 ชุดการสอนวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต ประกอบด้วย 8 หน่วยการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 13 บทเรียน ดังนี้

หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

หน่วยที่ 2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

บทที่ 2 ไดโอด

บทที่ 3 ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ

บทที่ 4 ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า

บทที่ 5 เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก

หน่วยที่ 3 อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแสงและอุปกรณ์ตรวจจับ

บทที่ 6 อุปกรณ์โฟโต้

บทที่ 7 ออปโตคัปเปิล

หน่วยที่ 4 ออปแอมป์และการใช้งาน

บทที่ 8 ออปแอมป์และการใช้งาน

หน่วยที่ 5 ระบบเลขฐาน

บทที่ 9 ระบบเลขจำนวน

บทที่ 10 รหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง

หน่วยที่ 6 ระบบดิจิทัล

บทที่ 11 วงจรลอจิกคณิตศาสตร์

หน่วยที่ 7 วงจรลอจิกเบื้องต้น

บทที่ 12 วงจรลอจิกเบื้องต้น

หน่วยที่ 8 ฟลิปฟลอป

บทที่ 13 ฟลิปฟลอป

## 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึง เพศ อายุ พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม อารมณ์และ ช่วงเวลาการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

1.5.2 ไปถึงความแตกต่างของผู้สอนจะไม่นำมาเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการหาประสิทธิภาพ ของชุดการสอน

1.5.3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ถือว่าได้กระทำไปด้วยดุลยพินิจจากความจริงใจ ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกอันแท้จริงของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

## 1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ชุดการสอน หมายถึง นวัตกรรมการศึกษาที่ซึ่งนำสื่อประสมที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา วิชาของหลักสูตร มาใช้ในระบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ซึ่งเป็นชุดการสอนประกอบการบรรยาย ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการเรียนการสอน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

1.6.2 คู่มือครู หมายถึง ชุดเอกสารที่เป็นแนวทางที่เตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการสอน โดยจะบอกรายละเอียดของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม รายการสอน วิธีการสอนและกิจกรรมการสอน สื่อการสอน การวัดและประเมินผล และเวลาที่ใช้ในการสอน

1.6.3 สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนกลางให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียน

1.6.4 แบบฝึกหัด หมายถึง แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา โดยการให้นักศึกษาทำหลังจากเรียนจบในแต่ละหัวข้อ เพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา

1.6.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาโดยการให้นักศึกษาทำภายหลังจากเรียนด้วยชุดการสอนครบทุกหัวข้อแล้ว

1.6.6 ประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง คุณภาพของชุดการสอนที่วัดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด จากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6.7 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับของประสิทธิภาพที่คาดหวังซึ่งวัดได้จากของคะแนนเฉลี่ยที่ผู้วิจัยที่กำหนดขึ้นจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจากบทเรียนของชุดการสอน โดยกำหนดดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการทำแบบฝึกหัดทุกหัวเรื่องรวมกัน โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ

1.6.8 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมหรือรายวิชาที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกัน และมีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี หรือ ผู้ที่มีประสบการณ์ ด้านการออกแบบสื่อการเรียนการสอน อย่างน้อย 5 ปี

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ชุดการสอนต้นแบบ วิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยให้การดำเนินการสอนเป็นไปในแนวทางเดียวกัน มีชุดการสอนประกอบการเรียนที่สมบูรณ์

1.7.2 ช่วยลดเวลาและภาระในการเตรียมการสอนของผู้สอน ทั้งในส่วนของด้านเนื้อหาวิชา และ สื่อการเรียนการสอน ตลอดจนเพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียนด้วยสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว

1.7.3 สามารถนำชุดการสอนนี้ไปใช้ในกรณีที่ต้องจัดผู้สอนแทน ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

1.7.4 สามารถนำไปเป็นพื้นฐานการพัฒนาต้นแบบต่อไป

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างชุดการสอน โดยได้ทำการศึกษาหัวข้อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชุดการสอน
- 2.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 2.3 หลักเกณฑ์ในการผลิตสื่อการเรียนการสอน
- 2.4 การสร้างแบบทดสอบ
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับชุดการสอน

##### 2.1.1 ความหมายของชุดการสอน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนหรือชุดการเรียนการสอน (Instructional Package) มีนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้กล่าวถึงความหมายของชุดการสอนไว้ดังนี้

ชุดการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับเนื้อหา มาส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (กาญจนา, 2524)

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

ชุดการสอน เป็นนวัตกรรมการศึกษา และการสอนที่เกี่ยวกับการปฏิรูปหลักสูตร โดยเป็นระบบการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน (ไชยศ, 2526)

ชุดการสอน (Instructional Package หรือ Instruction Kit) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียน อันประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์เนื้อหาและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายไว้เป็นชุด ๆ เพื่อจัดกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้สอนดำเนินการสอนที่มีคุณภาพเท่าเทียมกันอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน

และยังทำให้ประหยัดเวลาในการเตรียมการสอนทำให้การสอนเรื่องนั้น ๆ บรรลุวัตถุประสงค์เดียวกันด้วยวิธีเดียวกันและช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ (เสาวณีย์, 2538)

ชุดการสอน เป็นการนำสื่อการสอนหลายประเภทมาใช้ร่วมกันในรูปแบบของสื่อประสม โดยการใช้สื่อประสมนี้เป็นการนำโสตทัศนูปกรณ์ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป มาใช้ร่วมกันในการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นการใช้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือการศึกษารายบุคคล (กิดานันท์, 2531)

ชุดการสอน หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ในการเรียนของแต่ละหน่วย โดยการนำวิธีการจัดระบบมาใช้ทั้งนี้เพื่อช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และช่วยให้การสอนของครูดำเนินไปโดยสะดวกและมีประสิทธิภาพ (กรองกาญจน์, 2536)

จากความหมายของชุดการสอนที่นักการศึกษาหลายๆ ท่านได้กล่าวไว้สรุปได้ว่าชุดการสอน หมายถึง นวัตกรรมการศึกษาที่ซึ่งนำสื่อประสมที่มีความสอดคล้องกับ เนื้อหาวิชาของหลักสูตร มาใช้ในระบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 2.1.2 ประเภทและส่วนประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอนแบ่งออกตามลักษณะการใช้ได้ 4 ประเภท ดังนี้

2.1.2.1 ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอนให้ครูใช้ประกอบการสอนแบบบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทครูให้พูดน้อยลง และเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้นเนื่องจากเป็นชุดการสอนที่ครูเป็นผู้ใช้ บางครั้งจึงเรียกว่า “ชุดการสอนสำหรับครู” ชุดการสอนประกอบการบรรยายจะมีเนื้อหาเพียงอย่างเดียว โดยแบ่งเป็นหัวข้อที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับ โดยสื่อที่ใช้จะเป็นการรวมสื่อ เช่น แผ่นคำสอน สไลด์ประกอบคำบรรยายในเทป แผ่นภูมิ แผ่นภาพ ภาพยนตร์ โทรทัศน์และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ให้นักเรียนได้อภิปรายตามหัวข้อและปัญหาที่ครูกำหนดให้ (ไชยยศ, 2526)

ชุดการสอนนี้จะประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ (วาสนา, 2525)

ก. คู่มือครู ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิธีดำเนินการสอนคำแนะนำในการใช้สื่อการสอนตามลำดับและหนังสือประกอบการค้นคว้าสำหรับครู

ข. สื่อการเรียนการสอน (Instructional Media) จะใช้ประกอบการสอน ซึ่งมีหลายชนิดเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนให้ได้ผลยิ่งขึ้น สื่อการเรียนการสอนจะต้องได้รับการเลือกสรรอย่างเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน

ค. แบบฝึกหัดเสริมทักษะ (Workbook) แบบฝึกหัดตามที่มอบหมายไว้ในบัตรกิจกรรมอาจแยกเป็นชุดๆ หรือรวมกันเป็นเล่ม

ง. แบบทดสอบที่ใช้ในการทดลองก่อนการเรียนและหลังการเรียน

2.1.2.2 ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดการสอนแบบนี้มุ่งให้นักเรียน ได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน เช่น ในห้องเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันตามสื่อและหัวข้อที่กำหนดไว้ ชุดการสอนนี้จะประกอบด้วยชุดย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์จะมีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนนักเรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น ๆ บทบาทของครูนั้นจะเป็นเพียงผู้จัดเตรียมประสบการณ์ ผู้ประสานงาน และผู้ตอบคำถาม เมื่อจบการเรียนแต่ละศูนย์แล้วนักเรียนอาจจะสนใจในการเรียนเสริมจากศูนย์สำรองที่เตรียมไว้ เพื่อไม่เป็นการเสียเวลาที่ต้องรอคอยเมื่อกลุ่มอื่นยังเรียนไม่เสร็จในแต่ละศูนย์ (รุ่งทิพา, 2527) ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่มนี้จะใช้ร่วมกับการสอนแบบศูนย์การเรียน โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

ก. คู่มือครู เป็นสิ่งช่วยการสอนแบบศูนย์การเรียนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในคู่มือครูจะมีคำชี้แจงสำหรับครู สิ่งที่ครูต้องเตรียม บทบาทของนักเรียน การจัดชั้นเรียนพร้อมแผนผัง แผนการสอนเนื้อหาสาระประจำศูนย์ต่าง ๆ แบบทดสอบก่อนการเรียนและหลังเรียน

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

ค. แบบฝึกหัด แบบฝึกหัดตามที่มอบหมายไว้ในบัตรกิจกรรม อาจแยกเป็นชุด ๆ หรือรวมเป็นเล่มได้

ง. แบบทดสอบสำหรับการประเมินผลซึ่งใช้ก่อนการเรียน หรือหลังการเรียน โดยมีกระดาษคำตอบไว้พร้อม การทดสอบก่อนการเรียนเพื่อวัดพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนแล้วเก็บผลไว้เปรียบเทียบกับ การทดสอบหลังการเรียน โดยการทดสอบหลังเรียนนั้นจะใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนการเรียนการประเมินผล จะใช้แบบอิงเกณฑ์

2.1.2.3 ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้นักเรียนได้ใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นที่ระบุไว้ โดยมีห้องเรียนพิเศษที่เรียกว่าห้องเรียนรายบุคคล ซึ่งจะเป็นการเรียนตามความสามารถของแต่ละบุคคล หลังจากเรียนจบแล้วจะทำแบบทดสอบเพื่อประเมินผลความก้าวหน้า และเรียนชุดต่อไปตามลำดับ ครูจะให้ความช่วยเหลือจะทำแบบทดสอบเพื่อประเมินผลความก้าวหน้า และเรียนชุดต่อไปตามลำดับ ครูจะให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนในฐานะผู้ประสานงาน ชุดการสอนแบบนี้จะส่งเสริมการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้

ของตนเองเต็มความสามารถโดยไม่ต้องคอยผู้อื่น ซึ่งถือว่าเป็นการถูกต้องและยุติธรรมในการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ชุดการสอนแบบนี้ อาจจะเรียกว่าบทเรียนโมดูล (Instructional Module) (ชม, 2524)

2.1.2.4 ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ครูกับนักเรียนอยู่ต่างที่ ต่างเวลากัน มุ่งสอนให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียนประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ วิทยุกระจายเสียง โทรทัศน์ ภาพยนตร์และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา เช่น ชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เป็นต้น (ชัยขงค์และคณะ, 2524)

ดังนั้นได้สรุปเอาหลักการต่างๆมาสร้างเป็นคู่มือครู วิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะรายวิชา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แผนการสอนประจำบทเรียน ตารางปฏิบัติการ (กิจกรรมการเรียนการสอน) ใบเนื้อหา ใบรายการถามตอบ แบบทดสอบ หลังบทเรียนพร้อมเฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมเฉลย

### 2.1.3 ประโยชน์ของชุดการสอน

ชุดการสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอยู่หลายประการ นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดการสอนไว้ดังนี้

2.1.3.1 ช่วยลดภาระของครูผู้สอน เนื่องจากมีชุดการสอนสำเร็จอยู่แล้ว ผู้สอนจะดำเนิน การสอนตามคำแนะนำที่กำหนดไว้ให้ ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการทำสื่อการสอนใหม่ ทำให้ผู้สอน มีเวลาเตรียมการสอน และศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในเนื้อหาวิชาตามชุดการสอน ทำให้ผู้สอนมีประสบการณ์มากขึ้น อันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการสอนของครู เพิ่มขึ้น

2.1.3.2 ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกัน ผู้สอนแต่ละคน จะมีความรู้ความสามารถ ในการถ่ายทอดเนื้อหาแตกต่างกัน ดังนั้นในเรื่องเดียวกันผู้เรียนอาจได้รับความรู้หรือรายละเอียดของเนื้อหาต่าง ๆ เป็นคนละแนวไม่เท่ากัน ซึ่งชุดการสอนมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน มีเนื้อหา ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมและการใช้สื่อ ตลอดจนมีแบบทดสอบประเมินผลสัมฤทธิ์ไว้แล้วจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

2.1.3.3 ชุดการสอนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพอย่างเชื่อถือได้ เนื่องจากสร้างขึ้น จากวิธีการเข้าสู่ระบบ (System Approach) โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหลายด้าน เช่น ด้านวิชาเฉพาะสาขานั้น ๆ ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา ด้านการวัดและประเมินผล รวมถึง ผู้สอน ผู้เรียนและผู้ปกครองร่วมกันสร้างชุดการสอนขึ้น ซึ่งมีการทดลองใช้และปรับปรุงจนกระทั่งแน่ใจว่าได้ผลดีหลายครั้งในสถานการณ์ที่กำหนด ก่อนที่จะนำออกมาใช้ทั่วไป ทำให้มั่นใจว่าผู้สอนได้ใช้ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ (ศักดิ์, 2522)

สมหญิง (2529) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดการสอนทุกประเภทย่อมให้คุณค่าแก่การเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้

1. ในการถ่ายทอดเนื้อหา และประสบการณ์ที่มีลักษณะซับซ้อนเป็นนามธรรมได้ดี
2. ได้รับความสนใจของผู้เรียนต่อการเรียนรู้ โดยมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยตนเอง และกลุ่มย่อย
3. ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ฝึกความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
4. ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนได้ผลดีอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ได้ตลอดเวลา

จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า ชุดการสอนมีประโยชน์คือ ช่วยลดภาระในการเตรียมการสอนของผู้สอน ทำให้สามารถค้นคว้าเนื้อหาเพิ่มเติมได้ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการให้เนื้อหาที่ซับซ้อน ผู้เรียนได้รับความรู้เป็นมาตรฐานเดียวกันและทำให้ประสิทธิภาพในการสอนเชื่อถือได้

#### 2.1.4 หลักการและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการสร้างชุดการสอน (เสาวณีย์, 2526: 292-293)

หลักการและทฤษฎีที่สำคัญพื้นฐานในการสร้างชุดการสอน คือ

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยาในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้ เพราะผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามวิถีทางของเขา และใช้เวลาเรียนในเรื่องหนึ่งๆ ที่แตกต่างกันไป ความแตกต่างเหล่านี้มีความแตกต่างในด้านความสามารถ (Ability) สติปัญญา (Intelligence) ความต้องการ (Need) ความสนใจ (Interest) ร่างกาย (Physical) อารมณ์ (Emotion) และสังคม (Social) ผู้สร้างชุดการสอนจึงพยายามที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมในการที่จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ในชุดนั้น ๆ

2. การนำสื่อประสม (Multi Media Approach) มาใช้เป็นการนำเอาสื่อในการสอนหลายประเภทมาใช้สัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ความพยายามอันนี้ก็เพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากเดิมที่เคยยึดครูเป็นแหล่งให้ความรู้หลัก มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่าง ๆ

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) จิตวิทยาการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กระทำดังนี้

- 3.1 เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

- 3.2 ตรวจสอบผลการเรียนของตนเองว่าถูกหรือผิดได้ทันที

3.3 มีการเสริมแรงคือผู้เรียนจะเกิดความภาคภูมิใจที่ตนเองทำได้ถูกต้องเป็นการให้กำลังใจที่จะเรียนต่อไป

3.4 เรียนรู้ไปที่ละขั้น ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง

4. การใช้วิธีวิเคราะห์แบบ (System Analysis) โดยการจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกันกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียน ทุกสิ่งทุกอย่างที่จัดไว้ในชุดการสอนจะสร้างขึ้นอย่างมีระบบมีการตรวจสอบทุกขั้นตอน มีการทดลองปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เป็นที่เชื่อถือได้ จึงนำเอาออกมาใช้

จากคำกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ในการผลิตชุดการสอนนั้นจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนในด้านความสามารถ สติปัญญา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์ให้ได้มากที่สุด

2.1.5 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน

การสร้างชุดการสอน โดยทั่วไปมีขั้นตอนที่สำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้ (ไชยยศ, 2526: 199)

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชา หรือสหวิทยาการตามความเหมาะสม
2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณ เนื้อหาวิชาที่ผู้สอนสามารถถ่ายทอดแก่ผู้เรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์ หรือ หนึ่งครั้ง
3. กำหนดหัวเรื่อง ในการสอนแต่ละหน่วย ผู้สอนต้องการให้ประสบการณ์อะไรบ้างกับผู้เรียน แล้วกำหนดหัวเรื่องออกมาเป็นหน่วยการสอนย่อย
4. กำหนดคโมโนมติ (Concept) หรือหลักการ (Principle) หลักการที่กำหนดต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวความคิด เนื้อหาหลัก และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ในการสอน จะกำหนดให้สอดคล้องกับหัวเรื่องโดยกำหนดเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วจึงเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และต้องมีหลักเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ด้วย
6. กำหนดกิจกรรมการเรียน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการเรียนการสอน
7. กำหนดแบบประเมินผล เป็นการประเมินผล ให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังผ่านกิจกรรมแล้วผู้เรียนมีการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ผู้สอนเลือกใช้ ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตการสอนแต่ละหัวเรื่องแล้ว ต้องจัดสื่อการสอนนั้นให้เป็นหมวดหมู่ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพต่อไป

9. หาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเพื่อเป็นหลักประกันว่า ชุดการสอนที่สร้างนั้นมีประสิทธิภาพใช้ในการสอนได้ โดยการกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพต้องคำนึงถึง “กระบวนการ” และ “ผลลัพธ์” เป็นหลัก

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วสามารถนำไปใช้สอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอนและตามระดับการศึกษา โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ได้ดังนี้ (สมหญิง, 2529: 70-71)

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

10.2 เข้าสู่บทเรียน

10.3 ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

10.4 สรุป

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน

จากข้อมูลที่ได้ศึกษามา สรุปได้ว่า การสร้างชุดการสอน จะทำได้โดยการนำเอาข้อมูลที่ได้จากหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชา มาออกแบบชุดการสอน โดยมีวิธีการคือ

1. วิเคราะห์เนื้อหา

2. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. กำหนดเนื้อหาวิชาที่จะใช้สอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. สร้างใบเนื้อหาและแบบทดสอบ

5. จัดทำแผนการสอน โดยการกำหนดวิธีการสอน กิจกรรม สื่อที่ใช้ ตลอดจนการทำแบบฝึกหัดให้สอดคล้องกับเวลาและเนื้อหาในการสอนแต่ละครั้ง

6. ออกแบบและสร้างสื่อการสอนให้สอดคล้องกับแผนการสอนที่ได้จัดทำไว้

7. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

#### 2.1.6 เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพชุดการสอน

การหาประสิทธิภาพชุดการสอนที่ได้จากการวัดผลค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนทุกหัวข้อเรื่อง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีการกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพไว้หลากหลาย คือ 80/80 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของรายวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างชุดการสอนดังนี้

1. ถ้าเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นไว้ที่ 80/80 หรือ 85/85

80 ตัวแรก คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนทุกหัวเรื่องรวมกันโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ

2. ถ้าน้อยกว่า หรือเป็นชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจะตั้งไว้ที่ 90/90

90 ตัวแรก คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนทุกหัวเรื่องรวมกันโดยคิดเป็นร้อยละ

90 ตัวหลัง คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ

## 2.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การจัดการเรียนการสอนมีจุดมุ่งหมายหลักคือ ต้องการให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ให้สามารถทำอะไรได้โดยที่ไม่เคยทำมาก่อน ดังนั้น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จึงเป็นวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวกำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอน และความสามารถของผู้เรียนอย่างชัดเจนหลังจากที่ได้กระบวนการเรียนการสอนแล้ว โดยผู้เรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมที่ต้องวัดได้ ดังนั้นองค์ประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจึงจำเป็นต้องมีองค์ประกอบที่เป็นคำที่สามารถวัดและประเมินได้

จึงกล่าวได้ว่า วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่แท้จริงก็คือ ข้อความซึ่งบ่งบอกพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ อันเกิดจากการสอนหรือการศึกษาด้วยสื่อการเรียนใด ๆ ก็ตาม พฤติกรรมดังกล่าวนี้จะต้องสังเกต และวัดได้ด้วยเครื่องมือวัดผล (สุราษฎร์, 2531:72)

### 2.2.1 ข้อดีของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

กฤษมันต์ (2540: 56) ได้กล่าวถึงข้อดีของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ไว้ดังนี้

2.2.1.1 ช่วยให้นักเรียนได้รู้เป้าหมายที่แน่ชัด นักเรียนจะต้องเรียนอะไร อย่างไร และจะต้องแสดงพฤติกรรมออกมาอย่างไร

2.2.1.2 ช่วยให้นักวางแผนหลักสูตร สามารถจัดลำดับรายวิชา และหน่วยการสอนได้ดียิ่งขึ้น การที่ทราบว่านักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้างก่อนเริ่มต้นการเรียน จะช่วยจัดเนื้อหาที่ซ้ำซ้อน และสามารถเพิ่มส่วนที่ขาดได้ดียิ่งขึ้น

2.2.1.3 ช่วยในการสื่อความหมายให้ผู้อื่นได้ทราบที่กำลังสอนอะไร

2.2.1.4 ช่วยให้ผู้บริหารสามารถวินิจฉัยได้ว่านักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ถึงระดับไหน อย่างไร

2.2.1.5 ช่วยด้านการวัดผล ประเมินผล และติดตามผล ทำให้การออกข้อสอบวัดได้ตรงกับจุดประสงค์ หรือจุดมุ่งหมายมากขึ้น

2.2.1.6 ช่วยประหยัดเวลาในการเรียนการสอน เนื่องจากผู้สอนได้กำหนดทิศทางที่จะบรรลุเป้าหมายไว้ล่วงหน้าอย่างเด่นชัด

2.2.2 องค์ประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมประกอบด้วย 3 ส่วน (กานดา, 2528: 21)

2.2.2.1 พฤติกรรมการแสดงออก (Task or Behavior) การแสดงออกเป็นตัวบ่งบอกพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ทำหน้าที่อธิบายบอกว่าผู้เรียนต้องทำอะไรบ้าง และต้องแสดงอาการกริยาอย่างไรออกมา จึงจะเป็นที่ยอมรับได้ว่าเขาได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์นั้น ๆ แล้วเช่น บอกชื่อส่วนต่าง ๆ ของสก็ด หรืออธิบายวิธีการใช้สก็ด ๆ ชิ้นงาน

2.2.2.2 เงื่อนไข หรือขอบเขต (Condition) เป็นข้อความที่กำหนดขึ้นเพื่อบอกถึงสภาวะการแสดงออกของผู้เรียนว่าต้องอยู่ภายใต้ของขอบเขตอะไรบ้าง คือ ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนได้ใกล้เคียงกัน ส่วนผู้เรียนเองก็สามารถจะบอกได้ว่าต้องทำอะไรหลังจากจบบทเรียนแล้ว เช่น จำแนกประเภทของการขีดชิ้นงาน จงยกตัวอย่างชิ้นงานที่กำหนด 10 ชิ้นให้ถูกต้อง

2.2.2.3 มาตรฐาน หรือเกณฑ์ (Standard or Criteria) เป็นการกำหนดว่าผู้เรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมถึงระดับใดจึงจะยอมรับได้ว่าผู้เรียนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์นั้น ๆ ทั้งนี้จะต้องพิจารณาถึงวัย และความสามารถของผู้เรียนในระดับนั้น ๆ ด้วยมาตรฐานของวัตถุประสงค์อาจกำหนดด้วยเกณฑ์ดังนี้

- ก. กำหนดด้วยเวลา เช่น เสร็จภายในเวลา 20 นาที
- ข. กำหนดด้วยสัดส่วน เช่น 8 ใน 10 ข้อ
- ค. กำหนดจำนวนต่ำสุด เช่น ไม่น้อยกว่า 5 ชนิด
- ง. ระบุเป็นค่าประมาณ เช่น ความผิดพลาด 0.01 มม.

จากการศึกษาเรื่องวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสรุปได้ว่า วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นข้อความที่บ่งบอกถึงพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ อันเกิดจากการสอนหรือการศึกษาด้วยสื่อการเรียนใด ๆ ก็ตาม โดยที่พฤติกรรมดังกล่าวนั้นจะต้องสังเกต และวัดได้ด้วย

เครื่องมือวัดผล โดยมีข้อดีทั้งผู้เรียน ผู้สอน และผู้บริหาร เพื่อที่จะทราบถึงจุดมุ่งหมายของการเรียน ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ พฤติกรรมการแสดงออก เจื่อนใจหรือขอบเขต มาตรฐานหรือเกณฑ์

### 2.2.3 การวิเคราะห์หัวข้อเรื่องเพื่อเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (สุราษฎร์, 2531: 42-52)

การวิเคราะห์หัวข้อเรื่องเพื่อเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเริ่มจากการรวบรวมหัวข้อเรื่องของวิชานั้น ๆ ด้วยการสำรวจว่าเนื้อหาในหลักสูตรรายวิชาเกี่ยวข้องกับอะไร จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้แก่ หลักสูตร เอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้เชี่ยวชาญ จากประสบการณ์และจากการสังเกตการทำงาน แล้วนำหัวข้อเรื่องที่ได้จากแหล่งข้อมูลเหล่านั้นมาเก็บรวบรวมเข้าด้วยกันไว้ในรายการหัวข้อเรื่อง (Topic Listing Sheet) ลำดับต่อไปทำการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ได้แก่การส่งเสริมการแก้ปัญหา โดยให้คะแนนของหัวข้อเรื่องเป็น X I O และมีเกณฑ์จะใช้เป็นข้อพิจารณา ดังนี้

การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา พิจารณาว่าเมื่อเรียนเรื่องนั้น ๆ แล้วคิดว่าผู้เรียนจะนำความรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในการเรียน หรือการทำงานได้มากน้อยแค่ไหนดังนี้

X = ส่งเสริมการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนและการทำงานเป็นอย่างมาก ถ้าไม่ได้ศึกษาหัวข้อเรื่องนี้แล้วจะไม่สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในหัวข้อนั้นได้ลุล่วง

I = ช่วยและส่งเสริมการแก้ปัญหา คือถ้าได้ศึกษาหัวข้อนั้น ๆ แล้วจะสามารถแก้ปัญหาในวิชานั้น ๆ ได้ถูกต้องและรวดเร็วเพิ่มมากขึ้นด้วย

O = เกือบจะไม่ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาในการเรียนหรือการทำงานจะให้ผู้เรียนได้ศึกษาหรือไม่ ก็เกิดคุณค่าในการแก้ไขปัญหาในวิชานั้น ๆ ได้พอกัน

เมื่อได้หัวข้อเรื่องที่ได้ประเมินความสำคัญแล้ว ให้นำไปวิเคราะห์แยกย่อยในรายละเอียดของแต่ละหัวข้อเรื่อง เพื่อกำหนดจุดสำคัญที่สอนในแต่ละหัวข้อเรื่องเรียกว่า การกำหนดรายการ เนื้อหาสำคัญ (Main Element) โดยศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญในหัวข้อเรื่อง นั้น ๆ เอกสารต่าง ๆ รวมถึงจากประสบการณ์และผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับหัวข้อนั้น ๆ หลังจากนั้นจึงกำหนดขอบเขตความรู้สำหรับแต่ละรายการเนื้อหาสำคัญว่าจะให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดบ้างจากรายการเนื้อหาสำคัญและความรู้ที่ได้นั้นนำไปใช้งานอย่างไรแล้วจึงนำข้อมูลนั้นไปกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อใช้ในการเรียนการสอน

จากการศึกษาแนวทางดังกล่าว เพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พอดีจะสรุปวิธีการได้ดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา
2. วิเคราะห์เนื้อหา
3. กำหนดความสำคัญของเนื้อหา

4. วิเคราะห์ความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนรู้
5. ประเมินความสำคัญของหัวข้อความรู้
6. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจากเนื้อหาสำคัญของหัวข้อเรื่อง

### 2.3 หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้และผลิตสื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนสามารถช่วยการเรียนการสอนของครูได้ดีมาก ซึ่งจะเห็นว่าครูนั้นสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้มากที่สุด และยังช่วยให้ครูมีความรู้มากขึ้นในการจัดแหล่งวิทยาการที่เป็นเนื้อหาเหมาะสมแก่การเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายในการสอน ช่วยครูในด้านการคุมพฤติกรรมการเรียนรู้และสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนได้มากที่สุด สื่อการสอนจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบ เช่น การใช้ศูนย์การเรียนรู้ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การสาธิต การแสดงนาฏการ เป็นต้น ช่วยให้ครูผู้สอนได้สอนตรงตามจุดมุ่งหมายการเรียนการสอน และยังช่วยในการขยายเนื้อหาที่เรียนทำให้การสอนง่ายขึ้น และยังจะช่วยประหยัดเวลาในการสอน นักเรียนจะได้มีเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น จากข้อมูลจะให้เห็นถึงประโยชน์ของสื่อการเรียนการสอน ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นถึงความสำคัญของสื่อสารมีประโยชน์และมีความจำเป็นสามารถช่วยพัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ และผลิตสื่อการเรียนการสอนมีนักการศึกษาได้ กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ และผลิตสื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

#### 2.3.1 การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน

นับตั้งแต่มนุษย์ได้รู้จักนำเอาสื่อ (Media) มาใช้ในการสื่อความหมายก็ได้มีการพัฒนาเรื่อยมา จากสื่อที่ใช้สัญลักษณ์ รูป มาจนถึงสื่อในรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ โดยธรรมชาติแล้วสื่อแต่ละประเภทจะมีคุณค่าอยู่ในตัวของมันเอง เพียงแต่ผู้ผลิตและผู้ใช้จะสามารถดึงเอาคุณค่านั้นมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด สื่อใดก็ตามถ้าได้มีการวางแผนดำเนินการผลิตการใช้ อย่างมีระบบ ย่อมเกิดประโยชน์ทางการศึกษา ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ วิธีการระบบสามารถนำมาใช้กับกระบวนการสื่อได้ทุกกระบวนการ เช่น การเลือก การผลิต การใช้ เป็นต้น

วาสนา (2525: 16) ได้ให้หลักเกณฑ์การพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

คือ

1. ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
2. เหมาะกับกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่จัดขึ้นเพื่อการเรียนการสอน
3. เหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน

4. กำเนิดถึงการประหยัด สื่อที่เลือกมาใช้ควรให้ผลคุ้มค่ากับการลงทุน ทั้งในด้านการเงิน และเวลาที่เสียไป

5. มีซอฟต์แวร์ที่สัมพันธ์กับฮาร์ดแวร์

ถัดมา (2522: 67-68) ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์การพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอนไว้ซึ่งสรุป ได้ดังนี้คือ

1. เลือกสื่อที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน
2. เลือกสื่อที่สอดคล้องกับลักษณะการตอบสนองและพฤติกรรม ขั้นสุดท้ายของผู้เรียนที่คาดหวังจะให้เกิดขึ้น
3. เลือกสื่อการเรียนการสอน ที่เหมาะสมกับความสามารถและประสบการณ์เดิมของผู้เรียนแต่ละคน
4. เลือกสื่อ และอุปกรณ์ที่พอจะหาได้ ไม่จำเป็นต้องเป็นสื่อที่มีราคาแพงเสมอไป เทคนิคการสร้าง และการใช้สื่อการเรียนการสอน

ถัดมา (2543: 99) กล่าวถึงหลักการเลือกสื่อการเรียนเพื่อนำมาใช้ประกอบการสอนไว้ดังนี้

1. สื่อนั้นต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่สอน
2. เลือกสื่อที่มีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย น่าสนใจ และเป็นสื่อที่ให้ผลต่อการเรียนการสอนมากที่สุด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหานั้น ได้ดีเป็นลำดับขั้นตอน
3. เป็นสื่อที่เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน
4. สื่อนั้นควรสะดวกในการใช้ มีวิธีใช้ไม่ซับซ้อนยุ่งยากจนเกินไป
5. ต้องเป็นสื่อที่มีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี มีความชัดเจนและเป็นจริง
6. มีราคาไม่แพงจนเกินไป หรือถ้าผลิตเองควรคุ้มกับเวลาและการลงทุน

### 2.3.2 การผลิตสื่อการเรียนการสอน

พิสิฐ และธีระพล (2529: 143-145) กล่าวถึงเทคนิคการสร้างและการใช้สื่อต่าง ๆ ดังนี้

1. แผ่นใส การออกแบบแผ่นใสเพื่อใช้ประกอบการสอนสามารถจำแนกประเภทของแผ่นใสออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

1.1 แบบแผ่นเดียวสมบูรณ์ ลักษณะของภาพจะสมบูรณ์ใน 1 แผ่น เหมาะกับการสอนเชิงบรรยาย แต่อาจนำมาสอนแบบสอบถาม-ตอบได้ โดยใช้เทคนิคการเปิด - ปิด ด้วยกระดาษตามขั้นตอนหรือรายละเอียดที่ต้องการเปิด-ปิด ในขณะที่สอน

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

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

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

2.1 เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์โดยตรงเท่านั้น

2.2 ใช้คำง่ายๆ

2.3 มีเหตุผล มีข้ออ้างอิงตามความจำเป็น

2.4 ใช้ประโยคสั้น ๆ กะทัดรัด แทนประโยคยาวๆ

2.5 เมื่อใดสามารถใช้รูปแทนคำบรรยายได้ให้ใช้ทันที

2.6 ถ้าอธิบายที่เกี่ยวข้องกับรูปภาพต้องสมบูรณ์พอที่จะทำให้ถอดเนื้อหาออกจากรูปภาพ

ได้เนื้อหาทุกตอนอ่านแล้วเข้าใจได้โดยไม่ต้องอธิบายปากเปล่า

สรุปได้ว่าหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้และผลิตสื่อการเรียนการสอน คือ ต้องมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอน กิจกรรมการเรียนการสอน ระดับของผู้เรียน และสื่อที่เลือกใช้ควรมีหลากหลาย สะดวกในการจัดหาและสามารถผลิตได้ด้วยราคาไม่แพง

เทคนิคการใช้สื่อ คือ กระบวนการใช้เครื่องมือและวัสดุในการจัดการเกี่ยวกับการเรียนการสอน เช่น เล่นเกม การจัดสถานการณ์จำลอง การสาธิต การทดสอบ เป็นต้น

การบรรยายหรือสื่อสารให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของแต่ละวิชานั้น ควรพิจารณารายละเอียดดังในเรื่อง ชรรถชาติในการเรียนรู้ของมนุษย์ ความหมายและความสำคัญของสื่อการสอน และมุมมองในการจัดระบบการเรียนการสอนและสื่อการสอน ซึ่งได้กล่าวแล้วในบทนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

การใช้สื่อการสอนเพื่อเกื้อหนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความสามารถ และทักษะหลายประการ นับตั้งแต่จิตวิทยาการเรียนรู้ หลักการสอน ระบบการสอน

ลักษณะของเทคโนโลยีการสอน และหลักการใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างมีระบบและที่สำคัญที่สุด ก็คือ ทักษะในการใช้สื่อเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยหลักการสำคัญเป็นขั้นตอน 4 ประการ คือ

1. หลักการเลือก
2. หลักการเตรียม
3. หลักการนำเสนอในชั้นเรียน
4. หลักการประเมินผล

ทั้งนี้ มีข้อพึงตระหนักในการใช้สื่อดังนี้

1. ลักษณะหรือคุณสมบัติของสื่อแต่ละประเภท เช่น การเคลื่อนไหว เสียง สี ฯลฯ
2. แนวทางเสนอสื่อแต่ละประเภท เช่น ภาพนิ่ง อาจเสนอด้วยป้ายนิเทศ ฉายด้วยเครื่องฉายวัสดุทึบแสง หรือทำให้เป็นสไลด์เพื่อฉายกับเครื่องฉายสไลด์ เป็นต้น
3. แนวทางการใช้สื่อแต่ละประเภทให้มีประสิทธิภาพ

## 2.4 การสร้างแบบทดสอบ

การทดสอบหรือการสอบเพื่อวัดผลใด ๆ ให้ดีมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับนั้นจะต้องมีเครื่องมือวัดผลที่เหมาะสมซึ่งเครื่องมือในการวัดผลการเรียนรู้นั้นคือ แบบทดสอบ

แบบทดสอบ หมายถึงชุดของข้อความที่สร้างอย่างมีระบบเพื่อใช้วัดพฤติกรรมของนักเรียน อาจจะวัดทางด้านสมอง (Cognitive Domain) ทางด้านอารมณ์ (Affective Domain) และทางด้านของความเคลื่อนไหวทางด้านร่างกาย (Psychomotor Domain) (ถ้วนและอังคณา, 2538: 170)

### 2.4.1 ลักษณะการสอบแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์

2.4.1.1 การสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Testing) เป็นการสอบเพื่อบรรยายหรือพรรณนาผลการสอน ในรูปของความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่ผู้สอบได้รับไปเปรียบเทียบกับกลุ่ม เช่น สอบได้ที่ 5 ในจำนวน 50 คน หรือสอบได้ที่ 85 ใน 100 คน เป็นต้น ไม่ว่าจะสอบในช่วงไหนเมื่อแปลผลการสอบในลักษณะนี้ เรียกว่า เป็นการวัดแบบอิงกลุ่ม ดังนั้นชื่อของการสอบจึงเป็นแบบสอบไล่ (Final Examination) หรือสอบหลังจากเรียนในรายวิชานั้น ๆ แล้วนางที่เรียกว่าการสอบรวมหรือการสอบปลายภาคเรียน (Summative Testing)

2.4.1.2 การสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion - Referenced Testing) เป็นการสอบเพื่อพรรณนาผลการสอบเฉพาะอย่าง ว่าผลเป็นอย่างไร ดีความหมายแบบสัมบูรณ์ (Absolute) มากกว่าแบบสัมพัทธ์ (Relative) เพื่ออ้างอิงสู่พฤติกรรมของผู้เรียนซึ่งนิยามกรอบเฉพาะเอาไว้เป็นอย่างดี การสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเกี่ยวพันกับการสอนเพื่อการเรียนรู้ (Mastery Learning) การที่กำหนด

เกณฑ์มาตรฐานหรือเกณฑ์บางอย่าง จึงเกี่ยวกับการเรียนรู้เป็นสำคัญ(Mastery or Nonmastery) เช่น พิมพ์หนังสือได้ 40 ตัวใน 1 นาที ไม่มีผิดเกณฑ์ที่จะกำหนดว่าเรียนรู้หรือไม่เรียนรู้ ผ่านหรือไม่ผ่านนั้นมีวิธีการหลายวิธี การสอบแบบนี้ใช้เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการเรียนรู้การสอนในจุดประสงค์ย่อยหนึ่ง ๆ เป็นอย่างไรควรผ่านหรือควรหาทางเสริมอะไรเพิ่มขึ้นให้ผู้เรียน เพื่อจะได้ผ่านจุดประสงค์นี้ เป็นการสอบระหว่างการเรียนการสอนบางทีเรียกว่า การสอบย่อย (Formative Testing) การเขียนข้อสอบอาจแตกต่างจากการวัดผลแบบอิงกลุ่มบ้างเล็กน้อยในกระบวนการทำให้ข้อสอบเพื่อวัตถุประสงค์หรือกรอบ (Domain) ของความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

#### 2.4.2 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี ต้องมีลักษณะดังนี้

2.4.2.1 ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตรงตามความมุ่งหมาย

2.4.2.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบจะต้องมีความคงที่ในการวัดไม่ว่าจะทดสอบสิ่งเดียวกันกี่ครั้ง ผลที่ได้จะต้องมีความคงเส้นคงวา

2.4.2.3 ความยากของข้อสอบ (Difficulty) พอเหมาะ ไม่ยากหรือง่ายเกินไป

2.4.2.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นลักษณะของข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนออกตามความสามารถ

2.4.2.5 ความเป็นปรนัย (Objectively) ข้อสอบที่มีข้อความเป็นปรนัยจะมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

1. มีความแจ่มชัดในคำถามผู้สอบอ่านคำถามแล้วมีความเข้าใจตรงกัน
2. การตรวจให้คะแนนตรงกันไม่ว่าใครจะเป็นผู้ตรวจ หรือตรวจเมื่อใด
3. แปลความหมายตรงกัน

2.4.2.6 ถามลึก (Searching) ควรถามให้ผู้เรียนรู้จักหาเหตุผลในการค้นหาคำตอบ

2.4.2.7 คำถามมีลักษณะขั้ว (Exemplary) ข้อสอบต้องมีลักษณะท้าทายให้ผู้เรียนอยากทำ ไม่ง่ายหรือยากจนเกินไป ไม่ซ้ำซากจนน่าเบื่อหน่ายและควรเรียงข้อสอบจากง่ายไปยาก

2.4.2.8 ความยุติธรรม (Fairness) แบบทดสอบที่ดีต้องให้ความเสมอภาคกัน ไม่เปิดโอกาสให้ผู้สอบได้เปรียบหรือเสียเปรียบ ไม่ลำเอียงเข้ากับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.4.2.9 มีลักษณะเฉพาะ (Specificity) ผู้สอบสามารถตอบข้อสอบได้ถูกต้องและต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ โดยไม่ได้ใช้สามัญสำนึกก็ตอบได้

2.4.2.10 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) แบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพจะให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุดโดยใช้เวลา แรงงานและเงินน้อยที่สุด (กานดา, 2528: 51-52)

2.4.3 ชนิดของแบบทดสอบ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการตอบ ดังนี้

2.4.3.1 แบบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่จะต้องให้ผู้สอบรวบรวมจัดระเบียบความคิดในการตอบ เหมาะสำหรับการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนนขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจและใช้เวลามาก ข้อสอบอัตนัยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. แบบไม่จำกัดคำตอบเป็นข้อสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้อย่างอิสระ
2. แบบจำกัดคำตอบเป็นข้อสอบที่ตามแบบเจาะจงต้องการคำตอบเฉพาะ

2.4.3.2 แบบปรนัย (Objective Test) มีคุณสมบัติที่สำคัญคือความเป็นปรนัย กล่าวคือมีคำถามชัดเจนทุกคนอ่านแล้วตีความได้ตรงกันการตรวจให้คะแนนมีเกณฑ์ที่แน่นอนไม่ว่าจะตรวจเมื่อใดหรือใครตรวจจะได้คะแนนที่คงที่เสมอถ้าพิจารณาข้อสอบแบบปรนัยตามลักษณะโครงสร้างของคำถามและคำตอบแล้วอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบคือแบบเขียนตอบ (Supply Type) และแบบเลือกตอบ (Selection Type) ดังนี้

1. ข้อสอบแบบเขียนตอบ ประกอบด้วย
  - 1.1 ข้อสอบเติมคำ
  - 1.2 ข้อสอบตอบสั้น
2. แบบเลือกตอบ ประกอบด้วย
  - 2.1 ข้อสอบถูกผิด
  - 2.2 ข้อสอบจับคู่
  - 2.3 ข้อสอบเลือกตอบ

#### 2.4.4 ประเภทของแบบทดสอบ

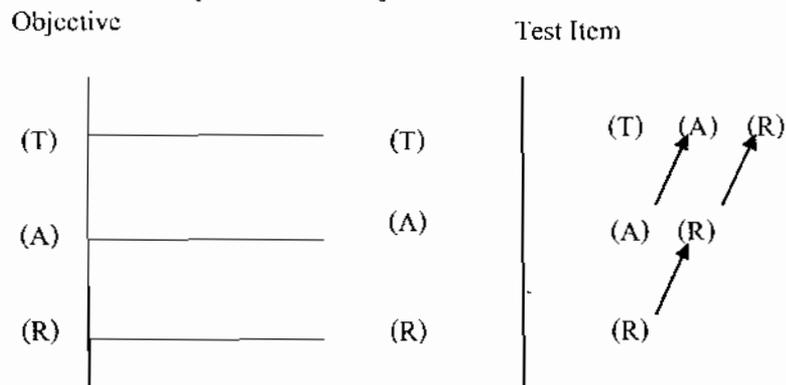
เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละบทเรียนหรือทั้งรายวิชาจะต้องมีการวัดและประเมินผลเพื่อดูว่าผู้เรียนมีผลบรรลุตามวัตถุประสงค์การสอนที่วางหรือไม่ การวัดและการประเมินผลแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. การวัดและประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนมีจุดมุ่งหมายคือ ต้องการทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ครบถ้วนเพียงใด เพื่อนำข้อมูลที่ได้ดังกล่าวมาปรับปรุงการเรียนการสอน หรือนำมาจัดกิจกรรมซ่อมเสริมให้แก่ผู้เรียนอีกครั้งหนึ่ง
2. การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจุดมุ่งหมายคือ ต้องการทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถตามวัตถุประสงค์ที่สำคัญของรายวิชานั้น ๆ มากน้อยเพียงใด เพื่อจะนำข้อมูลที่ได้ไปจัดแบ่งระดับผู้เรียน พิจารณาผู้ใดผ่านหรือไม่ผ่านในรายวิชานั้น ๆ ต่อไปดังนั้นจึงเรียกแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าในการเรียนโดยเฉพาะว่า “แบบทดสอบวัดความก้าวหน้า”

นำข้อมูลที่ได้ไปจัดแบ่งระดับผู้เรียน พิจารณาผู้ใดผ่านหรือไม่ผ่านในรายวิชานั้น ๆ ต่อไปคั้งนั้นจึงเรียกแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าในการเรียนโดยเฉพาะว่า “แบบทดสอบวัดความก้าวหน้า” (Progressive Test) และ “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์” (Achievement Test) (สุราษฎร์, 2530: 117-118)

2.4.5 การสร้างแบบทดสอบวัดความก้าวหน้า

2.4.5.1 ปริมาณของข้อสอบตามวัตถุประสงค์นั้นปกติจะถือว่า ข้อสอบที่ดีนั้นจะต้องวัดตรงตามระดับของวัตถุประสงค์ อย่างน้อยที่สุดวัตถุประสงค์ 1 ข้อ ปัญหาในการสร้างข้อสอบแบบนี้คือ ถ้าหากนำข้อสอบซึ่งวัดความสามารถระดับส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge) ไปวัดผลผู้เรียนแล้วผู้เรียนทำข้อทดสอบนั้นไม่ได้ จะหมายความว่าผู้เรียนคนนั้นไม่บรรลุผลการเรียนในระดับนำความรู้ไปใช้ (Apply Knowledge) และระดับพินคินความรู้ (Recall Knowledge) ด้วยหรือไม่จากปัญหาดังกล่าวจึงมีข้อสังเกตว่า สำหรับข้อสอบในแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าในการเรียนนั้นไม่ควรมีเพียงข้อเดียวใน 1 วัตถุประสงค์ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัตถุประสงค์ในระดับนำความรู้ไปใช้งานและส่งถ่ายความรู้) เพราะให้รายละเอียดเกี่ยวกับความรู้หรือความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนไม่ได้ ดังนั้นวิธีการที่จะให้ได้ข้อมูลมากขึ้นทำได้โดยการออกข้อสอบให้มากขึ้นในวัตถุประสงค์ระดับสูง ๆ ดัง ภาพที่ 2 -1



ภาพที่ 2-1 ระดับวัตถุประสงค์การสอนกับจำนวนข้อสอบที่ใช้วัด

2.4.5.2 ปริมาณของข้อสอบตามเงื่อนไขของวัตถุประสงค์ ซึ่งให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องมข้อสอบหลายข้อในแต่ละวัตถุประสงค์ โดยจะนำมาซึ่งข้อมูลจากการสอบที่แสดงถึงสมรรถภาพที่แท้จริงของผู้เรียนได้ บางวัตถุประสงค์ก็มีเงื่อนไขหรือขอบเขตที่จะทำให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมในทางที่ต้องการเพียงอย่างเดียว แต่มีบางวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมหลายอย่าง ดังนั้นในการออกข้อสอบผู้สอนจะต้องคำนึงถึงขอบเขตของวัตถุประสงค์ด้วยว่าจะออกข้อสอบจำนวนเท่าใดจึงจะวัดผลได้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์แต่ละข้ออย่างแท้จริง

2.4.5.3 ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบวัดความก้าวหน้า การวัดและประเมินผลจะกระทำทันทีที่บทเรียนนั้นสิ้นสุดลง และจะต้องบอกให้ผู้เรียนทราบด้วยว่าตัวเขาเองบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด จึงต้องเป็นแบบทดสอบที่ตรวจคำตอบได้ง่าย โดยทั่วไปแล้วจะนิยมสร้างเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย (สุราษฏร์, 2530: 119-124)

2.4.6 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ แล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีกรวัดและประเมินผลผู้เรียน ว่ามีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมากน้อยเพียงใด เพียงพอที่จะศึกษาต่อไปหรือไม่ หรือว่าควรจะเรียนซ้ำในรายวิชานั้น ๆ อีกครั้ง ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงต้องอาศัยเครื่องมือที่มีคุณภาพ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดสร้างดังนี้

2.4.6.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนทั้งหมดของวิชาการ วัดผลสัมฤทธิ์มีข้อจำกัดในเรื่องเวลาจำเ็นจะต้องตัดบางวัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญน้อยออกไป สร้างเฉพาะข้อสอบที่สำคัญและมีความจำเป็นจริง ๆ โดยเขียนวัตถุประสงค์ทั้งหมดของรายวิชานั้น ๆ ไว้ในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน (Objective Listing Sheet) ตรวจสอบดูว่าวัตถุประสงค์แต่ละข้อเน้นให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการเรียนรู้สูงถึงระดับใด ใช้สัญลักษณ์แทนความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนตามที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์โดยให้ R แทนวัตถุประสงค์ในระดับพื้นฐานความรู้ A แทนระดับนำความรู้ไปใช้งาน T แทนระดับส่งถ่ายความรู้และระดับความสำคัญของวัตถุประสงค์การสอนแต่ละข้อให้แทนด้วยสัญลักษณ์ X แทน สำคัญมากเท่ากับ3 I แทน สำคัญ เท่ากับ2 O แทน ไม่สำคัญเท่ากับ1 (น้ำหนักตามความสำคัญเป็น 3 2 1) ดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน (Objective Listing Sheet)

Topic	Behavioral Objectives	LS	X I O	3 2 1	Point
1	1. 2. (เขียนข้อความวัตถุประสงค์การสอน) 3.	R A T	O I X	1 2 3	6
2	1. 2. 3. 4.	R R A A	I O X X	2 1 3 3	9
Total				15	15

2.4.6.2 การสร้างตารางวิเคราะห์ออกข้อสอบ (Test Blueprint) หลังจากวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอนแล้วจะนำข้อมูลมาใส่ในตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบ ซึ่งจะเป็นแผนผังสำหรับครูใช้ในการพิจารณาออกข้อสอบมีส่วนประกอบสำคัญคือ รายการวัตถุประสงค์การสอนที่ระบุไว้ในแต่ละหัวข้อเรื่อง (Topic) ของวิชารายการลำดับความสามารถทางสติปัญญา (Level of Intellectual Skill) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์การสอนแต่ละหัวข้อที่ต้องการและจำนวนข้อสอบที่วัดพฤติกรรมตามระดับของวัตถุประสงค์การสอนต่าง ๆ

ส่วนจำนวนข้อสอบที่วัดนั้นมีความสัมพันธ์อยู่กับเวลาที่กำหนดไว้สำหรับการสอนวิชานั้น ๆ เวลาที่ใช้ในการสอบมาก จำนวนข้อสอบที่จะวัดมีจำนวนมากด้วย ในขั้นตอนการคำนวณจำนวนข้อของข้อสอบโดยคิดว่าแต่ละหน้าที่ให้ออกข้อสอบเป็นปรนัยเลือกตอบ 1 ข้อ ปรับปรุงข้อมูลตารางเพื่อออกข้อสอบเป็นแบบปรนัยร่วมด้วย ก็ทำได้หลังจากพิจารณาแล้วเห็นว่าวัตถุประสงค์การสอนข้อนั้นควรออกข้อสอบเป็นแบบอัตนัย

เมื่อได้จำนวนข้อสอบแล้วนำมาคำนวณหาจำนวนข้อสอบ โดยเทียบจำนวนข้อสอบกับจำนวนเต็มสำคัญ จะได้จำนวนเต็มสำคัญต่อข้อสอบ 1 ข้อ จากนั้นพิจารณาวัตถุประสงค์การสอนในแต่ละหัวเรื่องจากการเทียบกับอัตราส่วนเต็มสำคัญกับข้อสอบดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ตารางวิเคราะห์ออกข้อสอบ (Test Blueprint)

Content	Level of Intellectual Skill			เต็ม	ITEM	NOTE
	Recall	Apply	Transfer			
Topic 1						
1.	O			9	3	ตัด
2.		X(2)				2
3.			X(1)			1
Topic 2						
1.	I(1)					1
2.	O					ตัด
3.		X(1)		9	3	1
4.		X(1)				1

ข้อสอบ 9 ข้อ มีเต็มสำคัญ เท่ากับ 26 เต็ม

ข้อสอบ 1 ข้อ มีเต็มสำคัญ เท่ากับ 3 เต็ม

2.4.6.3 การเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับระดับวัตถุประสงค์ข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อสอบอัตนัย และข้อสอบปรนัย การที่จะเลือกข้อสอบแบบไหนวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น ให้พิจารณาดังนี้

1. ระดับของวัตถุประสงค์การสอน ข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบสร้างขึ้นเพื่อวัดระดับพื้นฐานความรู้ ระดับนำความรู้ไปใช้งานทำได้ง่าย แต่การสร้างเพื่อวัดระดับการส่งถ่ายความรู้เองทำได้ยาก จึงควรใช้ข้อสอบแบบอัตนัยซึ่งสามารถใช้วัดได้ตั้งแต่ระดับพื้นฐานจนถึงระดับส่งถ่ายความรู้ได้ดี ดังนั้นถ้าพิจารณารายละเอียดของวัตถุประสงค์การสอนแล้วถ้าเห็นว่าวัตถุประสงค์แบบส่งถ่ายความรู้ข้อใดต้องอาศัยวัตถุประสงค์การสอนระดับอื่น ๆ เป็นพื้นฐานหรือมีส่วนเกี่ยวข้องกันอยู่ก็อาจออกข้อสอบอัตนัยวัดผลได้

2. เวลาในการจัดสร้างและตรวจให้คะแนน ในการสอบแต่ละครั้งมีการใช้เวลาน้อยมากในการออกข้อสอบอัตนัย 4-5 ข้อ เพื่อใช้วัดผลในรายวิชาหนึ่ง ๆ เมื่อเทียบกับการสร้างข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 80 ข้อ ในวิชาเดียวกัน แต่เมื่อเทียบเวลาในการตรวจให้คะแนนจะเห็นว่า ต้องใช้เวลาในการตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบอัตนัยมากกว่า ดังนั้นเวลาจึงเป็นข้อกำหนดเบื้องต้นประการหนึ่งสำหรับครูผู้ออกข้อสอบ กล่าวคือถ้าผู้ออกข้อสอบมีเวลาในการเตรียมตัวออกข้อสอบน้อย แต่มีเวลาตรวจให้คะแนนหลังสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ควรออกข้อสอบอัตนัยวัดผลได้ แต่ถ้ามีเวลาในการออกข้อสอบมาก และมีเวลาในการตรวจให้คะแนนน้อย การใช้ข้อสอบแบบปรนัยวัดผลจะเหมาะสมมากกว่า

3. จำนวนผู้เข้าสอบในแต่ละครั้ง ถ้าผู้เข้าสอบมีจำนวนน้อยและข้อสอบที่ใช้ไม่ได้นำไปใช้กับกลุ่มอื่น ๆ อีกต่อไปก็อาจจะใช้ข้อสอบแบบอัตนัยวัด หากผู้เข้าสอบมีจำนวนมากและข้อสอบที่ใช้นั้นจำเป็นต้องนำไปใช้กับกลุ่มอื่นๆ อีก ข้อสอบที่ใช้วัดก็ควรเป็นข้อสอบแบบปรนัย เพราะผู้สอบจะจำข้อสอบแบบปรนัยจำนวนมากได้ยากกว่าจำข้อสอบแบบอัตนัยเพียง 4-5 ข้อ

4. ข้อพิจารณาในการสร้างข้อสอบ การออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของผู้เรียนในวิชาต่าง ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างข้อสอบจำนวนมาก เพื่อทำให้ข้อสอบละเอียดง่ายขึ้น จึงควรที่จะออกข้อสอบแต่ละข้อแยกไว้ข้อละแผ่นพร้อมจัดเตรียมคำตอบเฉลยและการให้คะแนนเอาไว้ด้วย (สุรราชูร์, 2530: 125-131)

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

รัชภูมิ (2549) ได้สร้างชุดการสอนเรื่องการประยุกต์ใช้งาน PLC กับ Sensor ในงานอุตสาหกรรมและเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.04/80.04 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อน และหลังเรียนพบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยการเรียนด้วยชุดการสอนนี้ทำให้ผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม มีการพัฒนาองค์ความรู้เพิ่มขึ้นไปพอ ๆ กัน

ชัยยศ (2548) ได้สร้างชุดการสอนวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 3 ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ ผลวิจัยกลุ่ม 1 โดยใช้ชุดการสอน และอีกกลุ่มหนึ่งเรียนแบบไม่ใช้ชุดการสอน ผลจากการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ชุดการสอนมีค่า 80.94/81.73 และผลการเปรียบเทียบพบว่า นักศึกษาที่เรียน โดยใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียน โดยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.01

ชัยณรงค์ (2545) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2 เรื่องสมการสเตพและฟังก์ชันของวงจร ชุดการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เอกสารประกอบการอบรม แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย แบบทดสอบพร้อมเฉลย และสื่อการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 38 คน เลือกโดยวิธีเจาะจง ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางทฤษฎี 81.97/80.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

เกรียงไกร (2543) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตามคำอธิบายของรายวิชาของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2542) ภาควิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัย ปรากฏว่าชุดการสอนวิชาภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบฝึกหัดของนักศึกษาทุกตัวอย่างทั้งหมดโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.90 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบ โดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 85.06 แสดงว่าประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีค่าสูงกว่าสมมติฐานที่กำหนดไว้ ร้อยละ 80 ตามการทดสอบด้วยสถิติ t-test อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับร้อยละ 95

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอน สรุปได้ว่า จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอนเป็นเครื่องมือที่มือที่ช่วยใ้

การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยได้นำเอาเอกสารต่างๆ ที่ได้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตร์ บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
- 3.3 สร้างชุดการสอนและการประเมิน
- 3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.5 เก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 วิเคราะห์ข้อมูล

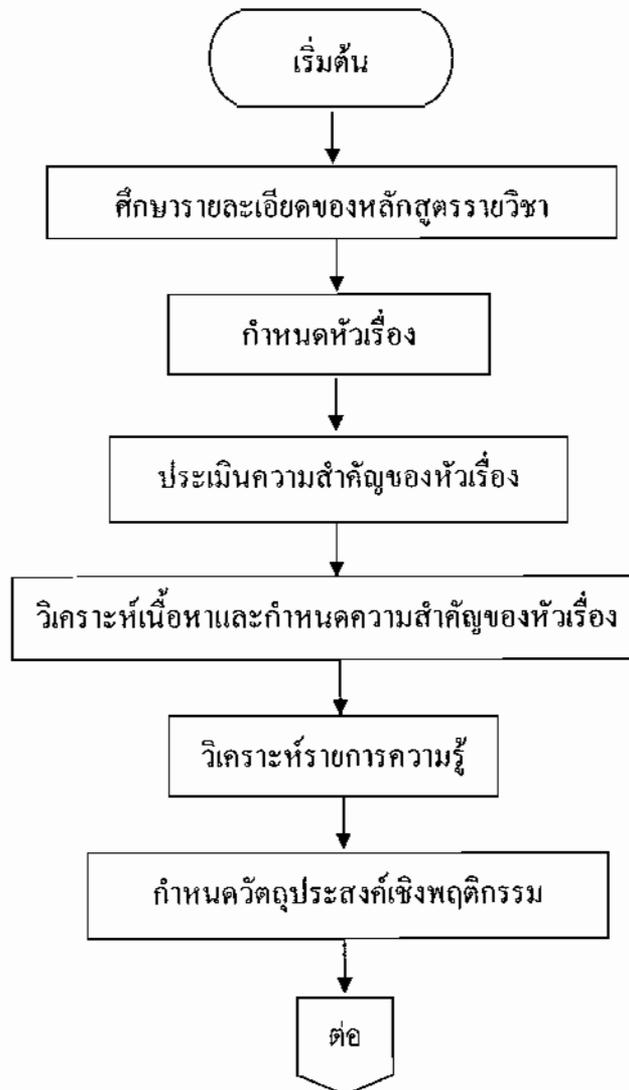
### 3.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ เป็นนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

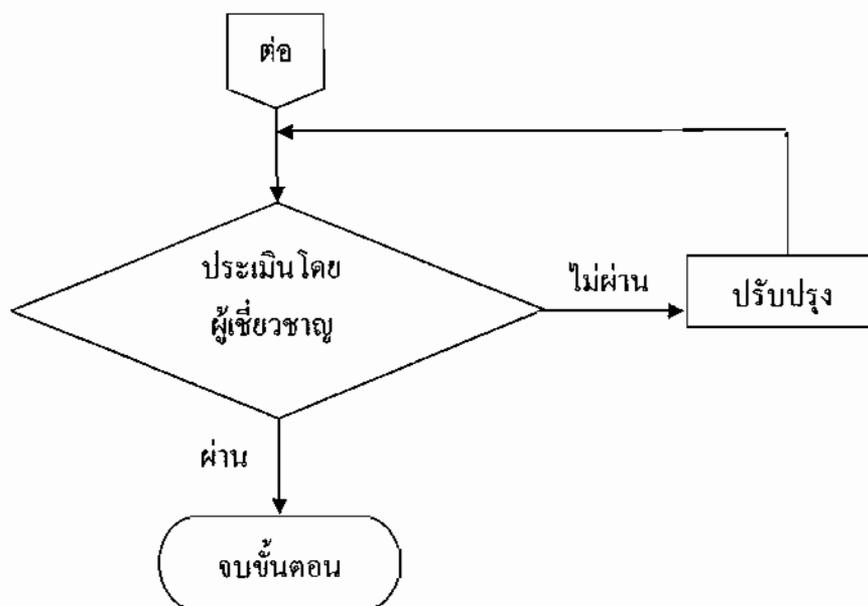
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง เป็นแบบเจาะจง (Purposive Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน ทั้งนี้เพราะคำนึงถึงข้อจำกัดในเรื่อง เวลา และสถานที่ในการทดลอง

### 3.2 วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมา โดยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดแนวทางในการเลือกรายละเอียดเนื้อหา วิธีสอน สื่อการเรียนการสอน และการประเมินผล การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา มีขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตร



ภาพที่ 3-1 (ต่อ)

3.2.1 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา ผู้วิจัย ได้ศึกษาหลักสูตรรายวิชาจากคำอธิบายรายวิชา ซึ่งจากการศึกษาพบว่า วิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 จะเห็นว่าหลักสูตรต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์ชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์ และพื้นฐานการทำงานของดิจิทัล ซึ่งเป็นพื้นฐานที่มีความสำคัญในการเรียนและเป็นพื้นฐานในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิกส์

3.2.2 กำหนดหัวเรื่องโดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ หลักสูตรรายวิชา คำราและเอกสาร ผู้เชี่ยวชาญและประสบการณ์ของผู้วิจัยเอง (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1 หน้า 66)

3.2.3 ประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง ผู้วิจัยทำการประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง ได้แก่ การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียนโดยกำหนดเป็นระดับ 1 การส่งเสริมทักษะการทำงานได้ถูกต้องโดยกำหนดเป็นระดับ 2 การส่งเสริมผู้เรียนให้มีเจตคติที่ดีโดยกำหนดเป็นระดับ 3 โดยกำหนดความสำคัญของหัวเรื่องเป็น XIO โดย X แทนความสำคัญมาก I แทนความสำคัญปานกลาง O แทนความสำคัญน้อย ลงในตารางประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ผลการประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง ปรากฏว่าในทุกหัวเรื่องเป็นการส่งเสริมความสามารถใน

การแก้ปัญหาในการเรียน เพราะเป็นวิชาทฤษฎี โดยหัวเรื่องทั้งหมดมีความสำคัญมาก (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-2 และ ข-3 หน้า 67 - 68)

3.2.4 วิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง หลังจากทำการประเมินความสำคัญของหัวเรื่องแล้วนำหัวเรื่องมาวิเคราะห์อีกครั้ง เพื่อให้รู้ถึงความสำคัญของหัวเรื่องที่ผ่านมาการประเมินและวิเคราะห์แยกย่อยรายละเอียดของแต่ละหัวข้อว่า จากการวิเคราะห์เนื้อหาว่ามีประเด็นสำคัญอะไรบ้างที่ต้องทำการสอนการนำความรู้และทักษะไปใช้งานรวมถึงระดับของผู้เรียน

3.2.5 วิเคราะห์รายการความรู้ เมื่อได้เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่องมาแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์รายการความรู้ โดยการวิเคราะห์แยกย่อยในรายละเอียดของแต่ละเนื้อหาสำคัญ ว่ามีความรู้ใดบ้างที่จำเป็นต้องสอน (ดังรายละเอียด ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-4 หน้า 75 - 79)

3.2.6 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากรายละเอียดความรู้เพื่อระบุถึงพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลง หลังจากผ่านกระบวนการเรียนการสอนในหัวเรื่องนั้น ๆ แล้ว พฤติกรรมความสามารถทางสติปัญญา สามารถแบ่งเป็นระดับต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. พื้นความรู้ (Recalled Knowledge)
2. ประยุกต์ความรู้ (Applied Knowledge)
3. ส่งถ่ายความรู้ (Transfer Knowledge)

(ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-5 หน้า 80 - 84)

3.2.7 ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อนำข้อชี้แนะไปปรับปรุงแก้ไข

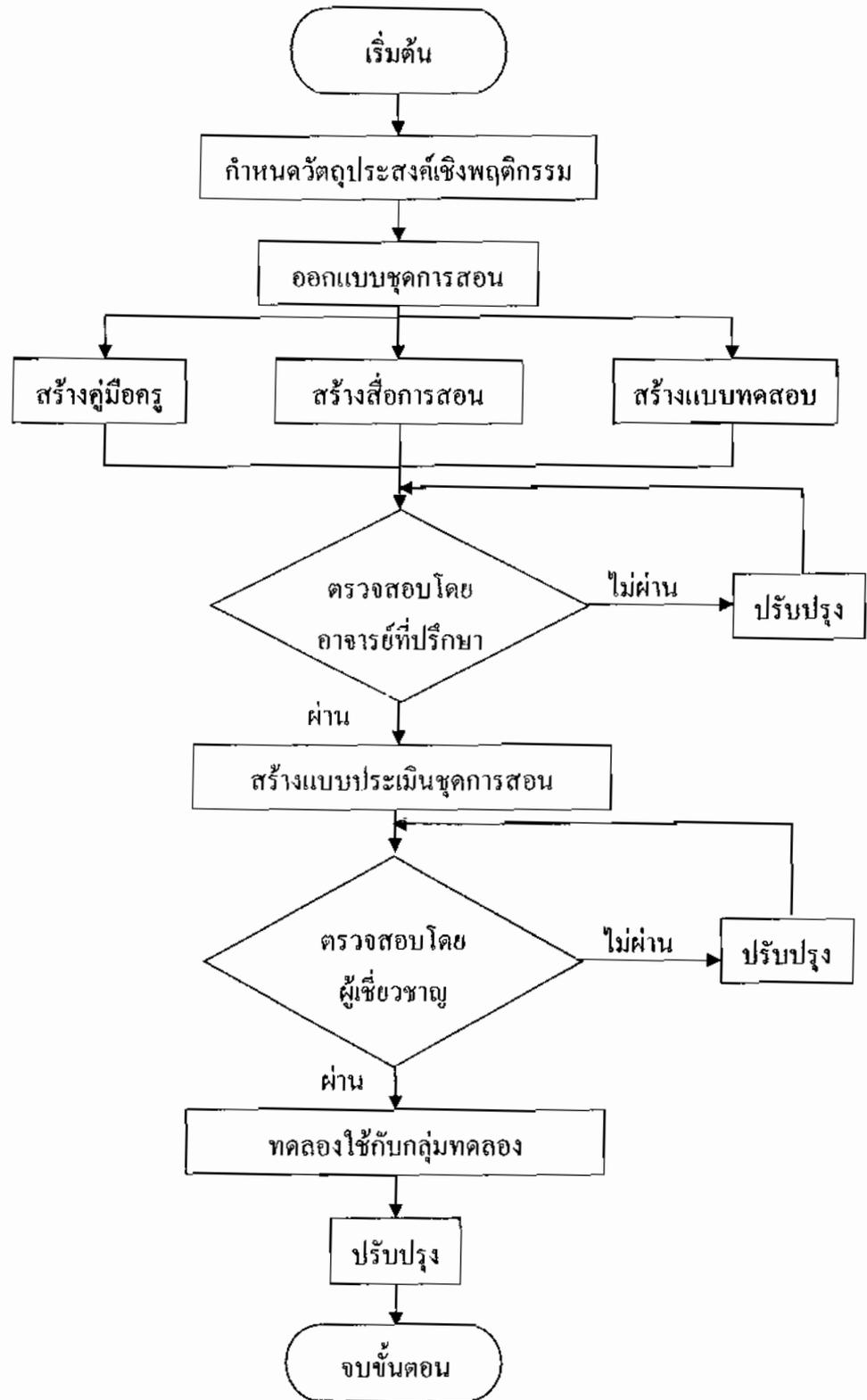
3.2.8 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยการนำผลการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของหน่วยเรียน หัวข้อย่อย และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุง

### 3.3 การสร้างชุดการสอนและการประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้นคือ ชุดการสอน ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน และแบบทดสอบ โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังแสดงดังภาพที่ 3-2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

#### 3.3.1 ออกแบบชุดการสอน

ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรในหัวข้อที่ 3.2 มาใช้อย่างอิงในการทำชุดการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการสอน แบบทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

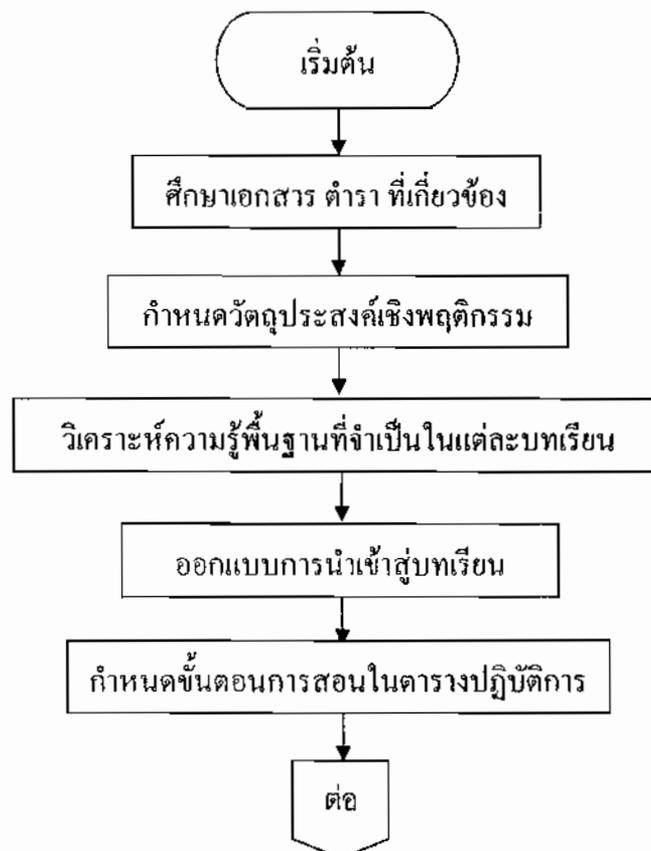


ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอนในการวิจัย

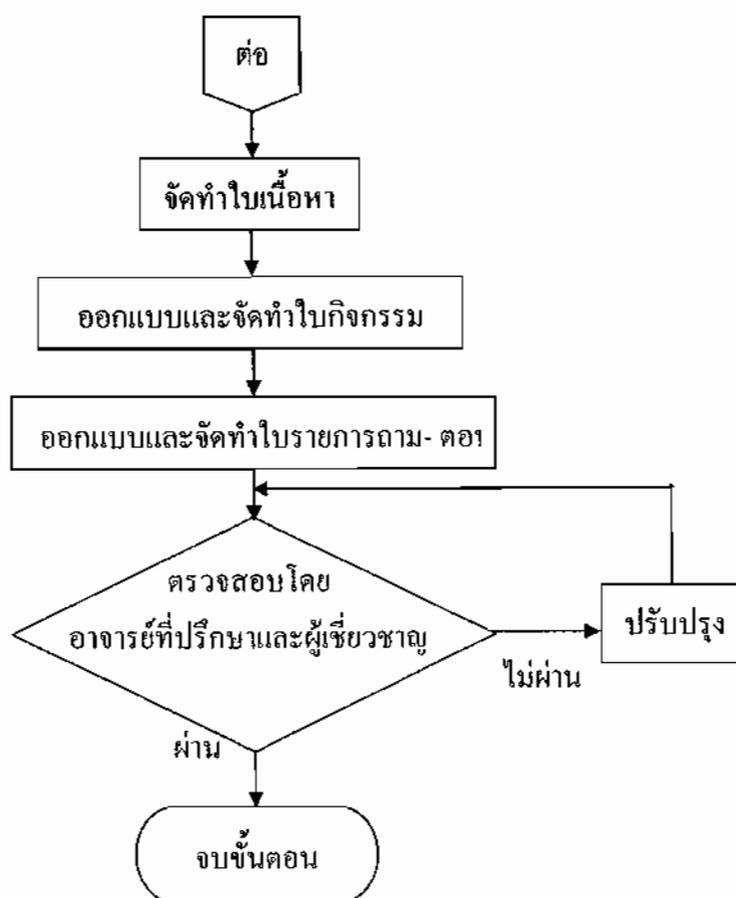
### 3.3.1.1 สร้างคู่มือครู ประกอบด้วย

- ก. รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ข. การนำเข้าสู่บทเรียน
- ค. ชั้นปฏิบัติการหรือตารางปฏิบัติการ
- ง. แบบร่างกระดาน
- จ. ใบเนื้อหา
- ฉ. ใบรายการถาม-ตอบ
- ช. แบบฝึกหัดพร้อมเฉลยคำตอบ

โดยมีขั้นตอนการจัดทำดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการสร้างคู่มือครู



ภาพที่ 3-3 (ต่อ)

จากภาพที่ 3-3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ก. ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำคู่มือครูจากตำรา และเอกสารต่างๆ จนเข้าใจ ก่อนที่เริ่มทำคู่มือครู

ข. รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา มาใส่ไว้หน้าแรกของทุกบทเรียน เพื่อให้ครูผู้สอนทราบถึงจุดมุ่งหมายที่จะทำให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผล

ค. วิเคราะห์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในแต่ละบทเรียน เป็นการกำหนดความรู้เดิมที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้มาก่อนที่จะเรียนในบทเรียนนี้ต่อไป

ง. ออกแบบการนำเข้าสู่บทเรียน โดยคิดออกแบบการสร้างปัญหาในแต่ละบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อการเรียน

จ. กำหนดขั้นตอนการสอนในตารางปฏิบัติการ เป็นการกำหนดเวลาให้สอดคล้องกับเนื้อหา และการสอนในแต่ละขั้นตอน (MIAP) จะใช้เวลาเท่าที่ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการควบคุมเวลา โดยจะกำหนดเวลาหรือลักษณะกิจกรรมตามช่องที่กำหนด

ฉ. ออกแบบแบบร่างกระดาน โดยการจำลองเนื้อหาบนกระดานทั้งหมดที่ผู้สอนจะให้กับผู้เรียน จัดทำใบเนื้อหา ใบเนื้อหาเป็นเอกสารประกอบการสอน ซึ่งไว้สำหรับเพิ่มรายละเอียดที่ไม่สามารถเขียนบนกระดาน หรือแสดงเนื้อหาได้ทั้งหมด โดยการรวบรวมเอกสารต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับหัวข้อที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ ทั้งหมด 8 หน่วยเรียน มี 13 บทเรียน ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดการจำนวนเนื้อหา

บทเรียน	จำนวนใบเนื้อหา (หน้า)
1 สารกึ่งตัวนำ	11
2 ไคโอด	15
3 ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	20
4 ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	34
5 เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	8
6 อุปกรณ์โฟโต้	4
7 ออปโตคัปเปลอร์	4
8 ออปแอมป์และการใช้งาน	18
9 ระบบเลขจำนวน	6
10 รหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง	12
11 วงจรลอจิกคณิตศาสตร์	4
12 ลอจิกเกตเบื้องต้น	7
13 ฟลิปฟลอป	17
<b>รวม</b>	<b>160</b>

ช. ออกแบบ จัดทำใบรายการถาม-ตอบ พร้อมแนวคำตอบ ใบรายการถามตอบ เป็นการแสดงแนวคำถามแนวคำตอบ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนใช้ถามในการสอนแต่ละวัตถุประสงค์ โดยจัดตั้งคำถาม และคำตอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

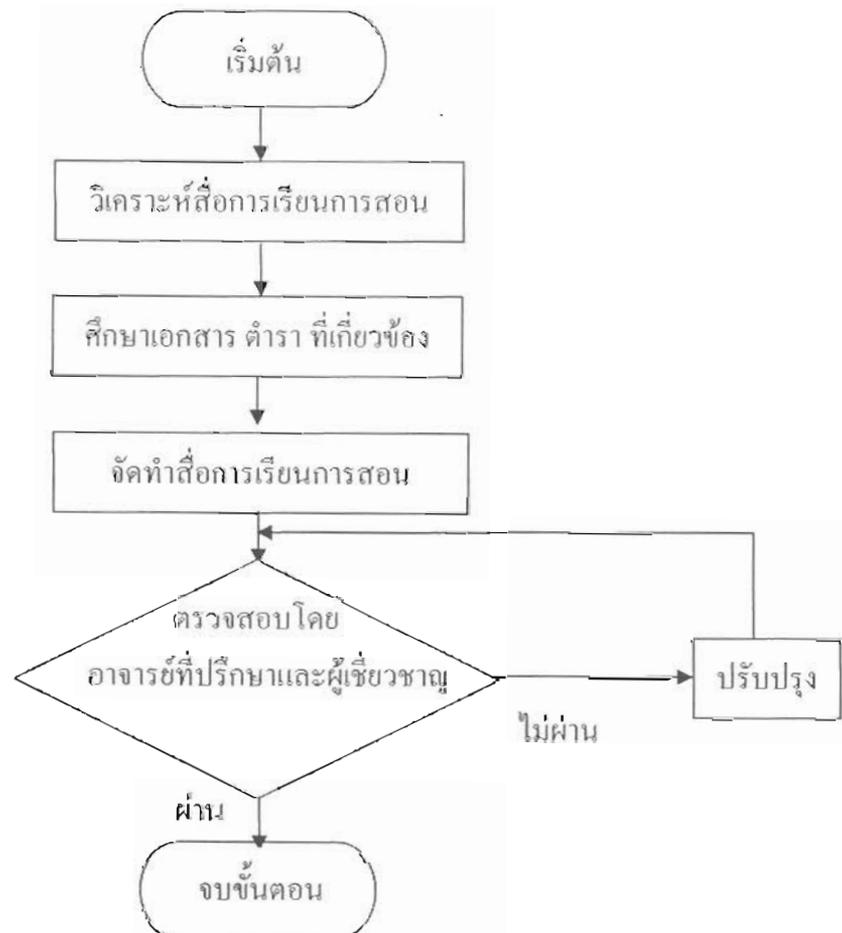
ซ. ตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุง

3.3.1.2 สร้างสื่อการสอน การเลือก และสร้างสื่อการเรียนการสอนพิจารณาจาก วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยต้องสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มากที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 3-4 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ก. วิเคราะห์สื่อการเรียนการสอน วิเคราะห์จากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยการกำหนดสื่อให้หลากหลาย แล้วทำการเลือกสื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละข้อของบทเรียน พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเลือกสื่อ นั้น ๆ โดยผู้วิจัยได้เลือกสื่อที่ใช้ประกอบการสอนทั้งหมด 3 สื่อ ได้แก่ เพาเวอร์พอยต์ ภาพเคลื่อนไหว กระดานดำ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค ตารางที่ ก-4 หน้า 97-108)

ข. ศึกษาเอกสาร และตำราที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารการทำเพาเวอร์พอยต์ โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์ การทำภาพเคลื่อนไหวโดยใช้โปรแกรม Macromedia Flash 5 เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้วิเคราะห์ไว้

ค. จัดทำสื่อการเรียนการสอน โดยสื่อการสอนที่จัดทำได้แก่



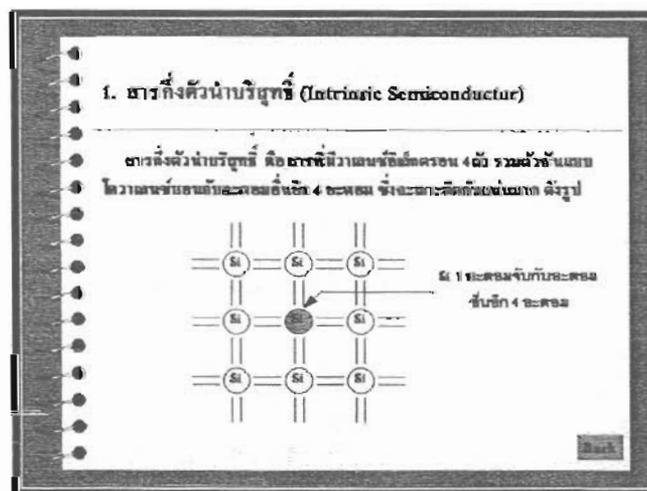
ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการสร้างสื่อการสอน

- ชูคนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ เป็นซีดีสร้างจาก โปรแกรมสำเร็จรูปของไมโครซอฟต์ เพาเวอร์พอยต์ใช้ประกอบการสอนทุกหัวเรื่อง โดยการสร้างชูคนำเสนอในแต่ละเรื่องจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด ดังตารางที่ 3-2 และแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3-5

- ภาพเคลื่อนไหวสร้างจากโปรแกรม Macromedia Flash 5 ใช้ประกอบการสอนในบางหัวเรื่องที่เนื้อหาที่มีความซับซ้อน โดยแต่ละภาพมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในหัวข้อนั้น ๆ ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 แสดงจำนวนกรอบเนื้อหาและภาพเคลื่อนไหวในหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	กรอบเนื้อหา (เฟรม)	ภาพเคลื่อนไหว (ภาพ)
1 สารกึ่งตัวนำ	13	5
2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	110	18
3 อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแสง	19	5
4 ออปแอมป์และการใช้งาน	28	7
5 ระบบเลขฐาน	27	7
6 ระบบดิจิทัล	48	8
7 วงจรลอจิกเบื้องต้น	23	5
8 ฟลิปฟลอป	32	6
รวม	316	61

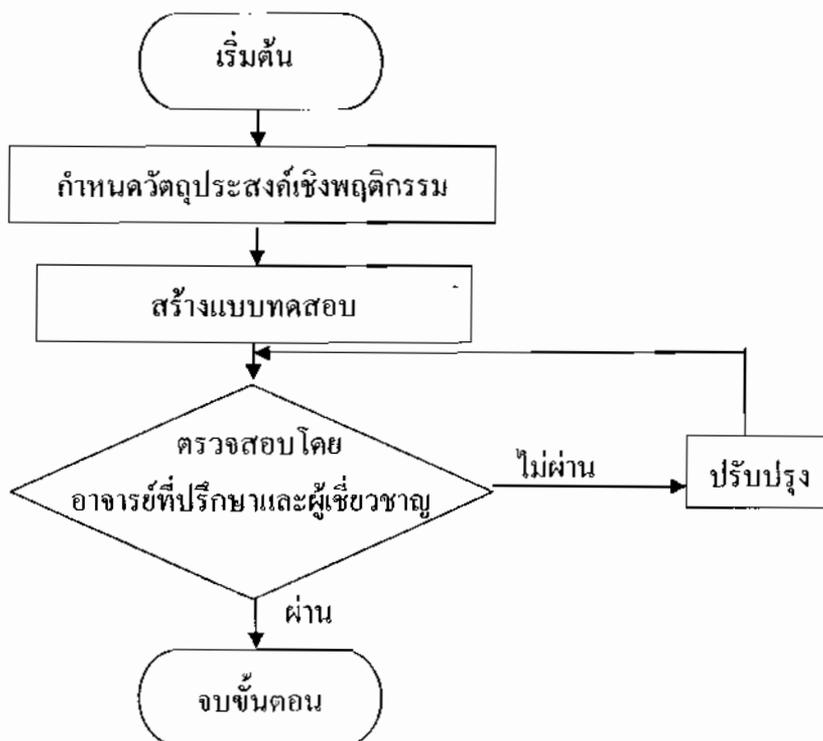


ภาพที่ 3-5 ตัวอย่างงานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

ง. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

### 3.3.1.3 สร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบ ผู้วิจัยได้สร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมี ขั้นตอนในการสร้างดังในภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

จากภาพที่ 3-6 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ก. นำวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา และการศึกษาจากหลักสูตร ทั้งหมดมาลงในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน (Objective Listing Sheet) เพื่อกำหนด ระดับการเรียนรู้ ความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ (XIO) และระดับคะแนน (321) โดยพิจารณา จากความยากง่ายของเนื้อหาปริมาณเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ทำการรวบรวมน้ำหนักคะแนนในแต่ละ วัตถุประสงค์ เป็นน้ำหนักคะแนนสำคัญ แล้วนำค่าน้ำหนักคะแนนที่ได้จากการประเมินความสำคัญ ตามระดับวัตถุประสงค์มาใส่ลงในตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบ (Test - Blueprint) เพื่อกำหนด จำนวนแบบฝึกหัดในแต่ละวัตถุประสงค์ โดยการกำหนดจำนวนข้อสอบตามน้ำหนักคะแนนสำคัญ หรือ นำน้ำหนักคะแนนทุกหัวเรื่องรวมกัน แล้วกำหนดการออกข้อสอบตามจำนวนวัตถุประสงค์ ทำการหาค่าน้ำหนักคะแนนรายข้อ แล้วนำไปคำนวณจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวเรื่อง เช่น รวม คะแนนสำคัญทุกหัวเรื่องได้ 151 คะแนน มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทุกหัวเรื่องจำนวน 53

วัตถุประสงค์ โดยในหัวเรื่องที่ 1 มีน้ำหนักคะแนน 17 คะแนน และต้องการจำนวนข้อสอบทั้งหมด 90 ข้อ ดังนั้นข้อสอบ 1 ข้อมีน้ำหนักคะแนนสำคัญคือ  $151/90 = 1.67$  คะแนนแสดงว่าในหัวเรื่องที่ 1 ต้องออกข้อสอบทั้งหมด  $17/1.67 = 10$  ข้อ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 93-96)

ข. สร้างแบบทดสอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบ นำมาสร้างแบบทดสอบ ให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้มาจากการวิเคราะห์ โดยได้แบบทดสอบจำนวน 90 ข้อ และได้ทำการปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ค. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.2 การสร้างแบบประเมินผลชุดการสอน แบบประเมินชุดการสอนที่สร้างขึ้นมี 2 แบบ ได้แก่

1. แบบสอบถามความเหมาะสมของชุดการสอน โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประเมินค่า โดยกำหนดค่าคะแนนออกมา 5 ระดับ (ชูศรี, 2544:75) (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 138-144) แบบประเมินผลที่สร้างขึ้นมี 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินผลความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีผลต่อชุดการสอน ในด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านเนื้อหาวิชา ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านการประเมินผล

ตอนที่ 3 เป็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบประเมินความสอดคล้อง ของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำแบบทดสอบที่ได้จัดเรียงตรงตามวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ มาเขียนลงในตารางวิเคราะห์ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

3.3.3 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยนำชุดการสอนที่สร้างขึ้น ได้แก่ คู่มือครู สื่อการสอน แบบทดสอบ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ในด้านความเหมาะสมของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน แบบทดสอบ และความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงผลดังนี้

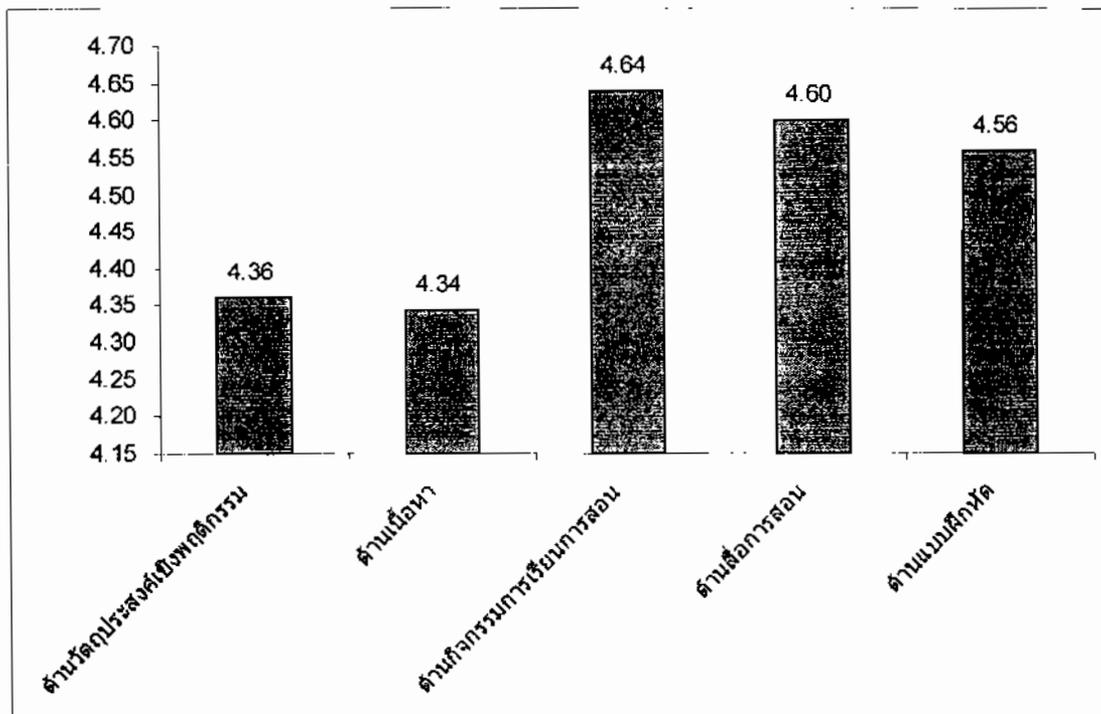
1. ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอน (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 143-144)

ตารางที่ 3-3 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอน

ข้อที่	ข้อความถามความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
<b>ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</b>				
1.	วัตถุประสงค์ครอบคลุมเนื้อหา	4.2	0.44	มาก
2.	จำนวนข้อของวัตถุประสงค์เหมาะสมกับหัวเรื่อง	4.4	0.54	มาก
3.	ข้อความที่ใช้แสดงพฤติกรรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.8	0.44	มากที่สุด
4.	ประเมินผลการเรียนตามวัตถุประสงค์ได้จริง	4.2	0.44	มาก
5.	เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้จริง	4.2	0.44	มาก
รวม		4.36		มาก
<b>ด้านเนื้อหา</b>				
1.	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.8	0.44	มากที่สุด
2.	เนื้อหามีความถูกต้อง	3.6	0.89	มาก
3.	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	4.4	0.54	มาก
4.	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.8	0.44	มากที่สุด
5.	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย	4.6	0.54	มากที่สุด
6.	คำอธิบายละเอียดและชัดเจน	4.2	0.83	มาก
7.	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมและอ่านทำความเข้าใจได้ง่าย	4.0	0.70	มาก
รวม		4.34		มาก
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน</b>				
1.	มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.6	0.54	มากที่สุด
2.	มีการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.6	0.54	มากที่สุด
3.	สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.0	0.00	มากที่สุด
4.	มีรายละเอียดเพียงพอสำหรับการสอน	4.6	0.54	มาก
5.	สามารถนำไปใช้ได้จริงในชั้นเรียน	4.4	0.54	มาก
รวม		4.64		มากที่สุด
<b>ด้านสื่อการสอน งานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์</b>				
1.	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน	4.4	0.54	มาก
2.	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน	4.4	0.54	มาก
3.	การใช้สีสันทันเหมาะสม	4.4	0.54	มาก

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
4.	เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การสอน	4.8	0.44	มากที่สุด
5.	สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	5.0	0.00	มากที่สุด
	รวม	4.60		มากที่สุด
<b>ด้านแบบฝึกหัด</b>				
1.	คำถามตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.8	0.44	มากที่สุด
2.	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.0	0.00	มากที่สุด
3.	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน	4.2	0.44	มาก
4.	คำถามชัดเจนไม่คลุมเครือ	4.2	0.44	มาก
5.	คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	4.6	0.89	มากที่สุด
	รวม	4.56		มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด		4.48		มาก



ภาพที่ 3-7 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นแต่ละด้านจากการประเมินชุดการสอนของผู้เชี่ยวชาญ

จากตารางที่ 3-3 และภาพที่ 3-7 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีความคิดเห็นต่อชุดการสอน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน (4.64) ด้านสื่อนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ (4.60) และด้านแบบฝึกหัด (4.56) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และด้านเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยด้านเนื้อหา (4.34) และชุดการสอนมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งสิ้น (4.48)ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ประเมินชุดการสอน หลังจากการสร้างชุดการสอนแล้ว นำชุดการสอนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเมื่อผ่านแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินชุดการสอนทั้งด้านความถูกต้องของเนื้อหา แบบทดสอบ และสื่อการสอนนำข้อมูลมาทำการปรับปรุงแก้ไขซึ่งการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่จะนำมาปรับปรุงชุดการสอนนี้ ได้สร้างแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้ เห็นด้วยมากที่สุด เห็นด้วยมาก เห็นด้วยปานกลาง เห็นด้วยน้อย และเห็นด้วยน้อยที่สุด

### 3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

ก. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้ข้อมูลที่ได้จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบนำมาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้มาจากการวิเคราะห์ โดยได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวน 90 ข้อ และได้ทำการปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ค. ประเมินหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยดัชนีความสอดคล้อง ที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 110-114)

ง. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปหาคุณภาพ โดยการนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่เรียนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมมาแล้ว ผู้วิจัยได้ทบทวนเนื้อหาบางส่วนให้นักศึกษาเข้าใจก่อนการทำแบบทดสอบจำนวน 25 คน วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบกับ

นักศึกษากลุ่มทดลองใช้มาทำการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย เท่ากับ 0.51 ค่าอำนาจจำแนก เท่ากับ 0.28 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.79 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 114 - 118)

จ. เลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในงานวิจัย โดยแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 ถือว่าเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าแบบทดสอบนั้นสามารถจำแนกคนเก่ง และคนอ่อนได้ (ล้วนและอังคณา, 2539: 168) โดยได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 90 ข้อ

### 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินการทดลอง

เมื่อปรับปรุง และแก้ไขชุดการสอนที่อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวมข้อมูล โดยการนำชุดการสอนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง และสามารถกำหนดเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

3.5.1 แนะนำการใช้ชุดการสอนให้กับอาจารย์ผู้สอนทราบในแต่ละบทเรียน

3.5.2 ชี้แจงรายละเอียดการเรียนการสอนกับผู้เรียน ถึงรูปแบบการเรียน การเตรียมอุปกรณ์ในการเรียน และการทำแบบทดสอบ

3.5.3 ทำการทดสอบผู้เรียนก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.5.4 ดำเนินการสอนด้วยชุดการสอน กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 37 คน ในภาคเรียนที่ 2/2549 ดังตารางที่ 3-4 และทำแบบฝึกหัดท้ายบทหลังจบแต่ละบทเรียน

3.5.5 สอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากดำเนินการสอนครบทุกหัวเรื่องแล้ว เป็นเวลา 1 อาทิตย์

เมื่อเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วย คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดทุกบทเรียน และคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกบทเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอน และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

ตารางที่ 3-4 กำหนดเวลาการสอนแต่ละสัปดาห์

สัปดาห์ที่	รายละเอียด	หมายเหตุ
1	สารกึ่งตัวนำ	
2	ไดโอด	
3	ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	
4	ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	
5	ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า (ต่อ)	
6	เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	
7	อุปกรณ์โฟโต้	
8	ออปโตคัปเปิล	
9	สอบกลางภาค	
10	ออปแอมป์และการใช้งาน	
11	ระบบเลขจำนวน	
12	รหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง	
13	วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์	
14	วงจรถอดจิกเบื้องต้น	
15	ฟลิปฟล็อป	
16	ฟลิปฟล็อป (ต่อ)	
17	สอบปลายภาควัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.6.1 การวิเคราะห์ผลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ ใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้ (มจกล, 2545: 60)

มีความเห็นว่า	สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น	1
มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ	กำหนดคะแนนเป็น	0
มีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น	-1

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency)  
 $\frac{\sum R}{N}$  คือ ค่าผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งเกณฑ์การแปลความหมายดัชนีความสอดคล้อง มีดังนี้

0.50 ถึง 1.00 หมายถึง สอดคล้อง  
 -0.50 ถึง 0.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ  
 -1.00 ถึง -0.49 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

### 3.6.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

การหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบดังนี้

1. สูตรหาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ (ล้วนและอังคณา, 2538: 210)

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

เมื่อ P แทน ดัชนีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ  
 R แทน จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อนั้นถูก  
 N แทน จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2. สูตรการหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรการหาค่าดัชนีอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ล้วนและอังคณา, 2538: 210-211)

$$D = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก  
 $R_u$  แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง  
 $R_l$  แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน  
 N แทน จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อสอบกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3. การหาค่าเฉลี่ย (ล้วนและอังคณา, 2538: 73)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนข้อมูล

4. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ถึ๊วแลแะอังกณฯ, 2538: 79)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum fX^2 - (\sum fX)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum fX$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละข้อ  
 $N$  แทน จำนวนข้อมูล

5. สูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ด 20 KR-20

$$r_n = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum p \cdot q}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ  $r_n$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $n$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $p$  แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง นั่นคือ สัดส่วนของคนทำถูก  
 ของคนทั้งหมด  
 $q$  แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ  $1-p$   
 $S_t^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือวัดฉบับนั้น

$$\text{โดยที่ } S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N}$$

เมื่อ  $N$  แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบ  
 $X$  แทน ค่าคะแนนของแต่ละคน

6. สถิติ t-test สำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน (ล้วนและอังคณา, 2538: 104 )

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่  
n แทน จำนวนคู่

3.6.3 การแปลความหมายของแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียน (ชูศรี, 2544:75) มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	4.51-5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	3.51-4.50	หมายถึง	มาก
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	2.51-3.50	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	1.51-2.50	หมายถึง	น้อย
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	1.00-1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

3.6.4 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน (เสาวณีย์ , 2526: 56-57)

$$E_1 = \frac{(\sum X/N)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{(\sum f/N)}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการทำแบบฝึกหัดทุกหัวเรื่องร่วมกัน โดยคิดเป็นร้อยละ

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัด

$\sum f$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทำขบทเรียนทุกหัวเรื่องร่วมกัน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

- N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
- A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนทุกหัวเรื่องรวมกัน
- B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

## บทที่ 4

### ผลของการวิจัย

ผลของการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

#### 4.1 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมี 4 ส่วน ดังนี้

##### 4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัด

##### 4.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอน

##### 4.2.3 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

##### 4.2.4 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา

#### 4.1 ผลของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

4.1.1 คู่มือครู ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ตารางปฏิบัติการ (กิจกรรมการเรียนการสอน) แบบร่างกระดาน ใบเนื้อหา และแบบฝึกหัดพร้อมเฉลยคำตอบ

4.1.2 สื่อการสอน ได้แก่ โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ร่วมกับภาพเคลื่อนไหว

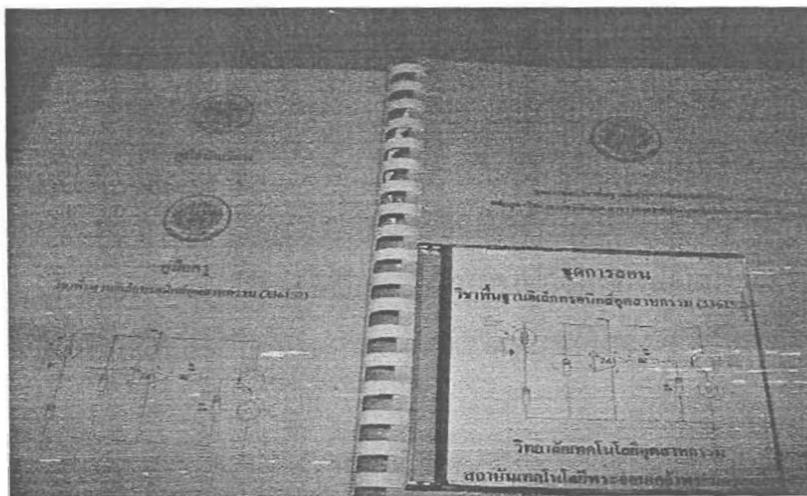
4.1.3 แบบฝึกหัดและ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์พร้อมเฉลยคำตอบ

สรุปรายละเอียดของชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4-1

จากตารางที่ 4-1 ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย 13 บท มีจำนวนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 53 ข้อ ใบเนื้อหาจำนวน 160 หน้า ภาพนิ่งจำนวน 316 เฟรม ภาพเคลื่อนไหวจำนวน 61 ภาพ แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนจำนวน 90 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 90 ข้อ

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดของชุดการสอน

บทเรียน ที่	วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม (จำนวนข้อ)	ใบเนื้อหา จำนวน (หน้า)	ภาพนิ่ง จำนวน (เฟรม)	ภาพเคลื่อนไหว จำนวน (เฟรม)	แบบฝึกหัดท้าย บทเรียน (จำนวนข้อ)	แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ (จำนวนข้อ)
1	6	11	13	5	10	10
2	6	15	20	3	10	10
3	5	20	29	5	8	8
4	8	34	46	6	13	13
5	4	8	15	4	7	7
6	3	4	12	2	5	5
7	3	4	7	3	5	5
8	4	18	28	7	7	7
9	2	6	11	4	4	4
10	2	12	16	3	4	4
11	3	4	48	8	5	5
12	4	7	23	5	7	7
13	3	17	32	6	5	5
รวม	53	160	316	61	90	90



ภาพที่ 4-1 ชุดการสอน

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### 4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัด

การวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน หลังจากเรียนจบในบทเรียนนั้นๆ โดยการนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน มาหาค่าคะแนนเฉลี่ย แล้วคิดเป็นร้อยละ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด จำนวน 13 บท สามารถอธิบายได้ว่าค่าคะแนนที่มีค่าสูงสุดคือ บทเรียนที่ 10 โดยคิดเป็นร้อยละ 89.19 รองลงมาได้แก่บทเรียนที่ 3 โดยคิดเป็นร้อยละ 86.82 และต่ำสุดได้แก่บทเรียนที่ 12 โดยคิดเป็นร้อยละ 75.68 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมทุกบทเรียน ร้อยละ 80.12

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน จำนวนผู้เรียน 37 คน

บทที่	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
บทที่ 1	10	7.95	79.46
บทที่ 2	10	7.86	78.65
บทที่ 3	8	6.95	86.82
บทที่ 4	13	9.97	76.72
บทที่ 5	7	5.49	78.38
บทที่ 6	5	4.08	81.62
บทที่ 7	5	3.86	77.30
บทที่ 8	7	5.84	83.40
บทที่ 9	4	3.27	81.76
บทที่ 10	4	3.57	89.19
บทที่ 11	5	4.11	82.16
บทที่ 12	7	5.30	75.68
บทที่ 13	5	3.86	77.30
<b>รวม</b>	<b>90</b>	<b>72.11</b>	<b>80.12</b>

### 4.2.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

จากการดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดการสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนทุกหัวเรื่องรวมกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 80 และได้จาก

การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครบทุกหัวเรื่องโดยคิดเป็นร้อยละ 80 ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

รายการ	N	$\bar{X}$	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	37	72.11	80.12
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	37	73.78	81.98

จากตารางที่ 4-3 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่าง ทำข้อสอบในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ย ร้อยละ 80.12 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม และทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 81.98 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่ ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 119- 125)

#### 4.2.3 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังที่เรียนจบแล้ว โดยการนำผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และคะแนนทดสอบหลังการเรียน (Post -Test) นำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

รายการ	N	$\bar{X}$	S.D.	Correlation	df	T	P
คะแนนทดสอบก่อนเรียน	37	32.89	10.24	.334	36	-22.026	.000**
คะแนนทดสอบหลังเรียน	37	73.78	9.26				

\*\*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4-4 ผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 32.89 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.24 และผลคะแนนทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 73.78 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.26 ทดสอบสถิติ ที ได้เท่ากับ -22.026 และ  $df = 36$  มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .000 ซึ่งน้อยกว่า .01 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนก่อนเรียนและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 128 - 129)

สรุปผลการทดสอบความก้าวหน้าทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบผลคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มนักเรียนที่เกรดเฉลี่ยสูงและต่ำทั้ง 37 คน โดยการทดสอบนี้ได้ก่อให้เกิดพัฒนาการทางการเรียน โดยการเรียนด้วยชุดการสอนนี้ทำให้ผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม มีการพัฒนาองค์ความรู้เพิ่มขึ้นไปพอ ๆ กัน

#### 4.2.4 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา

การวิเคราะห์การแสดงความคิดเห็นของนักศึกษา โดยให้นักศึกษาที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนโดยชุดการสอน ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในด้านการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน ได้แก่ งานนำเสนอพาวเวอร์พอยต์ เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-5 แสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านการเรียนการสอน พบว่าการจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน มีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจสูงสุด (4.32) รองลงมาคือหลังจากจบบทเรียนนักศึกษาได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิม (4.30) แบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีความยากง่ายเหมาะสม (4.27) และหลังจากจบบทเรียนท่านสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับรายวิชาอื่นๆ ได้ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (2.77)

ตารางที่ 4-5 ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา

ข้อที่	ข้อความความพึงพอใจของนักศึกษา	$\bar{X}$	S.D.
	<b>ด้านการเรียนการสอน</b>		
1	ปริมาณเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนมีน้อยเกินไป	4.22	0.65
2	การจัดลำดับเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	4.32	0.69
3	เนื้อหาที่ใช้สอนมีความน่าสนใจ	3.10	0.81
4	ใบเนื้อหาที่ได้รับอ่านเข้าใจง่ายไม่สับสน โดยขนาดตัวอักษรเหมาะสม และมีภาพชัดเจน	3.25	0.83
5	เวลาที่ใช้สอนมีระยะเวลาที่เหมาะสม	4.15	0.73
6	แบบฝึกหัดท้ายบท และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีความยากง่ายเหมาะสม	4.27	0.71
7	หลังจากจบบทเรียนท่านได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิม	4.30	0.64
8.	หลังจากจบบทเรียนท่านสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับรายวิชาอื่นๆ ได้	2.77	0.69
	<b>รวม</b>	<b>3.79</b>	<b>0.72</b>

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความถามความพึงพอใจของนักศึกษา	$\bar{X}$	S.D.
	<b>ด้านสื่อการเรียนการสอน (Power point)</b>		
1	ส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และรวดเร็ว	4.25	0.72
2	การเรียงลำดับของกรอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ	4.15	0.73
3	ภาพมีความสัมพันธ์กับการบรรยาย	4.02	0.86
4	ภาพวงจร และสีส้มของสีมองเห็นได้ชัดเจน	2.70	0.68
5	สีของตัวอักษรมีความเด่นชัดเหมาะสมน่าสนใจ	2.67	0.82
	<b>รวม</b>	<b>3.55</b>	<b>0.76</b>

จากตาราง4-5 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ด้านการเรียนการสอนพบว่าการจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน (4.32) รองลงมาหลังจากจบบทเรียนแล้วส่วนใหญ่ได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิม (4.30) และในภาพรวมของด้านการเรียนการสอนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก

ด้านสื่อการสอน (เพาเวอร์พอยต์) พบว่าสื่อการสอน (เพาเวอร์พอยต์) ส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว (4.25) รองลงมาการเรียงลำดับของกรอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ (4.15) ภาพมีความสัมพันธ์กับการบรรยาย (4.02) ภาพวงจรและสีส้มมองเห็นได้ชัดเจน (2.70) สีส่วนตัวอักษรมีความเด่นชัดเหมาะสมน่าสนใจ (2.67) และในภาพรวมของด้านสื่อการสอนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ One - Group Pretest - Posttest Design มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังเรียน โดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นและ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น โดยตั้งสมมติฐานในการวิจัยว่า 1) ชุดการสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา วิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ 3) นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

ผู้วิจัยได้สร้างชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประกอบด้วย คู่มือครู สื่อการเรียนการสอน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หลังจากนั้นได้นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินชุดการสอน เพื่อหาคุณภาพของชุดการสอนในด้านต่าง ๆ พบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เรียนผ่านวิชานี้มาแล้วจำนวน 25 คน เพื่อหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย 0.51 มีค่าอำนาจจำแนก 0.28 จากนั้นทำการปรับปรุงชุดการสอน และแบบทดสอบให้ดียิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง เป็นแบบเจาะจง (Purposive Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน ทั้งนี้เพราะคำนึงถึงข้อจำกัดในเรื่อง เวลาและสถานที่ในการทดลอง ก่อนจะดำเนินการสอน ให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จากนั้นดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น หลังจากเรียนจบในแต่ละบทเรียนแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดหลังเรียน เมื่อเรียนครบทุก

บทเรียนให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post-test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียนและให้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.12/81.98 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80

5.1.2 คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

5.1.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนทางการเรียนการสอนและทางด้านสื่อการเรียนการสอนอยู่ในมีระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ดังนั้นสรุปได้ว่า ชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน และเมื่อทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน แสดงว่าการเรียนโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมานี้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถสูงขึ้น และนักศึกษาที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนนี้มีความพึงพอใจในด้านการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน โปรแกรมนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์ ว่ามีผลต่อการเพิ่มความรู้ความเข้าใจในบทเรียนอยู่ในระดับมาก และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับรายวิชาอื่น ๆ ได้อยู่ในระดับมากเช่นกัน

## 5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยพบว่า มีประเด็นสำคัญซึ่งเป็นจุดเด่น และจุดอ่อนที่ควรปรับปรุง สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ที่ควรแก่การนำมาอภิปรายผล ดังนี้

5.2.1 ด้านคะแนนแบบฝึกหัดตามตารางที่ 4-2 จะเห็น คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด จำนวน 13 บท สามารถอธิบายได้ว่าค่าคะแนนที่มีค่าสูงสุดคือ บทเรียนที่ 10 โดยคิดเป็นร้อยละ 89.19 รองลงมาได้แก่บทเรียนที่ 3 โดยคิดเป็นร้อยละ 86.82 และต่ำสุดได้แก่บทเรียนที่ 12 โดยคิดเป็นร้อยละ 75.68 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมทุกบทเรียน ร้อยละ 80.12 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการ วิศวกรเรียนการสอนสำหรับการวิจัยนี้ นักศึกษาได้รับเนื้อหาซึ่งเรียงไว้อย่างเป็นระบบทำให้ ประหยัดเวลาในการเรียน รวมถึงได้รับรายละเอียดของเนื้อหาครบถ้วนทั้งยังมีการทำแบบฝึกหัดจบ ในแต่ละบทเพื่อวัดความก้าวหน้า ทำให้นักเรียนทราบผลคะแนนของตัวเองในแต่ละครั้ง ส่งผลให้มีความกระตือรือร้นต่อการเรียนมากขึ้น

5.2.2 ด้านประสิทธิภาพชุดการสอนตามตารางที่ 4-3 จะเห็นว่าผลการทำแบบฝึกหัดจะมี ระดับคะแนนเฉลี่ย และค่าร้อยละต่ำกว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีเวลาก่อนการทดสอบค่อนข้างนาน จึงทำให้สามารถ ทบทวนเนื้อหาได้ ส่วนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเป็นการวัดความเข้าใจในการเรียนแต่ละครั้ง หลังจากเรียนจบแต่ละบทเรียนซึ่งใช้เวลาไม่นานและนักเรียนจึงไม่สามารถมีเวลาอ่านหนังสือได้ จึงทำให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สูงกว่าแบบฝึกหัด

5.2.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาตามตารางที่ 4-5 จะเห็นว่าตัวอักษรและภาพวงจร ควร ให้มีสีสันที่เด่นชัดและเหมาะสม เนื่องจากตัวอักษรและภาพวงจร ที่มีสีสันจะดึงดูดความสนใจของ ผู้เรียนมากกว่าตัวอักษรแบบปกติ

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งนี้

ชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตร์ บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยี อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีข้อเสนอแนะเพื่อนำชุดการสอนที่ สร้างขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีดังนี้

5.3.1.1 แผนการเรียนที่กำหนดไว้ในคู่มือครู จะช่วยแนะนำการใช้ชุดการสอน ให้เป็น แนวทางสำหรับการสอน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น ตามเกณฑ์กำหนด ด้านวิธีการสอน ลดเวลา การใช้เนื้อหาให้สั้นลงและควรสื่อให้มากขึ้น

5.3.1.2 ในการสอนแต่ละครั้งก่อนสอนควรกล่าวนำเนื้อหาที่จะสอนให้มองเห็นภาพ กว้างก่อน เพื่อจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น และเมื่อสอนเสร็จให้กล่าวสรุปอีก ครั้งเพื่อเป็นการทบทวนความเข้าใจ

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือเพียงแห่งเดียว ดังนั้นจึงควรมีการนำ ชุดการสอนที่สร้างขึ้น ไปทดลองกับสถาบันอื่น ๆ ที่ใช้หลักสูตรเดียวกันเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนในภาพรวมให้ชัดเจนขึ้น
2. ควรมีการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนเปรียบเทียบกับระหว่างผู้เรียนแต่ละสาขาที่ใช้ชุดการสอนวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
3. ควรทำการหาประสิทธิภาพของวิธีการสอนแบบปกติเปรียบเทียบกับวิธีการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชา 336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในการวิจัยครั้งต่อไป เพื่อให้มั่นใจว่าผลการวิจัยในการใช้เครื่องมืออื่น ๆ มีผลต่อกลุ่มตัวอย่างอย่างไร และควรมีกกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งทดลองใช้เครื่องมือในการทดสอบและอีกกลุ่มหนึ่งใช้เครื่องมือแบบปกติ แล้วนำผลทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกันจะทำให้ทราบและมั่นใจได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนั้น ก่อให้เกิดประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพต่อกลุ่มตัวอย่างมากน้อยเพียงไร

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระนครเหนือ, 2540.

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

กานดา พูนลาภทวี. การวัดและประเมินผลการศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระนครเหนือ, 2528.

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์. เอกสารประกอบการสอนเรื่องชุดการเรียนการสอน. 2536. (อัดสำเนา)

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

กิ่งฟ้า สีนธวงษ์และสุดิดดา ลอยฟ้า. “ปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.” วารสารส่งเสริม  
ประสิทธิภาพการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 11(มกราคม-เมษายน 2545): 1-12.

กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง  
พุทธศักราช 2546. กรุงเทพมหานคร: 2546.

เกรียงไกร เหลืองอำพล. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ.2540-2544.  
กรุงเทพมหานคร.

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. การใช้ SPSS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. [www.watpon.com](http://www.watpon.com), 2544.

ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ประสานมิตร, 2524.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, นิคม ทาแดง และสมเชาว์ เนตรประเสริฐ. เทคโนโลยีและสื่อทางการศึกษา.  
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2523.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เจริญผล, 2544.

- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษาหลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2526.
- พิสิฐ เมธาภัทรและธีระพล เมธากุล. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529.
- พิเชฐ อนุกุล. “การจัดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.” วารสารมหาวิทยาลัยพายัพ. 15(มิถุนายน-ธันวาคม 2546) : 17.
- รุ่งทิวา จักร์กร. วิธีการสอนทั่วไป. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2538.
- ลัดดา สุขปริดี. เทคโนโลยีทางการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒ วิทยาเขตบววงแสน, 2522.
- วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์กราฟอาร์ต, 2525.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. หน่วยการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.
- \_\_\_\_\_ . เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์. วิธีการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
- สุราษฎร์ พรหมจันทร์. การวัดผลการศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2530.
- สมหญิง เจริญจิตรกรรม. เทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาหลักสูตรและวิธีการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2529.
- หน่วยศึกษานิเทศก์. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ. แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับอาชีวศึกษา. เอกสารลำดับที่ 9/2545.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. จัดพิมพ์โดย บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด, 2543.

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของหลักสูตร และ  
ลักษณะรายวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

### รายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา

รหัสและชื่อ	336152 พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (Basic Industrial Electronic)
สภาพรายวิชา	วิชาชีพเลือก กลุ่มวิชาชีพ หมวดวิชาเฉพาะ ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตสารสนเทศ
ระดับวิชา	ภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 1
พื้นฐาน	-
เวลาศึกษา	54 คาบตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 3 คาบ/สัปดาห์ และนักศึกษาจะต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 3 ชั่วโมง/สัปดาห์
หน่วยกิต	3 หน่วยกิต

#### จุดมุ่งหมายรายวิชา

1. เข้าใจพื้นฐานของสารกึ่งตัวนำ
2. เข้าใจอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
3. เข้าใจอุปกรณ์ประเภทออปแอมป์และการใช้งาน
4. เข้าใจระบบดิจิทัล ระบบเลขจำนวน และระบบเลขฐาน
5. เข้าใจวงจรลอจิกเบื้องต้น
6. เข้าใจหลักการของฟลิปฟลอป

#### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับสารกึ่งตัวนำ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (ไดโอด ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า เอส ซี อาร์ และไดรแอก อุปกรณ์โฟโต้ ออปโตคัปเปอเรอร์) ออปแอมป์และการใช้งาน ระบบดิจิทัล ระบบเลขจำนวน ระบบเลขฐาน วงจรลอจิกเบื้องต้น ฟลิปฟลอป

## ภาคผนวก ข

รายละเอียดหัวเรื่องและแหล่งข้อมูล  
รายการประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง  
รายละเอียดของเนื้อหาสำคัญของหัวเรื่องและความรู้ของเนื้อหา  
รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

**ตารางที่ ข-1** รายการหัวข้อเรื่องและการตรวจสอบแหล่งข้อมูล

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง (Topic)	แหล่งข้อมูล			
		A	B	C	D
1	สารกึ่งตัวนำ	✓	✓	✓	✓
2	ไดโอด	✓	✓	✓	✓
3	ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	✓	✓	✓	✓
4	ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓
5	เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	✓	✓	✓	✓
6	อุปกรณ์โฟโต้	✓	✓	✓	✓
7	ออปโตคัปเปิลอร์	✓	✓	✓	✓
8	ออปแอมป์และการใช้งาน	✓	✓	✓	✓
9	ระบบเลขจำนวน	✓	✓	✓	✓
10	รหัสฐานสองและรหัสหม้อจากรหัสฐานสอง	✓	✓	✓	✓
11	วงจรถอจิกกณิตศาสตร์	✓	✓	✓	✓
12	ลอจิกเกตเบื้องต้น	✓	✓	✓	✓
13	ฟลิปฟลอป	✓	✓	✓	✓

แหล่งข้อมูล : A = จากหลักสูตร  
 B = จากหนังสือ ตำรา คู่มือ  
 C = จากผู้เชี่ยวชาญ  
 D = จากประสบการณ์ของผู้สอน

การตรวจสอบแหล่งข้อมูล

✓ หมายถึง มีหัวข้อเรื่องจากแหล่งข้อมูลหนึ่ง ๆ

ตารางที่ ข-2 รายการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง (Topic)	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
1	สารกึ่งตัวนำ	X	O	O
2	ไดโอด	I	X	O
3	ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	I	X	O
4	ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	I	X	O
5	เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	I	X	O
6	อุปกรณ์โฟโต้	I	X	O
7	ออปโตคัปเปิลอร์	I	X	O
8	ออปแอมป์และการใช้งาน	I	X	O
9	ระบบเลขจำนวน	X	I	O
10	รหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง	X	I	O
11	วงจรถอดจิกคณิตศาสตร์	X	I	O
12	ลอจิกเกตเบื้องต้น	X	I	O
13	ฟลิปฟลอป	I	X	O

หมายเหตุ :

ความสำคัญ

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1 หมายถึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน | X หมายถึง มาก     |
| 2 หมายถึงช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง           | I หมายถึง ปานกลาง |
| 3 หมายถึงช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี             | O หมายถึง น้อย    |

**ตารางที่ ข-3 ประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง**

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

**หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำ**

**บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ**

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
1	สารกึ่งตัวนำ			
	1. โครงสร้างพื้นฐานของอะตอม	X	O	O
	2. วงโคจรของอิเล็กตรอน	X	O	O
	3. สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์	X	O	O
	4. สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์	X	O	O
	5. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-Type)	X	O	O
	6. สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type)	X	O	O

**หน่วยที่ 2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น**

**บทที่ 2 ไดโอด**

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
2	ไดโอด			
	1. สัญลักษณ์ของไดโอด	X	O	O
	2. ไดโอดในอุดมคติ	I	X	O
	3. ไดโอดในทางปฏิบัติ	I	X	O
	4. ความต้านทานไดโอด	X	I	O
	5. การวิเคราะห์เส้นโหลด	X	O	O
	6. ไดโอดชนิดอื่น ๆ	X	O	O

หมายเหตุ :

ความสำคัญ

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1 หมายถึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน | X หมายถึง มาก     |
| 2 หมายถึงช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง           | I หมายถึง ปานกลาง |
| 3 หมายถึงช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี             | O หมายถึง น้อย    |

## ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## บทที่ 3 ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
3	ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ			
	1. ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	X	O	O
	2. กระแสและแรงดันของทรานซิสเตอร์	X	O	O
	3. การทำงานของทรานซิสเตอร์	X	I	O
	4. ค่าพิกัดของทรานซิสเตอร์	X	O	O
	5. การจัดโครงสร้างของทรานซิสเตอร์	X	O	O

## บทที่ 4 ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
4	ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า			
	1. โครงสร้างทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าชนิดรอยต่อ	X	O	O
	2. การจัดไบอัสให้เจเฟต	X	O	O
	3. สัญลักษณ์ของเจเฟต	X	I	O
	4. ลักษณะสมบัติของเจเฟต	X	I	O
	5. เฟตชนิดออกไซด์ของโลหะ	X	O	O
	6. โมสเฟตชนิดคิพลิทชั้น	X	O	O
	7. เอนฮานซ์เมนต์โหมด	X	O	O
	8. คุณลักษณะการถ่ายโอนของดีมอสเฟต	X	O	O

หมายเหตุ :

ความสำคัญ

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1 หมายถึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน | X หมายถึง มาก     |
| 2 หมายถึงช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง           | I หมายถึง ปานกลาง |
| 3 หมายถึงช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี             | O หมายถึง น้อย    |

## ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## บทที่ 5 เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
5	เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก			
	1. การทำงานของเอสซีอาร์	X	O	O
	2. การหยุดการทำงานของเอสซีอาร์	X	O	O
	3. การควบคุมกำลังไฟแบบเฟสทริกเกอร์	X	I	O
	4. ไตรแอก	X	I	O

## หน่วยที่ 3 อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแสง

## บทที่ 6 อุปกรณ์โฟโต้

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
6	อุปกรณ์โฟโต้			
	1. โฟโต้ไดโอด	X	O	O
	2. โฟโต้ทรานซิสเตอร์	X	O	O
	3. โฟโต้คาร์ดินันทรานซิสเตอร์	X	I	O

## หมายเหตุ :

## ความสำคัญ

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1 หมายถึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน | X หมายถึง มาก     |
| 2 หมายถึงช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง           | I หมายถึง ปานกลาง |
| 3 หมายถึงช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี             | O หมายถึง น้อย    |

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

บทที่ 7 ออปโตคัปเปลอร์

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
7	<p>ออปโตคัปเปลอร์</p> <p>1. โครงสร้างสัญลักษณ์อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง</p> <p>2. วงจรใช้งานออปโตคัปเปลอร์</p> <p>3. การวัดและทดสอบออปโตทรานซิสเตอร์</p>	X	O	O
		X	O	O
		X	I	O

หน่วยที่ 4 ออปแอมป์และการใช้งาน

บทที่ 8 ออปแอมป์และการใช้งาน

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
8	<p>ออปแอมป์และการใช้งาน</p> <p>1. โครงสร้างและสัญลักษณ์ของออปแอมป์</p> <p>2. หลักการพื้นฐานของออปแอมป์</p> <p>3. การใช้งานออปแอมป์</p> <p>4. ตัวอย่างการใช้งานออปแอมป์</p>	X	O	O
		X	O	O
		X	I	O
		X	O	O

หมายเหตุ :

- 1 หมายถึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน
- 2 หมายถึงช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง
- 3 หมายถึงช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ

- X หมายถึง มาก
- I หมายถึง กลาง
- O หมายถึง น้อย

## ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## หน่วยที่ 5 ระบบเลขฐาน

## บทที่ 9 ระบบเลขจำนวน

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
9	ระบบเลขจำนวน			
	1. เลขฐานสอง	X	O	O
	2. เลขฐานแปด	X	O	O
	3. เลขฐานสิบ	X	O	O
	4. เลขฐานสิบหก	X	O	O

## บทที่ 10 รหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
10	รหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง			
	1. รหัส BCD	X	O	O
	2. รหัส XS3	X	O	O
	3. รหัสเกรย์	X	I	O

## หมายเหตุ :

## ความสำคัญ

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1 หมายถึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน | X หมายถึง มาก     |
| 2 หมายถึงช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง           | I หมายถึง ปานกลาง |
| 3 หมายถึงช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี             | O หมายถึง น้อย    |

## ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## หน่วยที่ 6 ระบบดิจิทัล

บทที่ 11 วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
11	วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์			
	1. การบวกเลขฐานสอง	X	O	O
	2. การลบเลขฐานสอง	X	O	O
	3. คอมพลิเมนต์ของเลขฐานสอง	X	I	O

## หน่วยที่ 7 วงจรลอจิกเบื้องต้น

บทที่ 12 วงจรลอจิกเบื้องต้น

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
12	วงจรลอจิกเบื้องต้น			
	1. แอนด์เกต	X	O	O
	2. ออร์เกต	X	O	O
	3. นีตเกต	X	O	O
	4. เกตพื้นฐาน	X	O	O
	5. ข้อมูลของเกต	X	O	O
	6. การรวมเกต	X	O	O
	7. สมการลอจิก	X	O	O

หมายเหตุ :

ความสำคัญ

- 1 หมายถึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน
- 2 หมายถึงช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง
- 3 หมายถึงช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

X หมายถึง มาก

I หมายถึง ปานกลาง

O หมายถึง น้อย

## ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## หน่วยที่ 8 ฟลิปฟลอป

## บทที่ 13 ฟลิปฟลอป

ลำดับ	รายละเอียดของเนื้อหา	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
13	ฟลิปฟลอป			
	1. สัญลักษณ์ของฟลิปฟลอป	X	O	O
	2. แลตซ์	X	O	O
	3. ฟลิปฟลอปชนิดต่างๆ	X	I	O

## หมายเหตุ :

- 1 หมายถึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน
- 2 หมายถึงช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง
- 3 หมายถึงช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

## ความสำคัญ

- X หมายถึง มาก  
I หมายถึง ปานกลาง  
O หมายถึง น้อย

ตารางที่ ข-4 รายละเอียดของเนื้อหาที่สำคัญของหัวเรื่องและความรู้ของเนื้อหา

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
1. สารกึ่งตัวนำ	1.1 คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดพี สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น 1.2 โครงสร้างของอะตอม 1.3 คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น	I		
			X	
			I	

บทที่ 2 ไดโอด

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
2. ไดโอด	2.1 คุณสมบัติของไดโอด 2.2 โครงสร้างของไดโอด 2.3 หลักการให้ไบอัสตรงและไบอัสกลับ		X	
			X	
			X	

หมายเหตุ

R หมายถึง พื้นต้นความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

I หมายถึง สำคัญ

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

O หมายถึง ไม่สำคัญ

## ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## บทที่ 3 ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ

เนื้อหาสำคัญของหัวข้อ	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
3. ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	3.1 โครงสร้างของสัญลักษณ์	X		
	3.2 ชนิดของทรานซิสเตอร์	X		
	3.3 ขาของทรานซิสเตอร์	X		
	3.4 การทำงานของทรานซิสเตอร์	X		
	3.5 การให้ไบอัสทรานซิสเตอร์	X		

## บทที่ 4 ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า

เนื้อหาสำคัญของหัวข้อ	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
4. ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	4.1 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	X		
	4.2 คุณสมบัติของเจเฟด	X		
	4.3 การให้ไบอัสของเจเฟด		I	
	4.4 โครงสร้างของมอสเฟด	X		
	4.5 คุณสมบัติของมอสเฟด	X		
	4.6 การให้ไบอัสของมอสเฟด		I	

หมายเหตุ :

R หมายถึง พื้นคืนความรู้

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

I หมายถึง สำคัญ

O หมายถึง ไม่สำคัญ

## ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

บทที่ 5 เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
5. เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	5.1 โครงสร้างของเอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	X		
	5.2 คุณสมบัติของเอส ซี อาร์ และ ไตรแอก		I	
	5.3 การทำงานของเอส ซี อาร์ และ ไตรแอก		X	

## หน่วยที่ 3 อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแสง

บทที่ 6 อุปกรณ์โฟโต้

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
6. อุปกรณ์โฟโต้	6.1 โครงสร้างของอุปกรณ์โฟโต้	X		
	6.2 คุณสมบัติของอุปกรณ์โฟโต้		I	
	6.3 การทำงานของอุปกรณ์โฟโต้		X	

บทที่ 7 ออปโตคัปเปลอร์

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
7. ออปโตคัปเปลอร์	7.1 โครงสร้างสัญลักษณ์อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง	X		
	7.2 วงจรใช้งานออปโตคัปเปลอร์		I	
	7.3 การวัดและทดสอบออปโตทรานซิสเตอร์			X

หมายเหตุ :

R หมายถึง พื้นต้นความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

I หมายถึง สำคัญ

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

O หมายถึง ไม่สำคัญ

## ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## หน่วยที่ 4 ออปแอมป์และการใช้งาน

## บทที่ 8 ออปแอมป์และการใช้งาน

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
8. ออปแอมป์และการใช้งาน	8.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของออปแอมป์	I		
	8.2 หลักการพื้นฐานของออปแอมป์	X		
	8.4 การใช้งานออปแอมป์		X	

## หน่วยที่ 5 ระบบเลขฐาน

## บทที่ 9 ระบบเลขจำนวน

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
9. ระบบเลขจำนวน	9.1 ระบบจำนวนเลขฐาน	X		
	9.2 การเปลี่ยนเลขฐาน		X	

## บทที่ 10 รหัสฐานและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
10. รหัสฐานและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง	10.1 รหัส BCD	X		
	10.2 รหัส XS3	X		
	10.3 รหัสเกรย์	X		

หมายเหตุ :

R หมายถึง พื้นต้นความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

I หมายถึง สำคัญ

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

O หมายถึง ไม่สำคัญ

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

หน่วยที่ 6 ระบบดิจิทัล

บทที่ 11 วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
11. วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์	11.1 การบวกเลขฐานสอง		X	
	11.2 การลบเลขฐานสอง		X	
	11.3 คอมพลิเมนต์ของเลขฐานสอง		X	

หน่วยที่ 7 วงจรลอจิกเบื้องต้น

บทที่ 12 วงจรลอจิกเบื้องต้น

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
12. วงจรลอจิกเบื้องต้น	12.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเกตพื้นฐาน	X		
	12.2 ข้อมูลของเกตพื้นฐาน	X		
	12.3 การรวมเกต		X	
	12.4 สมการลอจิก		X	

หน่วยที่ 8 ฟลิปฟลอป

บทที่ 13 ฟลิปฟลอป

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	ระดับความรู้		
		R	A	T
13. ฟลิปฟลอป	13.1 สัญลักษณ์ของฟลิปฟลอป	I		
	13.2 คุณสมบัติของแอสซิงโครนัส	X		
	13.3 ฟลิปฟลอปชนิดต่าง ๆ	X		

หมายเหตุ :

R หมายถึง พื้นต้นความรู้

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

1 หมายถึง สำคัญ

O หมายถึง ไม่สำคัญ

ตารางที่ ข-5 รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

หน่วยที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของอะตอม	I		
2. อธิบายวงโคจรของอิเล็กตรอน	X		
3. อธิบายสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์	X		
4. อธิบายสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์	X		
5. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็ป	X		
6. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดพี	X		

หน่วยที่ 2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

บทที่ 2 ไดโอด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. เขียนสัญลักษณ์ของไดโอด	I		
2. อธิบายไดโอดในอุดมคติ	X		
3. อธิบายไดโอดในทางปฏิบัติ	X		
4. อธิบายความต้านทานของไดโอด	X		
5. อธิบายวิธีการวิเคราะห์เส้นโหลด		X	
6. เขียนชนิดต่าง ๆ ของไดโอด	X		

หมายเหตุ :

R หมายถึง พื้นต้นความรู้

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

I หมายถึง สำคัญ

O หมายถึง ไม่สำคัญ

## ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## บทที่ 3 ทราานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. อธิบายโครงสร้างทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	I		
2. อธิบายคุณลักษณะของกระแสและแรงดันของทรานซิสเตอร์	X		
3. เขียนวิธีการทำงานของทรานซิสเตอร์	X		
4. อธิบายค่าพิกัดของทรานซิสเตอร์	X		
5. เขียนการจัดโครงสร้างของทรานซิสเตอร์	X		

## บทที่ 4 ทราานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. เขียน โครงสร้างของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	X		
2. อธิบายการไบอัสให้เจเฟต	X		
3. เขียนสัญลักษณ์ขงเจเฟต	I		
4. เขียนคุณลักษณะของเจเฟต	X		
5. อธิบายเฟตชนิดออกไซด์ของโลหะ	X		
6. อธิบายมอสเฟตชนิดดีพีทีทชั้น	X		
7. อธิบายเอนฮานซ์เมนต์โหมด	X		
8. เขียนคุณลักษณะการถ่ายโอนของคิมอสเฟต	I		

หมายเหตุ :

R หมายถึง พื้นคั้นความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

I หมายถึง สำคัญ

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

O หมายถึง ไม่สำคัญ

## ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## บทที่ 5 เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	I		
2. อธิบายการทำงานของเอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	X		
3. อธิบายการหยุดการทำงานของเอส ซี อาร์		X	
4. อธิบายการควบคุมกำลังไฟฟ้าแบบเฟสทริกเกอร์		X	

## หน่วยที่ 3 อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแสง

## บทที่ 6 อุปกรณ์โฟโต้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของอุปกรณ์โฟโต้แต่ละชนิด	I		
2. อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์โฟโต้แต่ละชนิด	X		
3. เขียนคุณสมบัติของอุปกรณ์โฟโต้แต่ละชนิด		X	

## บทที่ 7 ออปโตคัปเปลอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง	I		
2. อธิบายหลักการทำงานของออปโตคัปเปลอร์	X		
3. อธิบายการวัดและทดสอบออปโตทรานซิสเตอร์		X	

หมายเหตุ :

R หมายถึง พื้นคืนความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

I หมายถึง สำคัญ

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

O หมายถึง ไม่สำคัญ

## ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

หน่วยที่ 4 ออปแอมป์และการใช้งาน

บทที่ 8 ออปแอมป์และการใช้งาน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. เขียน โครงสร้างและสัญลักษณ์ของออปแอมป์	X		
2. อธิบายหลักการพื้นฐานของออปแอมป์	X		
3. เขียนวิธีการใช้งานออปแอมป์	X		
4. ยกตัวอย่างการใช้งานออปแอมป์			X

## หน่วยที่ 5 ระบบเลขฐาน

บทที่ 9 ระบบเลขจำนวน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. อธิบายความหมายของเลขฐานสอง เลขฐานแปด เลขฐานสิบ และเลขฐานสิบหก	X		
2. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงเลขฐานต่าง ๆ		X	

## บทที่ 10 รหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. อธิบายความหมายของรหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง	X		
2. อธิบายวิธีการเปลี่ยนรหัสฐานสองเป็นรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง		X	

หมายเหตุ :

R หมายถึง พื้นต้นความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

I หมายถึง สำคัญ

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

O หมายถึง ไม่สำคัญ

## ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วิชา : พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

รหัส 336152

## หน่วยที่ 6 ระบบดิจิทัล

บทที่ 11 วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. เขียนวิธีการบวกเลขฐานสอง	X		
2. เขียนวิธีการลบเลขฐานสอง	X		
3. อธิบายความหมายของคอมพลิเมนต์เลขฐานสอง		X	

## หน่วยที่ 7 วงจรลอจิกเบื้องต้น

บทที่ 12 วงจรลอจิกเบื้องต้น

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. เขียน โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเกตพื้นฐาน	X		
2. อธิบายคุณสมบัติของเกตพื้นฐาน	X		
3. อธิบายการรวมเกตต่าง ๆ		X	
4. คำนวณสมการลอจิก		X	

## หน่วยที่ 8 ฟลิปฟลอป

บทที่ 13 ฟลิปฟลอป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ		
	R	A	T
1. เขียน โครงสร้างและสัญลักษณ์ของฟลิปฟลอป	X		
2. เขียนชนิดต่าง ๆ ของแลตช์	X		
3. อธิบายฟลิปฟลอปชนิดต่าง ๆ	X		

หมายเหตุ :

R หมายถึง พื้นต้นความรู้

A หมายถึง การประยุกต์ความรู้

T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้

X หมายถึง สำคัญมาก

I หมายถึง สำคัญ

O หมายถึง ไม่สำคัญ

**ภาคผนวก ค**

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน

ตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบ

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เพื่อการออกข้อสอบ

ตารางวิเคราะห์สื่อการสอน

ตารางที่ ค-1 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน

บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
1	1. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของอะตอม	R	I	2	17
	2. อธิบายวงโคจรของอิเล็กตรอน	R	X	3	
	3. อธิบายสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์	R	X	3	
	4. อธิบายสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์	R	X	3	
	5. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น	R	X	3	
	6. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดพี	R	X	3	

บทที่ 2 ไดโอด

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
2	1. เขียนสัญลักษณ์ของไดโอด	R	I	2	17
	2. อธิบายไดโอดในอุดมคติ	R	X	3	
	3. อธิบายไดโอดในทางปฏิบัติ	R	X	3	
	4. อธิบายความต้านทานของไดโอด	R	X	3	
	5. อธิบายวิธีการวิเคราะห์เส้น โหลด	A	X	3	
	6. เขียนชนิดต่าง ๆ ของไดโอด	R	X	3	

บทที่ 3 ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
3	1. อธิบายโครงสร้างทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	R	I	2	14
	2. อธิบายคุณลักษณะของกระแสและแรงดันของทรานซิสเตอร์	R	X	3	
	3. เขียนวิธีการทำงานของทรานซิสเตอร์	R	X	3	
	4. อธิบายค่าพิกัดของทรานซิสเตอร์	R	X	3	
	5. เขียนการจัดโครงสร้างของทรานซิสเตอร์	R	X	3	

LS : ระดับการเรียนรู้ (Levels of Intellectual Skill)

	ความสำคัญ	ระดับคะแนน
R หมายถึง พื้นต้นความรู้	X หมายถึง สำคัญมาก	3
A หมายถึง การประยุกต์ความรู้	I หมายถึง สำคัญ	2
T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้	O หมายถึง ไม่สำคัญ	1

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

บทที่ 4 ทหรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
4	1. เขียนโครงสร้างของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	R	X	3	22
	2. อธิบายการไบอัสให้เจเฟต	R	X	3	
	3. เขียนสัญลักษณ์ของเจเฟต	R	I	2	
	4. เขียนคุณลักษณะของเจเฟต	R	X	3	
	5. อธิบายเฟตชนิดออกไซด์ของโลหะ	R	X	3	
	6. อธิบายมอสเฟตชนิดดีพีทีทชั้น	R	X	3	
	7. อธิบายเอนฮานซ์เมนต์โหมด	R	X	3	
	8. เขียนคุณลักษณะการถ่ายโอนของคิมอสเฟต	R	I	2	

บทที่ 5 เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
5	1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	R	I	2	11
	2. อธิบายการทำงานของเอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	R	X	3	
	3. อธิบายการหยุดการทำงานของเอส ซี อาร์	A	X	3	
	4. อธิบายการควบคุมกำลังไฟฟ้าแบบเฟสทริกเกอร์	A	X	3	

บทที่ 6 อุปกรณ์ไฟโด้

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
6	1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ไฟโด้แต่ละชนิด	R	I	2	8
	2. อธิบายหลักการการทำงานของอุปกรณ์ไฟโด้แต่ละชนิด	R	X	3	
	3. เขียนคุณสมบัติของอุปกรณ์ไฟโด้แต่ละชนิด	A	X	3	

หมายเหตุ :

LS : ระดับการเรียนรู้ (Levels of Intellectual Skill)

	ความสำคัญ	ระดับคะแนน
R หมายถึง พื้นคินความรู้	X หมายถึง สำคัญมาก	3
A หมายถึง การประยุกต์ความรู้	I หมายถึง สำคัญ	2
T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้	O หมายถึง ไม่สำคัญ	1

## ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

## บทที่ 7 ออปโตคัมป์เพลอร์

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
7	1. เขียน โครงสร้างและสัญลักษณ์ของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง	R	I	2	8
	2. อธิบายหลักการทำงานของออปโตคัมป์เพลอร์	R	X	3	
	3. อธิบายการวัดและทดสอบออปโตทรานซิสเตอร์	A	X	3	

## บทที่ 8 ออปแอมป์และการใช้งาน

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
8	1. เขียน โครงสร้างและสัญลักษณ์ของออปแอมป์	R	X	3	12
	2. อธิบายหลักการพื้นฐานของออปแอมป์	R	X	3	
	3. เขียนวิธีการใช้งานออปแอมป์	R	X	3	
	4. ยกตัวอย่างการใช้งานออปแอมป์	T	X	3	

## บทที่ 9 ระบบเลขจำนวน

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
9	1. อธิบายความหมายของเลขฐานสอง เลขฐานแปด เลขฐานสิบ และเลขฐานสิบหก	R	X	3	6
	2. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงเลขฐานต่าง ๆ	A	X	3	

## บทที่ 10 รหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
10	1. อธิบายความหมายของรหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง	R	X	3	6
	2. อธิบายวิธีการเปลี่ยนรหัสฐานสองเป็นรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง	A	X	3	

หมายเหตุ :

LS : ระดับการเรียนรู้ (Levels of Intellectual Skill)

	ความสำคัญ	ระดับคะแนน
R หมายถึง พื้นต้นความรู้	X หมายถึง สำคัญมาก	3
A หมายถึง การประยุกต์ความรู้	I หมายถึง สำคัญ	2
T หมายถึง การส่งผ่านความรู้	O หมายถึง ไม่สำคัญ	1

## ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

## บทที่ 11 วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
11	1. เขียนวิธีการบวกเลขฐานสอง	R	X	3	9
	2. เขียนวิธีการลบเลขฐานสอง	R	X	3	
	3. อธิบายความหมายของคอมพลิเมนต์เลขฐานสอง	A	X	3	

## บทที่ 12 วงจรลอจิกเบื้องต้น

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
12	1. เขียน โครงสร้างและสัญลักษณ์ของเกตพื้นฐาน	R	X	3	12
	2. อธิบายคุณสมบัติของเกตพื้นฐาน	R	X	3	
	3. อธิบายการรวมเกตต่าง ๆ	A	X	3	
	4. คำนวณสมการลอจิก	A	X	3	

## บทที่ 13 ฟลิปฟลอป

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
13	1. เขียน โครงสร้างและสัญลักษณ์ของฟลิปฟลอป	R	X	3	9
	2. เขียนชนิดต่าง ๆ ของแลตซ์	R	X	3	
	3. อธิบายฟลิปฟลอปชนิดต่าง ๆ	R	X	3	

## หมายเหตุ :

LS : ระดับการเรียนรู้ (Levels of Intellectual Skill)

	ความสำคัญ	ระดับคะแนน
R หมายถึง พื้นต้นความรู้	X หมายถึง สำคัญมาก	3
A หมายถึง การประยุกต์ความรู้	I หมายถึง สำคัญ	2
T หมายถึง การส่งถ่ายความรู้	O หมายถึง ไม่สำคัญ	1

ตารางที่ ค-2 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ

วัตถุประสงค์		ระดับของสติปัญญา			รวม คะแนน	ข้อสอบ	จำนวน ข้อ สอบ
		พื้นฐาน ความรู้	ประยุกต์ ความรู้	ส่งถ่าย ความรู้			
บทที่ 1	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				17		10
	1.	I				-	
	2.	X				2	
	3.	X				2	
	4.	X				2	
	5.	X				2	
	6.	X				2	
บทที่ 2	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				17		10
	1.	I				-	
	2.	X				2	
	3.	X				2	
	4.	X				2	
	5.		X			2	
	6.	X				2	
บทที่ 3	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				14		8
	1.	I				-	
	2.	X				2	
	3.	X				2	
	4.	X				2	
	5.	X				2	

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

วัดคู่ประสงค์	วัดคู่ประสงค์	ระดับของสติปัญญา			รวมคะแนน	ข้อสอบ	จำนวนข้อสอบ
		พื้นฐานความรู้	ประยุกต์ความรู้	ส่งถ่ายความรู้			
บทที่ 4	วัดคู่ประสงค์เชิงพฤติกรรม				22		13
	1.	X				2	
	2.	X				2	
	3.	I				-	
	4.	X				2	
	5.	X				2	
	6.	X				2	
	7.	X				3	
	8.	I				-	
บทที่ 5	วัดคู่ประสงค์เชิงพฤติกรรม				11		7
	1.	I				-	
	2.	X				1	
	3.		X			3	
	4.		X			3	
บทที่ 6	วัดคู่ประสงค์เชิงพฤติกรรม				8		5
	1.	I				1	
	2.	X				2	
	3.		X			2	
บทที่ 7	วัดคู่ประสงค์เชิงพฤติกรรม				8		5
	1.	I				1	
	2.	X				2	
	3.		X			2	

## ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

วัตถุประสงค์		ระดับของสติปัญญา			รวม คะแนน	ข้อสอบ	จำนวน ข้อ สอบ
		พื้นฐาน ความรู้	ประยุกต์ ความรู้	ส่งถ่าย ความรู้			
บทที่ 8	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				12		7
	1.	X					
	2.	X					
	3.	X					
บทที่ 9	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				6		4
	1.	X					
	2.		X				
	4.			X			
บทที่ 10	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				6		4
	1.	X					
	2.		X				
บทที่ 11	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				9		5
	1.	X					
	2.	X					
บทที่ 12	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				12		7
	1.	X					
	2.	X					
	3.		X				
บทที่ 13	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม				9		5
	1.	X					
	2.	X					
	3.	X					

ตารางที่ ค-3 จำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์

บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวนข้อสอบ	ข้อสอบที่
1	1. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของอะตอม	R	I	10	-
	2. อธิบายวงโคจรของอิเล็กตรอน	R	X		1,2
	3. อธิบายสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์	R	X		3,4
	4. อธิบายสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์	R	X		5,6
	5. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น	R	X		7,8
	6. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดพี	R	X		9,10

บทที่ 2 ไดโอด

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวนข้อสอบ	ข้อสอบที่
2	1. เขียนสัญลักษณ์ของไดโอด	R	I	10	-
	2. อธิบายไดโอดในอุดมคติ	R	X		11,12
	3. อธิบายไดโอดในทางปฏิบัติ	R	X		13,14
	4. อธิบายความต้านทานของไดโอด	R	X		15,16
	5. อธิบายวิธีการวิเคราะห์เส้นโหลด	A	X		17,18
	6. เขียนชนิดต่าง ๆ ของไดโอด	R	X		19,20

บทที่ 3 ทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวนข้อสอบ	ข้อสอบที่
3	1. อธิบายโครงสร้างทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	R	I	8	-
	2. อธิบายคุณลักษณะของกระแสและแรงดันของทรานซิสเตอร์	R	X		21,22
	3. เขียนวิธีการทำงานของทรานซิสเตอร์	R	X		23,24
	4. อธิบายค่าพิกัดของทรานซิสเตอร์	R	X		25,26
	5. เขียนการจัดโครงสร้างของทรานซิสเตอร์	R	X		27,28

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

## บทที่ 4 ทหรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
4	1. เขียนโครงสร้างของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	R	X	13	29,30
	2. อธิบายการไบอัสให้เจเฟด	R	X		31,32
	3. เขียนสัญลักษณ์ของเจเฟด	R	I		-
	4. เขียนคุณลักษณะของเจเฟด	R	X		33,34
	5. อธิบายเฟดชนิดออกไซด์ของโลหะ	R	X		35,36
	6. อธิบายมอสเฟดชนิดคิพลิทชัน	R	X		37,38
	7. อธิบายเอนฮานซ์เมนต์โหมด	R	X		39,40,41
	8. เขียนคุณลักษณะการถ่ายโอนของคิมอสเฟด	R	I		-

## บทที่ 5 เอส ซี อาร์ และ ไตรแอก

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
5	1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	R	I	7	-
	2. อธิบายการทำงานของเอส ซี อาร์ และ ไตรแอก	R	X		42
	3. อธิบายการหยุดการทำงานของเอส ซี อาร์	A	X		43,44,45
	4. อธิบายการควบคุมกำลังไฟฟ้าแบบเฟสทริกเกอร์	A	X		46,47,48

## บทที่ 6 อุปกรณ์ไฟโด้

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
6	1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ไฟโด้แต่ละชนิด	R	I	5	49
	2. อธิบายหลักการการทำงานของอุปกรณ์ไฟโด้แต่ละชนิด	R	X		50,51
	3. เขียนคุณสมบัติของอุปกรณ์ไฟโด้แต่ละชนิด	A	X		52,53

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

## บทที่ 7 ออปโตคัปเปลอร์

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
7	1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ เชื่อมต่อทางแสง	R	I	5	54
	2. อธิบายหลักการทำงานของออปโตคัปเปลอร์	R	X		55,56
	3. อธิบายการวัดและทดสอบออปโต ทรานซิสเตอร์	A	X		57,58

## บทที่ 8 ออปแอมป์และการใช้งาน

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
8	1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของคอปแอมป์	R	X	7	59
	2. อธิบายหลักการพื้นฐานของออปแอมป์	R	X		60
	3. เขียนวิธีการใช้งานออปแอมป์	R	X		61,62
	4. ยกตัวอย่างการใช้งานออปแอมป์	T	X		63,64,65

## บทที่ 9 ระบบเลขจำนวน

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
9	1. อธิบายความหมายของเลขฐานสอง เลขฐาน แปด เลขฐานสิบ และเลขฐานสิบหก	R	X	4	66,67
	2. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงเลขฐานต่าง ๆ	A	X		68,69

## บทที่ 10 รหัสฐานสองและรหัสเหนือจากรหัสฐานสอง

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
10	1. อธิบายความหมายของรหัสฐานสองและรหัส เหนือจากรหัสฐานสอง	R	X	4	70,71
	2. อธิบายวิธีการเปลี่ยนรหัสฐานสองเป็นรหัส เหนือจากรหัสฐานสอง	A	X		72,73

## ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

## บทที่ 11 วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
11	1. เขียนวิธีการบวกเลขฐานสอง	R	X	5	74
	2. เขียนวิธีการลบเลขฐานสอง	R	X		75
	3. อธิบายความหมายของคอมพลิเมนต์ เลขฐานสอง	A	X		76,77,78

## บทที่ 12 วงจรลอจิกเบื้องต้น

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
12	1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเกตพื้นฐาน	R	X	7	79
	2. อธิบายคุณสมบัติของเกตพื้นฐาน	R	X		80,81
	3. อธิบายการรวมเกตต่าง ๆ	A	X		82,83
	4. คำนวณสมการลอจิก	A	X		84,85

## บทที่ 13 ฟลิปฟลอป

บทที่	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ที่
13	1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของฟลิปฟลอป	R	X	5	86
	2. เขียนชนิดต่าง ๆ ของแลตช์	R	X		87,88
	3. อธิบายฟลิปฟลอปชนิดต่าง ๆ	R	X		89,90

ตารางที่ ค-4 วิเคราะห์สื่อ

บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง			ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสถิติ	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ		ภาพเคลื่อนไหว						
		ภาพ	แผ่นใส	ภาพ	ภาพ 3 มิติ					
1. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของอะตอม	X	I	X	X	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, ภาพ 3 มิติ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายวงโคจรของอิเล็กตรอน	X	O	I	X	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, ภาพ 3 มิติ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. อธิบายสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์	X	I	X	I	I	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
4. อธิบายสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์	X	I	X	I	I	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
5. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น	X	O	I	O	O	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
6. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดพี	X	O	I	O	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O

สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

บทที่ 2 ไคโอด

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง			ภาพเคลื่อนไหว	ของจริง	ชุดสารคดี	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส						
1. เขียนสัญลักษณ์ของไคโอด	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, ภาพ 3 มิติ	เห็นภาพที่จัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายไคโอดในอุดมคติ	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, ภาพ 3 มิติ	เห็นภาพที่จัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. อธิบายไคโอดในทางปฏิบัติ	X	I	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่จัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
4. อธิบายความต้านทานของไคโอด	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่จัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
5. อธิบายวิธีการวิเคราะห์เส้นโหลด	X	O	I	I	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่จัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
6. เขียนชนิดต่างๆ ของไคโอด	X	O	I	I	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่จัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I

สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O

สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

บทที่ 3 ทราบนชิตเตอร์ชนิครอยต่อ

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง			ภาพเคลื่อนไหว	ของจริง	ชุดสถิติ	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส						
1. อธิบายโครงสร้างทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อ	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายคุณลักษณะของกระแสแรงดันของทรานซิสเตอร์	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. เขียนวิธีการทำงานของทรานซิสเตอร์	X	I	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
4. อธิบายค่าพิกัดของทรานซิสเตอร์	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
5. เขียนการจัดโครงสร้างของทรานซิสเตอร์	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

บทที่ 4 ทราบขีดเตอร์สนามไฟฟ้า

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง			ภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ	ของจริง	ชุด สาธิต	กระดาษ ดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์ พอยต์	แผ่น ภาพ	แผ่น ใส						
1. เขียนโครงสร้างของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายการไบอัสให้เจฟต์	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
3. เขียนสัญลักษณ์ของเจฟต์	X	I	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
4. เขียนคุณลักษณะของเจฟต์	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
5. อธิบายเฟดชนิดออกไซด์ของโลหะ	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
6. อธิบายสมการพหุนามกำลังสอง	X	I	I	O	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
7. อธิบายอนฮานซ์เมนต์ใหม่ค	X	I	I	O	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
8. เขียนคุณลักษณะการถ่ายโอนของดีมอสเฟต	X	I	I	O	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ ๓-๔ (ต่อ)

บทที่ 5 เอส ซี อาร์ และ ไตรเอก

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง		ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสถิติ	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพ 3 มิติ					
1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเอส ซี อาร์ และ ไตรเอก	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายการทำงานของเอส ซี อาร์ และ ไตรเอก	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. อธิบายเหตุผลการทำงานของเอส ซี อาร์	X	I	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
4. อธิบายการควบคุมกำลังไฟฟ้าแบบเฟสทริกเกอร์	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

## ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

## บทที่ 6 อุปกรณ์ไฟฟ้า

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง		ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสารคดี	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพ 3 มิติ					
1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้แต่ละชนิด	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายหลักการการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้แต่ละชนิด	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. เขียนคุณสมบัติของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้แต่ละชนิด	X	I	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

บทที่ 7 ออปโตคัลเลอร์

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง			ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสถิติ	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพเคลื่อนไหว						
1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง	X	I	I	X		O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายหลักการทำงานของออปโตคัลเลอร์	X	O	I	O		O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. อธิบายการวัดและทดสอบออปโตทรานซิสเตอร์	X	I	I	O		O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

## ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

## บทที่ 8 ออปแอมป์และการใช้งาน

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง			ภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ	ของจริง	ชุด สาธิต	กระดาน ดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์ พอยต์	แผ่น ภาพ	แผ่น ใส						
1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของออปแอมป์	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายหลักการพื้นฐานของออปแอมป์	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
3. เขียนวิธีการใช้งานออปแอมป์	X	I	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน
4. ชกตัวอย่างการใช้งานออปแอมป์	X	O	I	I	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริม จินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

บทที่ 9 ระบบเลขจำนวน

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง		ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสารคดี	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพ 3 มิติ					
1. อธิบายความหมายของเลขฐานสอง เลขฐานแปด เลขฐานสิบ และเลขฐานสิบหก	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงเลขฐานต่าง ๆ	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

บทที่ 10 รหัสฐานสองและรหัสเหนือการรหัสฐานสอง

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง		ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสารคดี	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพ 3 มิติ					
1. อธิบายความหมายของรหัสฐานสองแฉกรหัสเหนือการรหัสฐานสอง	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายวิธีการเปลี่ยนรหัสฐานสองเป็นรหัสเหนือการรหัสฐานสอง	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

## ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

## บทที่ 11 วงจรคำนวณทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง		ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสถิติ	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นไต	ภาพ 3 มิติ					
1. เขียนวิธีการบวกเลขฐานสอง	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. เขียนวิธีการลบเลขฐานสอง	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. อธิบายความหมายของคอมพลิเมนต์เลขฐานสอง	X	I	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

บทที่ 12 วงจรลอจิกเบื้องต้น

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง		ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสถิติ	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพ 3 มิติ					
1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเกตพื้นฐาน	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. อธิบายคุณสมบัติของเกตพื้นฐาน	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. อธิบายการรวมเกตต่าง ๆ	X	I	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
4. คำนวณสมการลอจิก	X	O	I	I	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I

สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O

สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

บทที่ 13 พลิกฟลอป

วัตถุประสงค์	ภาพนิ่ง		ภาพเคลื่อนไหว		ของจริง	ชุดสถิติ	กระดานดำ	สื่อที่เลือก	เหตุผลที่เลือก
	เพาเวอร์พอยต์	แผ่นภาพ	แผ่นใส	ภาพ 3 มิติ					
1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของพลิกฟลอป	X	I	I	X	O	I	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
2. เขียนชนิดต่าง ๆ ของแลตซ์	X	O	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน
3. อธิบายพลิกฟลอปชนิดต่าง ๆ	X	I	I	O	O	O	I	เพาเวอร์พอยต์, กระดานดำ	เห็นภาพที่ชัดเจนและเสริมจินตนาการของผู้เรียน

X สื่อที่มีความสำคัญมากที่สุด

I

สื่อที่มีความสำคัญปานกลาง

O

สื่อที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

## ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาธรรมชาติความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม  
การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (D) และ  
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ง-1 การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ  
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เรื่อง ที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		2	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
	3	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		4	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
	4	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	9	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
10		+1	+1	+1	+1	+1	5	1	
2	1	-	-	-	-	-	-	-	
	2	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		12	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
	3	13	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
		14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	17	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
		18	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
	6	19	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80
20		+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	
3	1	-	-	-	-	-	-	-	

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

เรื่อง ที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3	2	21	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
		22	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
	3	23	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
		24	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.60
	4	25	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.60
		26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	27	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
		28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	1	29	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
		30	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
	2	31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		34	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
	5	35	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
		36	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.60
	6	37	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
		38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	7	39	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
		40	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
		41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	1	-	-	-	-	-	-	-	
	2	42	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.60

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

เรื่อง ที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5	3	43	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
		44	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
		45	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
	4	46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		47	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
		48	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
6	1	49	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80
	2	50	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		51	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
	3	52	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		53	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	1	54	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
	2	55	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		56	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	57	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
		58	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
8	1	59	0	+1	+1	0	+1	3	0.60
	2	60	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	61	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		62	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
	4	63	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		64	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
		65	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60
9	1	66	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		67	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

เรื่อง ที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
9	2	68	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
		69	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
10	1	70	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
		71	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	72	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
		73	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
11	1	74	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80
	2	75	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	76	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
		77	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		78	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	1	79	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
	2	80	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		81	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	82	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
		83	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
	4	84	+1	+1	+1	+1	-1	3	0.60
85		+1	+1	+1	+1	+1	5	1	
13	1	86	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80
	2	87	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		88	0	+1	+1	0	+1	3	0.60
	3	89	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		90	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
$\sum x$			73	74	77	82	85	391	78.20
$\bar{X}$			0.81	0.82	0.85	0.91	0.94	4.34	0.87

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

$\sum R$  คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

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

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านที่ประเมินข้อสอบทั้งหมด 90 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ข้อสอบจำนวน 90 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 25 คน

ตอนที่ 1 : คุณภาพของแบบสอบ

ค่าความเชื่อมั่น (สูตร KR20) = 0.79

ตารางที่ 2-2 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก-ง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ข้อที่	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	
			ความยาก-ง่าย	อำนาจจำแนก
1	0.45	0.20	ยากพอเหมาะ	อำนาจพอใช้
2	0.60	0.20	ยากพอเหมาะ	อำนาจพอใช้
3	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	อำนาจพอใช้
4	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	อำนาจพอใช้
5	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	อำนาจดีมาก
6	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	อำนาจดีมาก

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	
			ความยาก-ง่าย	อำนาจจำแนก
7	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
8	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
9	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
10	0.55	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
11	0.65	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
12	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
13	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
14	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
15	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
16	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
17	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
18	0.45	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
19	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
20	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
21	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
22	0.55	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
23	0.65	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
24	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
25	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
26	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
27	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
28	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
29	0.55	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
30	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
31	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
32	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	
			ความยาก-ง่าย	อำนาจจำแนก
33	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
34	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
35	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
36	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
37	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
38	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
39	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
40	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
41	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
42	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
43	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
44	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
45	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
46	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
47	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
48	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
49	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
50	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
51	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
52	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
53	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
54	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
55	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
56	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
57	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
58	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อใดที่	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	
			ความยาก-ง่าย	อำนาจจำแนก
65	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
60	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
61	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
62	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
63	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
64	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
65	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
66	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
67	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
68	0.45	0.20	ค่อนข้างยาก	จำแนกพอใช้
69	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
70	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
71	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
72	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
73	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
74	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
75	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
76	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
77	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
78	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
79	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
80	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
81	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
82	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
83	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
84	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี

ตารางที่ ๓-2 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก-ง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย	
			ความยาก-ง่าย	อำนาจจำแนก
85	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
86	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
87	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
88	0.40	0.20	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
89	0.45	0.30	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
90	0.60	0.40	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก

ตารางที่ ๓-3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
ค่าต่ำสุด	0.40	0.20	(สูตร KR20) = 0.79
ค่าสูงสุด	0.70	0.40	
ค่าเฉลี่ย	0.51	0.28	

## ภาคผนวก จ

คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน  
คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ  
การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

ตารางที่ ๑-1 คะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ค่าร้อยละของผู้เรียน บทที่ 1-บทที่ 9

คนที่	บทที่ 1 ร้อยละ (10)	บทที่ 2 ร้อยละ (10)	บทที่ 3 ร้อยละ (8)	บทที่ 4 ร้อยละ (13)	บทที่ 5 ร้อยละ (7)	บทที่ 6 ร้อยละ (5)	บทที่ 7 ร้อยละ (5)	บทที่ 8 ร้อยละ (7)	บทที่ 9 ร้อยละ (4)	ร้อยละ	
1	80.00	90.00	90.00	11	84.62	5	80.00	5	71.43	3	75.00
2	90.00	100.00	100.00	13	100.00	3	60.00	5	85.71	4	100.00
3	70.00	100.00	100.00	8	61.54	5	100.00	3	85.71	2	50.00
4	100.00	60.00	60.00	10	76.92	3	60.00	4	100.00	4	100.00
5	80.00	50.00	50.00	7	53.85	4	80.00	3	100.00	3	75.00
6	80.00	80.00	80.00	9	69.23	5	100.00	4	100.00	3	75.00
7	80.00	90.00	90.00	13	100.00	4	80.00	4	80.00	5	100.00
8	70.00	70.00	70.00	10	76.92	5	100.00	3	85.71	3	75.00
9	60.00	90.00	90.00	12	92.31	5	100.00	5	85.71	3	75.00
10	90.00	80.00	80.00	8	61.54	5	100.00	3	100.00	4	100.00
11	80.00	80.00	80.00	13	100.00	5	100.00	5	100.00	4	100.00
12	90.00	80.00	80.00	8	61.54	3	60.00	5	100.00	4	100.00
13	90.00	70.00	70.00	13	100.00	3	80.00	3	71.43	4	100.00
14	100.00	60.00	60.00	10	76.92	4	60.00	4	57.14	3	75.00
15	100.00	70.00	70.00	9	69.23	3	80.00	3	85.71	3	75.00
16	60.00	90.00	90.00	7	53.85	5	100.00	5	57.14	3	75.00

ตารางที่ จ-1 (ต่อ)

คนที่	บทที่ 1 ร้อยละ		บทที่ 2 ร้อยละ		บทที่ 3 ร้อยละ		บทที่ 4 ร้อยละ		บทที่ 5 ร้อยละ		บทที่ 6 ร้อยละ		บทที่ 7 ร้อยละ		บทที่ 8 ร้อยละ		บทที่ 9 ร้อยละ	
	(10)	(10)	(8)	(13)	(7)	(5)	(5)	(5)	(7)	(5)	(5)	(7)	(4)	(5)	(7)	(4)	(4)	
17	5	50.00	10	100.00	8	100.00	10	76.92	4	57.14	4	80.00	4	80.00	6	85.71	4	100.00
18	10	100.00	10	100.00	8	100.00	10	76.92	6	85.71	3	60.00	4	80.00	5	71.43	4	100.00
19	10	100.00	6	60.00	7	87.50	7	53.85	5	71.43	5	100.00	3	60.00	7	100.00	4	100.00
20	7	70.00	5	50.00	7	87.50	9	69.23	7	100.00	3	60.00	4	80.00	7	100.00	4	100.00
21	9	90.00	8	80.00	6	75.00	13	100.00	4	57.14	5	100.00	4	80.00	7	100.00	3	75.00
22	10	100.00	10	100.00	7	87.50	13	100.00	5	71.43	5	100.00	3	60.00	7	100.00	3	75.00
23	10	100.00	10	100.00	7	87.50	9	69.23	5	71.43	3	60.00	5	100.00	7	100.00	2	50.00
24	10	100.00	9	90.00	6	75.00	13	100.00	6	85.71	4	80.00	3	60.00	5	71.43	2	50.00
25	6	60.00	8	80.00	7	87.50	10	76.92	7	100.00	5	100.00	3	60.00	5	71.43	4	100.00
26	9	90.00	7	70.00	8	100.00	12	92.31	6	85.71	4	80.00	4	80.00	6	85.71	3	75.00
27	8	80.00	9	90.00	8	100.00	8	61.54	6	85.71	3	60.00	3	60.00	6	85.71	3	75.00
28	7	70.00	9	90.00	7	87.50	13	100.00	7	100.00	4	80.00	5	100.00	7	100.00	3	75.00
29	6	60.00	10	100.00	6	75.00	10	76.92	6	85.71	5	100.00	5	100.00	7	100.00	3	75.00
30	9	90.00	10	100.00	7	87.50	12	92.31	5	71.43	3	60.00	5	100.00	7	100.00	4	100.00
31	8	80.00	6	60.00	6	75.00	7	53.85	6	85.71	5	100.00	5	100.00	5	71.43	4	100.00
32	7	70.00	5	50.00	7	87.50	9	69.23	4	57.14	4	80.00	4	80.00	4	57.14	4	100.00

## ตารางที่ ๑-1 (ต่อ)

คนที่	บทที่ 1 ร้อยละ		บทที่ 2 ร้อยละ		บทที่ 3 ร้อยละ		บทที่ 4 ร้อยละ		บทที่ 5 ร้อยละ		บทที่ 6 ร้อยละ		บทที่ 7 ร้อยละ		บทที่ 8 ร้อยละ		บทที่ 9 ร้อยละ	
	บทที่ 1	ร้อยละ	บทที่ 2	ร้อยละ	บทที่ 3	ร้อยละ	บทที่ 4	ร้อยละ	บทที่ 5	ร้อยละ	บทที่ 6	ร้อยละ	บทที่ 7	ร้อยละ	บทที่ 8	ร้อยละ	บทที่ 9	ร้อยละ
33	7	70.00	8	80.00	7	87.50	13	100.00	5	71.43	5	100.00	4	80.00	6	85.71	3	75.00
34	7	70.00	9	90.00	6	75.00	10	76.92	6	85.71	5	100.00	3	60.00	4	57.14	3	75.00
35	8	80.00	7	70.00	7	87.50	12	92.31	4	57.14	4	80.00	5	100.00	6	85.71	3	75.00
36	9	90.00	9	90.00	8	100.00	8	61.54	5	71.43	5	100.00	3	60.00	7	100.00	4	100.00
37	10	100.00	10	100.00	7	87.50	13	100.00	5	71.43	5	100.00	3	60.00	7	100.00	3	75.00

ตารางที่ จ-2 คะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ค่าร้อยละของผู้เรียน บทที่ 10 - บทที่ 13

คนที่	บทที่ 10 (4)	ร้อยละ	บทที่ 11 (5)	ร้อยละ	บทที่ 12 (7)	ร้อยละ	บทที่ 13 (5)	ร้อยละ	คะแนน เต็ม (90)	%
1	4	100.00	5	100.00	7	100.00	3	60.00	77	85.56
2	3	75.00	3	60.00	7	100.00	4	80.00	81	90.00
3	3	75.00	4	80.00	7	100.00	3	60.00	73	81.11
4	4	100.00	3	60.00	5	71.43	4	80.00	75	83.33
5	3	75.00	4	80.00	4	57.14	4	80.00	65	72.22
6	3	75.00	4	80.00	6	85.71	4	80.00	72	80.00
7	4	100.00	4	80.00	4	57.14	3	60.00	75	83.33
8	4	100.00	5	100.00	6	85.71	5	100.00	68	75.56
9	4	100.00	3	60.00	4	57.14	5	100.00	76	84.44
10	4	100.00	4	80.00	6	85.71	5	100.00	76	84.44
11	4	100.00	5	100.00	4	57.14	3	60.00	79	87.78
12	4	100.00	5	100.00	7	100.00	4	80.00	78	86.67
13	4	100.00	5	100.00	7	100.00	3	60.00	79	87.78
14	4	100.00	4	80.00	7	100.00	4	80.00	71	78.89
15	4	100.00	3	60.00	7	100.00	4	80.00	70	77.78
16	3	75.00	5	100.00	5	71.43	4	80.00	69	76.67
17	3	75.00	5	100.00	4	57.14	3	60.00	70	77.78
18	4	100.00	5	100.00	6	85.71	5	100.00	80	88.89
19	4	100.00	4	80.00	4	57.14	5	100.00	71	78.89
20	4	100.00	3	60.00	7	100.00	3	60.00	70	77.78
21	4	100.00	4	80.00	7	100.00	4	80.00	78	86.67
22	3	75.00	4	80.00	5	71.43	3	60.00	78	86.67
23	3	75.00	5	100.00	4	57.14	4	80.00	74	82.22
24	4	100.00	5	100.00	6	85.71	4	80.00	77	85.56
25	4	100.00	5	100.00	4	57.14	4	80.00	72	80.00
26	4	100.00	3	60.00	7	100.00	3	60.00	76	84.44
27	4	100.00	5	100.00	7	100.00	5	100.00	75	83.33
28	4	100.00	5	100.00	7	100.00	5	100.00	83	92.22
29	3	75.00	4	80.00	5	71.43	4	80.00	74	82.22

คนที่	บทที่ 10 (4)	ร้อยละ	บทที่ 11 (5)	ร้อยละ	บทที่ 12 (7)	ร้อยละ	บทที่ 13 (5)	ร้อยละ	คะแนน เต็ม (90)	%
30	3	75.00	5	100.00	4	57.14	3	60.00	77	85.56
31	4	100.00	5	100.00	6	85.71	3	60.00	70	77.78
32	4	100.00	5	100.00	5	71.43	4	80.00	66	73.33
33	3	75.00	3	60.00	4	57.14	5	100.00	73	81.11
34	3	75.00	4	80.00	6	85.71	5	100.00	71	78.89
35	4	100.00	3	60.00	4	57.14	5	100.00	72	80.00
36	4	100.00	4	80.00	7	100.00	4	80.00	77	85.56
37	3	75.00	4	80.00	5	71.43	3	60.00	78	86.67

ตารางที่ จ-3 สรุปคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ค่าร้อยละของผู้เรียน

บทที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	รวม
รวม	294	291	257	369	203	151	143	216	121	132	152	196	143	2668
เฉลี่ย	7.95	7.86	6.95	9.97	5.49	4.08	3.86	5.84	3.27	3.57	4.11	5.30	3.86	72.11
%	79.46	78.65	86.82	76.72	78.38	81.62	77.30	83.40	81.76	89.19	82.16	75.68	77.30	80.65

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพ  $E_1 = 80.12$

ตารางที่ ๑-4 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และค่าร้อยละ

คนที่	คะแนน หลังเรียน (90)	ค่าร้อยละ (%)
1	79	87.78
2	55	61.11
3	84	93.33
4	64	71.11
5	58	64.44
6	81	90.00
7	68	75.56
8	83	92.22
9	79	87.78
10	88	97.78
11	66	73.33
12	79	87.78
13	70	77.78
14	63	70.00
15	70	77.78
16	77	85.56
17	79	87.78
18	60	66.67
19	85	94.44

คนที่	คะแนน หลังเรียน (90)	ค่าร้อยละ (%)
20	79	87.78
21	82	91.11
22	82	91.11
23	58	64.44
24	77	85.56
25	69	76.67
26	82	91.11
27	55	61.11
28	62	68.89
29	74	82.22
30	76	84.44
31	79	87.78
32	71	78.89
33	77	85.56
34	81	90.00
35	86	95.56
36	74	82.22
37	78	86.67
รวม	2730	3033.33
ค่าเฉลี่ย	73.78	81.98

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพ  $E_2 = 81.98$



## ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์หาความแตกต่าง  
ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ๑-1 คะแนน คำร้อยละของผู้เรียนก่อนเรียน และหลังเรียน

ลำดับ	คะแนนก่อนเรียน (90)	คำร้อยละ (%)	คะแนนหลังเรียน (90)	คำร้อยละ (%)
1	30	33.33	79	87.78
2	21	23.33	55	61.11
3	43	47.78	84	93.33
4	23	25.56	64	71.11
5	22	24.44	58	64.44
6	35	38.89	81	90.00
7	26	28.89	68	75.56
8	16	17.78	83	92.22
9	27	30.00	79	87.78
10	37	41.11	88	97.78
11	18	20.00	66	73.33
12	37	41.11	79	87.78
13	49	54.44	70	77.78
14	26	28.89	63	70.00
15	27	30.00	70	77.78
16	48	53.33	77	85.56
17	27	30.00	79	87.78
18	25	27.78	60	66.67
19	35	38.89	85	94.44
20	34	37.78	79	87.78
21	22	24.44	82	91.11
22	24	26.67	82	91.11
23	17	18.89	58	64.44
24	36	40.00	77	85.56
25	45	50.00	69	76.67
26	27	30.00	82	91.11
27	24	26.67	55	61.11
28	36	40.00	62	68.89
29	47	52.22	74	82.22
30	36	40.00	76	84.44
31	37	41.11	79	87.78
32	57	63.33	71	78.89
33	48	53.33	77	85.56
34	44	48.89	81	90.00
35	41	45.56	86	95.56
36	40	44.44	74	82.22
37	30	33.33	78	86.67
รวม	1217	1352.22	2730	3033.33
ค่าเฉลี่ย	32.89	36.54	73.78	81.98

ตารางที่ ๑-2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูล

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ก่อนเรียน	32.89	37	10.24	1.68
	หลังเรียน	73.78	37	9.26	1.52

## Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ก่อนเรียน & หลังเรียน	37	.334	.044

## Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	99% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ก่อนเรียน - หลังเรียน	-40.892	11.291	1.856	-44.657	-37.128	-22.026	36	.000

## สมมติฐานทางสถิติ

1.  $H_0 = \mu_{\text{ก่อน}} = \mu_{\text{หลัง}}$  (คะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนไม่แตกต่างกัน)

2.  $H_1 = \mu_{\text{ก่อน}} \neq \mu_{\text{หลัง}}$  (คะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนแตกต่างกัน)

P (ความน่าจะเป็น) = .000 ,  $\alpha$  (ระดับนัยสำคัญ) = .01 ดังนั้นค่า P น้อยกว่า ค่า  $\alpha$  (เท่ากับ Sig.) จึงปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$

**สรุปได้ว่า** ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนก่อนเรียนและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้นหลังจากได้เรียนกับชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม)

**ภาคผนวก ข**

**รายนามผู้เชี่ยวชาญชุดการสอนเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์  
หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน  
แบบประเมินชุดการสอน  
ผลการประเมินชุดการสอน**

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน

1. อาจารย์ดร.มานิตย์ สิทธิชัย  
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันต์ เวทย์วัฒน์  
ภาควิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. อาจารย์วีรวิทย์ อิศวานูวัตร  
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. อาจารย์ทง ลานธารทอง  
แผนกช่างไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
วิทยาเขตพระนครเหนือ
5. คุณวิวัฒน์ สุวนันทวงศ์  
ฝ่ายเทคโนโลยีทางการศึกษา สำนักหอสมุดกลาง  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ที่ ศธ 0525.3(2)/186

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

11 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, เนื้อหาและแบบทดสอบ, การวิเคราะห์สื่อ และประเมินชุดการสอน

เรียน อาจารย์ ดร.มานิตย์ สิทธีชัย

ด้วยนายวุฒิพงษ์ พนาวรรณกร นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2547) ภาควิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อาจารย์ ดร.มงคล หวังสัจฉิวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และ รองศาสตราจารย์ ดำรง เงินขาว กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวัญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศบ 0525.3(2)/186



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ด.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

11 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, เนื้อหาและแบบทดสอบ,  
การวิเคราะห์สื่อ และประเมินชุดการสอน

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถนันท เวทย์วิวัฒนะ

ด้วยนายวุฒิพงษ์ หนาวรวงูร นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า  
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหา  
ประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2547) ภาควิชาไฟฟ้า วิทยาลัย  
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ คือ อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และ รองศาสตราจารย์ ดำรง จินขาว  
กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน  
เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

ที่ ศธ 0525.3(2)/186

11 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, เนื้อหาและแบบทดสอบ, การวิเคราะห์ข้อสอบ และประเมินชุดการสอน

เรียน อาจารย์วิวัติ อัสวานวัตร

ด้วยนายวุฒิพงษ์ พนาวรวงูร นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2547) ภาควิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และ รองศาสตราจารย์ คำรง จินชาข้า กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/186



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
 1518 ถ.พินุลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

11 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, เนื้อหาและแบบทดสอบ, การวิเคราะห์สื่อ และประเมินชุดการสอน

เรียน อาจารย์ทง ลานธารทอง

ด้วยนายวุฒิพงษ์ พนมวรางกูร นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมาบฉัณจิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2547) ภาควิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อาจารย์ ดร.มงคล หวังสติดวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และ รองศาสตราจารย์ คำรง จีนขาวข้าราชการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาคือไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ชจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255



ที่ ศธ 0525.3(2)/186

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

11 ตุลาคม 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, เนื้อหาและแบบทดสอบ, การวิเคราะห์สื่อ และประเมินชุดการสอน

เรียน คุณวิวัฒน์ สุวนันทวงศ์

ด้วยนายวุฒิพงษ์ พนาวรวงูร นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2547) ภาควิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อาจารย์ ดร.มงคล หวังสัจฉิวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และ รองศาสตราจารย์ ดำรง จีนขาวข้าราชการกรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

## แบบประเมินชุดการสอน

แบบประเมินชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอนวิชา  
พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม(336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ  
เทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอม  
เกล้าพระนครเหนือ

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน  
ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม  
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอน  
ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ
2. แบบประเมินนี้ใช้สำหรับหาข้อมูลเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติ  
หน้าที่ และสถานภาพทางราชการแต่ประการใด คำตอบของท่านจะเป็นประโยชน์ใน  
การทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก ทางผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

### ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

กรุณาเขียนเครื่องหมาย ( √ ) ลงในวงเล็บ หน้าข้อความที่ตรงกับความจริง

1. ระดับการศึกษา
 

( )	ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า
( )	ปริญญาโทหรือเทียบเท่า
( )	ปริญญาเอกหรือเทียบเท่า
( )	อื่นๆ.....
2. ประสบการณ์ด้านการสอน
 

( )	ต่ำกว่า 5 ปี
( )	6-10 ปี
( )	มากกว่า 10 ปี
3. ด้านการสอนทำหน้าที่การสอนเกี่ยวกับ
 

( )	วิชาที่เกี่ยวกับไฟฟ้า-สื่อสารและอิเล็กทรอนิกส์
( )	วิชาทางด้านไฟฟ้ากำลัง
( )	อื่นๆ.....

**ตอนที่ 2**      ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอน  
 กรุณาเขียนเครื่องหมาย ( ✓ ) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมี  
 ระดับความคิดเห็นดังนี้

5	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	หมายถึง	เห็นด้วย
3	หมายถึง	ปานกลางหรือไม่แน่ใจ
2	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตัวอย่างการตอบแบบประเมิน

ข้อที่	ข้อความความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	<u>ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</u> วัตถุประสงค์ครอบคลุมเนื้อหา	✓	.....	.....	.....	.....
2	..... จำนวนข้อของวัตถุประสงค์เหมาะสมกับหัวเรื่อง.....	.....	.....	.....	✓	.....

ผู้ที่ตอบข้อ 1      หมายความว่า      ผู้ตอบ ประเมินวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่า ครอบคลุมเนื้อหา  
 ทุกหัวเรื่อง ในระดับ “เห็นด้วยอย่างยิ่ง”

ผู้ที่ตอบข้อ 2      หมายความว่า      ผู้ตอบ ประเมินจำนวนข้อของวัตถุประสงค์เหมาะสมกับหัวเรื่อง  
 ในระดับ “ไม่เห็นด้วย”

ข้อ ที่	ข้อความความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	<u>ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม</u>					
1.	วัตถุประสงค์ครอบคลุมเนื้อหา .....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	จำนวนข้อของวัตถุประสงค์เหมาะสมกับหัวเรื่อง .....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	ข้อความที่นำเสนอพฤติกรรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย...	.....	.....	.....	.....	.....
4.	ประเมินผลการเรียนตามวัตถุประสงค์ได้จริง.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.	เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ได้จริง	.....	.....	.....	.....	.....
	<u>ด้านเนื้อหาวิชา</u>					
1.	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	เนื้อหามีความถูกต้อง.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.	เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.	รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
6.	คำอธิบายละเอียดและชัดเจน.....	.....	.....	.....	.....	.....
7.	ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม และอ่านทำความเข้าใจได้ ง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
	<u>ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน</u>					
1.	มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	มีการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม...	.....	.....	.....	.....	.....
4.	มีรายละเอียดเพียงพอสำหรับการสอน.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.	สามารถนำไปใช้ได้จริงในชั้นเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
	<u>ด้านสื่อการเรียนการสอน</u> (งานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ )					
1.	รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	การใช้สีสันทันเหมาะสม.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.	เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การสอน.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.	สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	.....	.....	.....	.....	.....

5.	สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	.....	.....	.....	.....	.....
ข้อ ที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
<b>ด้านการประเมินผล</b>						
(แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน/แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)						
1	คำถามตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม...	.....	.....	.....	.....	.....
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	คำถามชัดเจนไม่คลุมเครือ.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม.....	.....	.....	.....	.....	.....

### ตอนที่ 3      ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

#### ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

.....

.....

.....

#### ด้านเนื้อหาวิชา

.....

.....

.....

#### ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

.....

**ด้านสื่อการเรียนการสอน**

.....  
.....  
.....

**ด้านการประเมินผล**

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน  
(.....)

**\*\*\*ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง\*\*\***

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดการสอนที่ได้จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
วัตถุประสงค์ครอบคลุมเนื้อหา	5	4.00	5.00	4.2000	0.44721
จำนวนข้อของวัตถุประสงค์เหมาะสมกับหัวเรื่อง	5	4.00	5.00	4.4000	0.54772
ข้อความที่ใช้แสดงพฤติกรรมมีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4.00	5.00	4.8000	0.44721
ประเมินผลการเรียนตามวัตถุประสงค์ได้จริง	5	4.00	5.00	4.2000	0.44721
เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้จริง	5	4.00	5.00	4.2000	0.44721
เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	4.00	5.00	4.8000	0.44721
เนื้อหามีความถูกต้อง	5	3.00	5.00	3.6000	0.89443
มีรายละเอียดของเนื้อหาเพียงพอ	5	4.00	5.00	4.4000	0.54772
เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	5	4.00	5.00	4.8000	0.44721
รูปภาพสัมพันธ์กับคำอธิบาย	5	4.00	5.00	4.6000	0.54772
คำอธิบายละเอียดและชัดเจน	5	3.00	5.00	4.2000	0.83666
ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม และอ่านทำความเข้าใจได้ง่าย	5	3.00	5.00	4.0000	0.70711
มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน.	5	4.00	5.00	4.6000	0.54772
มีการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	4.00	5.00	4.6000	0.54772
สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5.00	5.00	5.0000	0.00000
มีรายละเอียดเพียงพอสำหรับการสอน	5	4.00	5.00	4.6000	0.54772
สามารถนำไปใช้ได้จริงในชั้นเรียน	5	4.00	5.00	4.4000	0.54772
รูปภาพมองเห็นได้ชัดเจน	5	4.00	5.00	4.4000	0.54772
ตัวหนังสือมองเห็นได้ชัดเจน	5	4.00	5.00	4.4000	0.54772
การใช้สีสันทันเหมาะสม	5	4.00	5.00	4.4000	0.54772

## ตารางที่ ๕-1 (ต่อ)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การสอน	5	4.00	5.00	4.8000	0.44721
สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	5	5.00	5.00	5.0000	0.00000
คำถามตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4.00	5.00	4.8000	0.44721
จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5.00	5.00	5.0000	0.00000
คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน	5	4.00	5.00	4.2000	0.44721
คำถามชัดเจนไม่คลุมเครือ	5	4.00	5.00	4.2000	0.44721
คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	5	3.00	5.00	4.6000	0.89443
รวม				4.48	0.49

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างคู่มือครู  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

# สัปดาห์ที่ 1

---

## บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อผู้เรียนศึกษาจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้วจะสามารถ

1. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของอะตอม
  2. อธิบายวงโคจรของอิเล็กตรอน
  3. อธิบายสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
  4. อธิบายสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์
  5. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น
  6. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดพี
-

## แผนการสอนประจำบทเรียน

บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ

จำนวน 3 คาบ

ชั้นเรียนที่ ..... ผู้สอน ..... วันที่สอน .....

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากศึกษาบทเรียนที่ 1 แล้ว ผู้เรียนควรมีความสามารถดังต่อไปนี้

7. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของอะตอม
8. อธิบายวงโคจรของอิเล็กตรอน
9. อธิบายสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
10. อธิบายสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์
11. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น
12. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดพี

### การนำเข้าสู่บทเรียน

ในปัจจุบันมนุษย์คงจะไม่สามารถหลีกเลี่ยงการพึ่งพาการทำงานของเครื่องอำนวยความสะดวกและความสะดวกสบายได้เช่น เครื่องซักผ้า วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องเสียงและอื่นๆอีกมากมายเป็นเครื่องอำนวยความสะดวกเหล่านี้ ภายในตัวเครื่องล้วนแล้วต้องอาศัยการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนการทำงานของวงจรก็ต้องประกอบไปด้วยภาคการทำงานต่างๆ ประกอบกันแต่สิ่งที่สำคัญนั้นอยู่ที่การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ มากมาย

ดังนั้นในวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เราจึงจำเป็นต้องศึกษาการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เช่น ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เอสซีอาร์ เป็นต้น เพื่อจะได้ทราบถึงการทำงานของตัวมันและตรวจสอบการทำงานเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบวงจรอื่นๆ อีกได้ ซึ่งก่อนที่เราจะศึกษาการทำงานของตัวอุปกรณ์เราจำเป็นต้องเรียนรู้โครงสร้างของอะตอมภายในตัวอุปกรณ์ต่างๆ เพราะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นสร้างมาจากสารกึ่งตัวนำล้วนแล้วทั้งสิ้น

### รายละเอียดเนื้อหา

1. โครงสร้างพื้นฐานของอะตอม
2. วงโคจรของอิเล็กตรอน
3. สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
4. สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์

5. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-Type)
6. สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type)

#### กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ศึกษาจากเอกสารประกอบการสอน
2. อธิบายประกอบแผ่นใสและการใช้โปรแกรมนำเสนอ เพาเวอร์พอยต์
3. อภิปราย รายงานความก้าวหน้า ของพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

#### สื่อการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ
2. โปรแกรมนำเสนอ เพาเวอร์พอยต์

#### ประเมินผล

1. สังเกตจากการซักถาม
2. การทำแบบฝึกหัด

ตารางปฏิบัติการ

เวลา (นาที)	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
วัตถุประสงค์				1	2	20				4			5		6	1-6	15	5
ขั้นสอนโดยเนื้อหา																		
ขั้นบอกกล่าว	บรรยาย																	
	ถาม-ตอบ																	
	ระดมสมอง																	
	อภิปราย																	
	สรุป																	
ขั้นพยายม	แบบลอกเลียน																	
	แบบฝึกหัด																	
	แบบแก้ปัญหา																	
ระดับกิจกรรมของผู้เรียน	ขั้นสำเร็จผล																	
	สูง																	
	ปานกลาง																	
	ต่ำ																	
ตั้งต้นสนุนกรเรียนการสอน	กระตือรือร้น-ซอก																	
	เด่นภาพเด่นใส																	
	เพาเวอร์พอยต์																	
	ใบเนื้อหา																	
แบบฝึกหัด																		

สิ่งที่แนบมาด้วย 1. แบบร่างกระดาน 2. ใบเนื้อหา 3. ใบถาม-ตอบ 4. แบบฝึกหัด 5. เฉลยแบบฝึกหัด

งานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

**บทที่ 1**  
**สารกึ่งตัวนำ (SEMICONDUCTOR)**

1. โครงสร้างพื้นฐานของเซมิคอนดักเตอร์
2. วงจรของออปติคัลไดโอด
3. สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
4. สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์
5. สารกึ่งตัวนำชนิด P (P-Type)
6. สารกึ่งตัวนำชนิด N (N-Type)

**1.1. บทนำ (Introduction)**

1. ความหมายของเซมิคอนดักเตอร์

เป็นวัสดุที่มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่กึ่งกลางระหว่างตัวนำและฉนวน หรือ มีค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำกว่าตัวนำแต่สูงกว่าตัวนำที่ไม่บริสุทธิ์ (เช่น โลหะ) และค่าการนำไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิ

- สัญญาณดิจิทัล (Analog System)
- สัญญาณอนาล็อก (Digital System)

**2. การผลิตสารกึ่งตัวนำ**

- สารกึ่งตัวนำที่ผลิตโดยวิธี Czochralski ใช้ในการผลิตสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
- จุดเด่นของสารกึ่งตัวนำที่ผลิตโดยวิธี Czochralski คือสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากและมีความบริสุทธิ์สูง
- จุดเด่นของสารกึ่งตัวนำที่ผลิตโดยวิธี Epitaxial คือสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากและมีความบริสุทธิ์สูง
- จุดเด่นของสารกึ่งตัวนำที่ผลิตโดยวิธี MOCVD คือสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากและมีความบริสุทธิ์สูง

**1.2. สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor)**

- สารกึ่งตัวนำ คือสารกึ่งตัวนำที่นำไฟฟ้าได้ (Conductor) กับ ฉนวน (Insulator)
- สารกึ่งตัวนำ มีค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำกว่าตัวนำแต่สูงกว่าตัวนำที่ไม่บริสุทธิ์ (เช่น โลหะ) และค่าการนำไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิ

สารกึ่งตัวนำแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
2. สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์

**1. สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ (Intrinsic Semiconductor)**

สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ คือ สารกึ่งตัวนำที่นำไฟฟ้าได้โดยธรรมชาติ โดยไม่ต้องเติมสารอื่น

รูป 1.1 โครงสร้างผลึกของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์

**2. สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ (Extrinsic Semiconductor)**

สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ คือ สารกึ่งตัวนำที่นำไฟฟ้าได้โดยธรรมชาติ แต่มีการเติมสารอื่นเพื่อเพิ่มค่าการนำไฟฟ้า

- สารกึ่งตัวนำชนิด P (P-type Semiconductor)
- สารกึ่งตัวนำชนิด N (N-type Semiconductor)

1.3. สารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น (P-type and N-type Semiconductor)

- 1. สารกึ่งตัวนำชนิดพี
- 2. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น
- 3. วัสดุกึ่งตัวนำ
- 4. การนำสารกึ่งตัวนำ

1. สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-type Semiconductor)

สารกึ่งตัวนำชนิดพี คือ สารกึ่งตัวนำที่อุณหภูมิต่ำจะมีพาหะเคลื่อนที่ที่มีประจุลบคืออิเล็กตรอน 5 ตัว รวมตัวกันจนได้วาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว และกลายเป็นอิสระ (Free Electron) ซึ่งต่างกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นที่มีโฮลเป็นพาหะนำประจุและมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนน้อย

2. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-type Semiconductor)

สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น คือ สารกึ่งตัวนำที่อุณหภูมิต่ำจะมีพาหะเคลื่อนที่ที่มีประจุลบคืออิเล็กตรอน 5 ตัว รวมตัวกันจนได้วาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว และกลายเป็นอิสระ (Free Electron) ซึ่งต่างกับสารกึ่งตัวนำชนิดพีที่มีโฮลเป็นพาหะนำประจุและมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะส่วนน้อย

3. วัสดุรอยต่อพี-เอ็น (P-N Junction)

สารกึ่งตัวนำชนิดอุณหภูมิต่ำของสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นเมื่อสัมผัสกันจะเกิดเป็นรอยต่อพี-เอ็นขึ้น ซึ่งจะมีบริเวณที่ขาดอิเล็กตรอน (Depletion Region) ขึ้น หรือเรียกว่า วัสดุรอยต่อพี-เอ็น

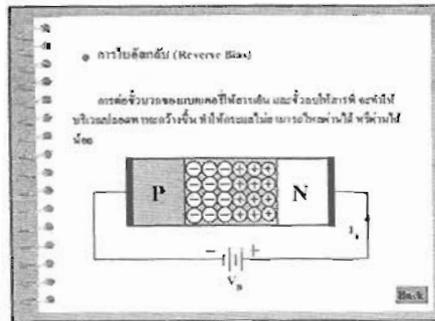
4. การนำสารกึ่งตัวนำ

การนำสารกึ่งตัวนำ การนำไฟฟ้าได้ 2 วิธี

- การนำไฟฟ้า (Forward Bias)
- การนำไฟฟ้า (Reverse Bias)

• การนำไฟฟ้า (Forward Bias)

คือ การต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่ที่ต่อเข้ากับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น และขั้วลบที่ต่อเข้ากับสารกึ่งตัวนำชนิดพี



# บทที่ 1

## สารกึ่งตัวนำ

---

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อผู้เรียนศึกษาจบหน่วยการเรียนรู้แล้วสามารถ

13. อธิบายโครงสร้างพื้นฐานของอะตอม
  14. อธิบายวงโคจรของอิเล็กตรอน
  15. อธิบายสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์
  16. อธิบายสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์
  17. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น
  18. เขียนคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดพี
-

ปัจจุบันการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในงานด้านต่าง ๆ กว้างขวางมาก การดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์มักจะเกี่ยวข้องกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ด้านการสื่อสารโทรคมนาคม การแพทย์ และอื่น ๆ ผู้ที่จะศึกษาเกี่ยวกับวิชาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ควรที่จะรู้จักความหมายของอิเล็กทรอนิกส์ก่อนเป็นอันดับแรก นิยามของอิเล็กทรอนิกส์มีผู้ริเริ่มความหมายไว้มากมายด้วยกัน แต่พอที่จะสรุปได้ความว่า “อิเล็กทรอนิกส์” คือ วิทยาศาสตร์กายภาพแขนงหนึ่ง ที่นำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาวงจรไฟฟ้าที่ใช้อุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

วิชาทฤษฎีวงจไฟฟ้าจะมีส่วนที่คล้ายกับวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คือ จะศึกษาถึง พฤติกรรมของกระแสและแรงดันที่เป็นฟังก์ชันกับเวลาและความถี่ ส่วนที่แตกต่างกันประการสำคัญ คือ ในวิชาวงจไฟฟ้าจะไม่กล่าวถึงการขยายสัญญาณ ส่วนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์มักจะนำกระแสและแรงดันที่ได้ ไปใช้ประโยชน์ในการแทนข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ซึ่งเรียกว่า สัญญาณ(Signal) ซึ่งสัญญาณเหล่านี้จะประกอบด้วย สัญญาณ เชิงอุปมาน(Analog) และ สัญญาณเชิงเลข(Digital)

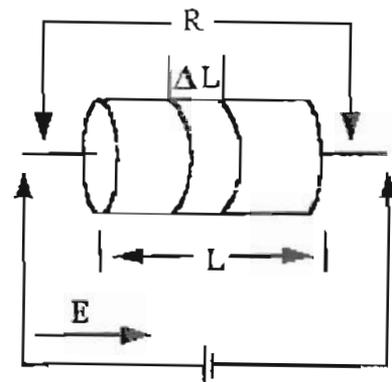
ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าวิชาอิเล็กทรอนิกส์ เป็นวิชาที่ศึกษาถึงอุปกรณ์และวงจรที่มีลักษณะพิเศษกว่าวิชาวงจไฟฟ้า อุปกรณ์ที่มีลักษณะพิเศษนี้ คือ อุปกรณ์ โซลิดสเตต(Solid state device) จึงจำเป็นต้องศึกษาเรื่องสารกึ่งตัวนำ(Semiconductor)

## 1.2 สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor)

สารกึ่งตัวนำ(Semiconductor) จะแสดงระดับกึ่งกลางระหว่างคุณสมบัติตัวนำ(Conductor) กับคุณสมบัติของฉนวน(Insulator)

สภาพนำไฟฟ้าขึ้นกับจำนวนประจุ และ ความสามารถที่จะเคลื่อนที่ได้ของพาหะของวัสดุที่ใช้สร้างตัวนำ หน่วยของสภาพนำไฟฟ้า คือ (โอห์ม-ซม.)<sup>-1</sup> ( $\Omega\text{-cm}$ )<sup>-1</sup> โดย  $\sigma$  คือ สภาพนำ (Conductive) เป็นพารามิเตอร์ที่แสดงคุณลักษณะเฉพาะในการนำไฟฟ้า ของวัสดุ ซึ่งเป็นส่วนกลับของความต้านทาน

รูปที่ 1.1 นิยามของสภาพความนำไฟฟ้า



รูปที่ 1.1 ค่าความต้านทานของสารใด ๆ คำนวณได้จากกฎของโอห์ม

$$R = \frac{E}{I} = \frac{\rho l}{A} = \frac{l}{\sigma A} \quad (1.1)$$

ตัวอย่างที่ 1.1 จงหาค่าความต้านทานของสายทองแดงที่มีความยาว 10 M และพื้นที่หน้าตัด(A)  $0.52 \mu\text{m}^2$

วิธีทำ ให้นำค่าของ  $\sigma = 5.8 \times 10^5 (\Omega\text{-cm})^{-1}$

$$R = \frac{l}{\sigma A} = \frac{10}{(5.8 \times 10^5)(0.52 \times 10^{-6})} = 0.33 \Omega$$

ตารางที่ 1.1 ตารางเปรียบเทียบความต้านทานของสารกึ่งตัวนำ ตัวนำ และฉนวน

สาร	ชนิด	ความต้านทาน (โอห์ม/ลบ.ซม.)
เงิน	ตัวนำ	$10^{-5}$
ซิลิกอนบริสุทธิ์	สารกึ่งตัวนำ	$5 \times 10^4$
เยอรมันเนียมบริสุทธิ์	สารกึ่งตัวนำ	50
ไม้ก้ำ	ฉนวน	$10^{12}$

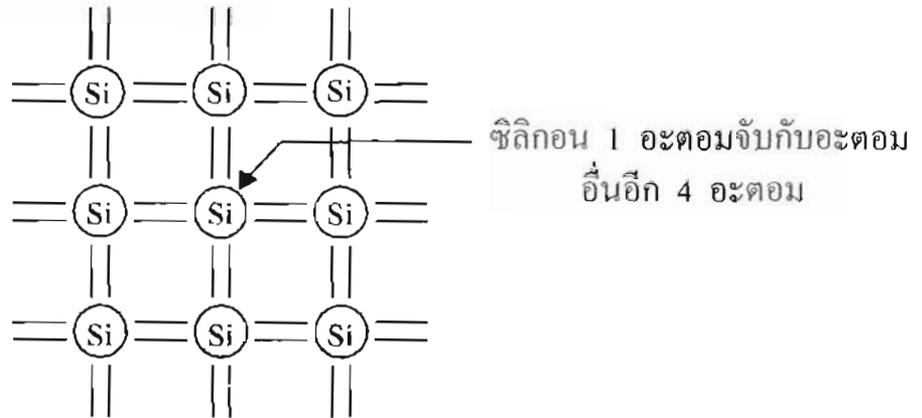
สารกึ่งตัวนำที่นิยมใช้ในการผลิตอุปกรณ์มีอยู่ 2 ชนิด คือ ซิลิกอน(Silicon) และเยอรมันเนียม(Germanium) การนำเอาสารกึ่งตัวนำมาใช้ในการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น จะต้องนำเอาสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ไปเติมสารอื่น เพื่อให้ได้คุณสมบัติทางไฟฟ้าตามที่ต้องการ

### 1.2.1 สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ (Intrinsic Semiconductor)

สารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มี 2 ชนิด คือ ซิลิกอนและเยอรมันเนียม โดยจะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 4 ตัว ในสภาวะปกติของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์จะอยู่ในรูปของผลึก(Crystal) เรียงตัวกันแบบเตตระฮีดรอล(Tetrahedral) อะตอม 1 อะตอมของสารกึ่งตัวนำจะจับกับอะตอมอื่นอีก 4 อะตอม การรวมตัวกันเป็นแบบโควาเลนต์(Covalent-Bond) คือใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน จึงเหมือนกับอะตอมหนึ่งของสารกึ่งตัวนำมีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 8 ตัว ประกอบด้วยวาเลนซ์อิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำ 4 ตัว ซึ่งเป็นอะตอมของสารกึ่งตัวนำอะตอมนั้น และวาเลนซ์อิเล็กตรอนอีก 4 ตัว จะใช้ร่วมกับอะตอมของสารกึ่งตัวนำอื่น ดังนั้นอิเล็กตรอนของ

สารกึ่งตัวนำจึงยึดติดแน่นกับอะตอมมาก เพราะมันรวมกันเป็นคู่ จึงไม่มีอิเล็กตรอนหลุดไปได้ สารกึ่งตัวนำจึงเป็นตัวนำไฟฟ้าที่เลว อย่างไรก็ตามเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อิเล็กตรอนได้รับพลังงานความร้อนจากภายนอก ก็จะหลุดจากอะตอมได้บ้าง ทำให้มีอิเล็กตรอนในแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำจึงนำไฟฟ้าได้ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะทำให้อิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่ได้มากขึ้น

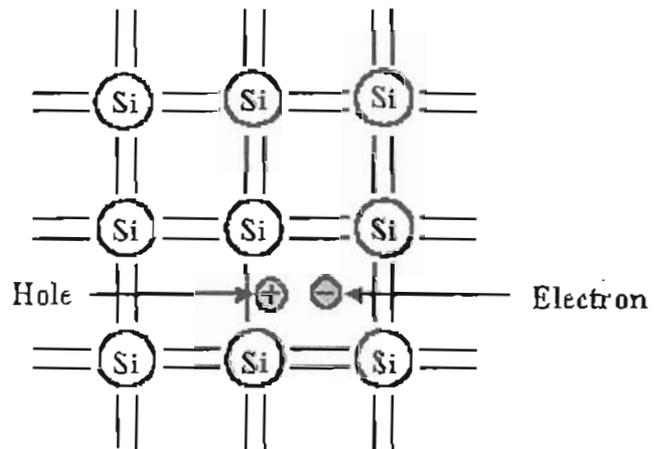
เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบายให้พิจารณารูปที่ 1.2 เป็นรูปแบบ 2 มิติของผลึกสารกึ่งตัวนำ โดยกำหนดว่าวงกลมแทนด้วยนิวเคลียส และอิเล็กตรอนในวงโคจรต่าง ๆ วาเลนซ์อิเล็กตรอนแทนด้วยเส้นตรง และ 1 ชิด คือ วาเลนซ์อิเล็กตรอน 1 ตัว



รูปที่ 1.2 รูปแบบ 2 มิติของผลึกซิลิกอน

เมื่ออิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมทำให้เกิดช่องว่างขึ้น อิเล็กตรอนจากที่อื่นสามารถเคลื่อนที่เข้ามาแทนได้ ช่องว่างที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า “โฮล”(Hole) เมื่ออิเล็กตรอนของอะตอมที่อยู่ใกล้เคียงได้รับพลังงานก็จะเคลื่อนที่มาแทนที่โฮล ทำให้อะตอมข้างเคียงขาดอิเล็กตรอน คือการเกิดโฮลขึ้น จึงเปรียบเสมือนว่าโฮลมีการเคลื่อนที่จากอะตอมเดิมไปยังอะตอมข้างเคียง

รูปที่ 1.3 การเกิดคู่อิเล็กตรอน-โฮล



### 1.2.2 สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ (Extrinsic Semiconductor)

ในการสร้างสารกึ่งตัวนำให้สามารถควบคุมสภาพความนำไฟฟ้า โดยให้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิน้อยที่สุดนั้น สามารถทำได้โดยการเติมสารเจือปน(Impurities)ลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ซึ่งสารเจือจะมี 2 ชนิด คือ สารเจือตัวให้(Doner)และสารเจือตัวรับ(Accepter) โดยสารทั้ง 2 ชนิด เป็นธาตุที่แสดงในตารางที่ 1.2 ซึ่งเป็นธาตุในตารางธาตุหมู่ที่ 3,4 และ 5 โดยธาตุหมู่ที่ 3 เป็นตัวรับ ส่วนธาตุหมู่ที่ 5 คือตัวให้ เมื่อเติมสารเจือปนลงไปแล้วจะได้สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์สองชนิด คือ สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและสารกึ่งตัวนำชนิดพี

ตารางที่ 1.2 ตารางแบ่งธาตุของธาตุในหมู่ต่าง ๆ

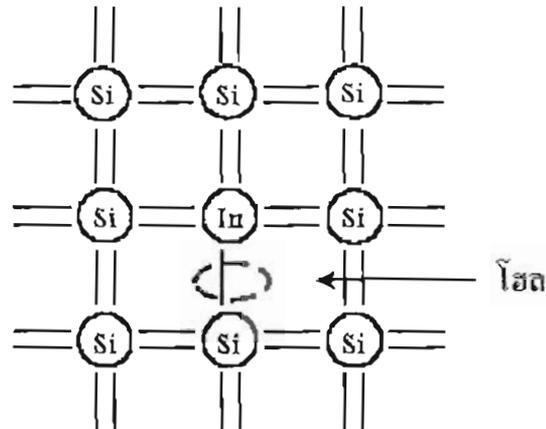
หมู่ที่ 3		หมู่ที่ 4		หมู่ที่ 5	
5	B	6	C	7	N
	โบรอน		คาร์บอน		ไนโตรเจน
	10.81		12.01		14.008
13	Al	14	Si	15	P
	อลูมิเนียม		ซิลิคอน		ฟอสฟอรัส
	26.98		28.59		31.02
31	Ga	32	Ge	33	As
	แกเลียม		เยอรมันเนียม		อาร์เซนิก
	69.72		72.60		74.91
49	In	50	Sn	51	Sb
	อินเดียม		ดีบุก		แอนติโมนี
	114.82		118.70		121.80

### 1.3 สารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น (P-type and N-type Semiconductor)

#### 1.3.1 สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-type Semiconductor)

สารกึ่งตัวนำชนิดพี คือ สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่ถูกเจือด้วยอะตอมที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว (ธาตุหมู่ที่ 3) อะตอมของสารเจือที่เติมลงไปจะเข้าไปรวมกับอะตอมสารกึ่งตัวนำ 4 อะตอม วาเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว ของอะตอมสารเจือจะรวมกันแบบโควาเลนต์กับวาเลนซ์อิเล็กตรอนของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ เมื่อรวมกันแล้วจะขาดไป 1 ตัว คือ ได้เพียง 7 ตัว (ดังแสดงใน

รูปที่ 1.4) จะเห็นว่าเกิดโฮลขึ้น โดยโฮลมีสถานะเป็นบวกทางไฟฟ้า แต่ก็ไม่ได้กล่าวว่โฮลเป็นประจุบวกเพียงแต่จะแสดงอำนาจทางไฟฟ้าเป็นประจุบวกนั่นเอง

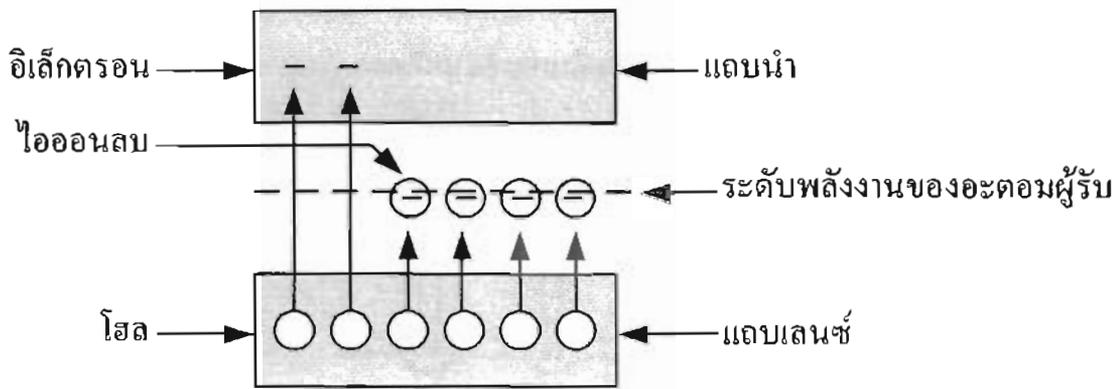


รูปที่ 1.4 โครงสร้างผลึกของสารกึ่งตัวนำชนิดพี

จากรูปที่ 1.4 จะเห็นว่าอะตอมของสารเจือปนที่รับเอาอิเล็กตรอนจากที่อื่นตลอดเวลา ซึ่งเรียกว่า อะตอมผู้รับ (Acceptor Atom)

อะตอมของสารเจือที่เติมลงไป เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนอะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์แล้วจะมีจำนวนน้อยกว่ามาก อะตอมของสารเจือที่เข้าไปแทนที่จึงมีลักษณะเหมือนอะตอมเดี่ยวที่ฝังอยู่ในผลึกของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ (ประมาณ 1 อะตอมของสารเจือต่อล้านอะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์)

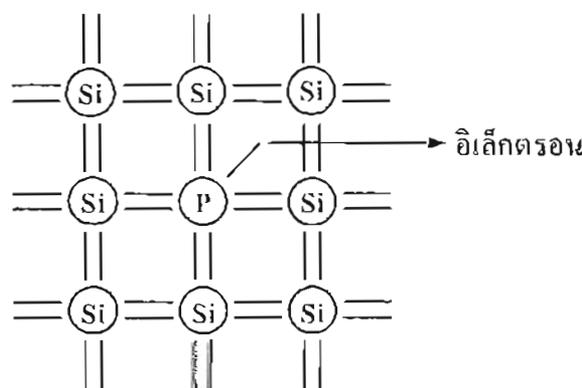
พิจารณาในแง่ของพลังงาน เมื่อเติมสารเจือที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัวลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ จะทำให้เกิดระดับพลังงานขึ้นในแถบห้าม เหลือแถบวาเลนซ์เพียงเล็กน้อย ดังนั้นอิเล็กตรอนจากแถบวาเลนซ์จึงสามารถเคลื่อนที่มายังระดับพลังงานนี้ได้ จึงทำให้แถบวาเลนซ์ขาดอิเล็กตรอน คือมีโฮลเกิดขึ้นมากมายตามจำนวนของอะตอมสารเจือ อะตอมของสารเจือเมื่อรับอิเล็กตรอนมาอีก 1 ตัว ก็มีประจุลบเพิ่ม จากสภาพเป็นกลางจึงเป็นไอออนลบจับตัวกับอะตอมสารกึ่งตัวนำ 4 อะตอม จึงเคลื่อนที่ไม่ได้และไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ ดังนั้น ในสารกึ่งตัวนำชนิดพีจึงมีโฮลในแถบวาเลนซ์เป็นพาหะส่วนใหญ่ (Majority Carrier) และมีอิเล็กตรอนในแถบนำเป็นพาหะส่วนน้อย (Minority Carrier)



รูปที่ 1.5 สารกึ่งตัวนำชนิดพีมีโฮลเป็นพาหะข้างมาก

1.3.2 สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-type Semiconductor)

สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น คือ สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่ถูกเจือด้วยอะตอมอื่นที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว (ธาตุในหมู่ที่ 5) อะตอมของสารเจือที่เติมลงไปนี้จะรวมกับอะตอมของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ 4 อะตอม จะเห็นได้ว่าเมื่อรวมกันแล้วดังรูปที่ 1.6 ก็จะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอนอีก 1 ตัวของสารเจือที่ไม่มีคู่ จึงสามารถหลุดจากอะตอมได้ง่าย กลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระได้ง่าย (Free Electron) ในกรณีที่เป็นซิลิกอนต้องการพลังงานประมาณ 0.05 อิเล็กตรอนโวลท์ (0.05 eV ; 1 eV =  $1.6 \times 10^{-19}$  J) จึงจะทำให้อิเล็กตรอน สามารถหลุดออกได้ เนื่องจากอะตอมของสารเจือสามารถให้อิเล็กตรอนได้จึงเรียกว่า อะตอมผู้ให้ (Donor Atom)

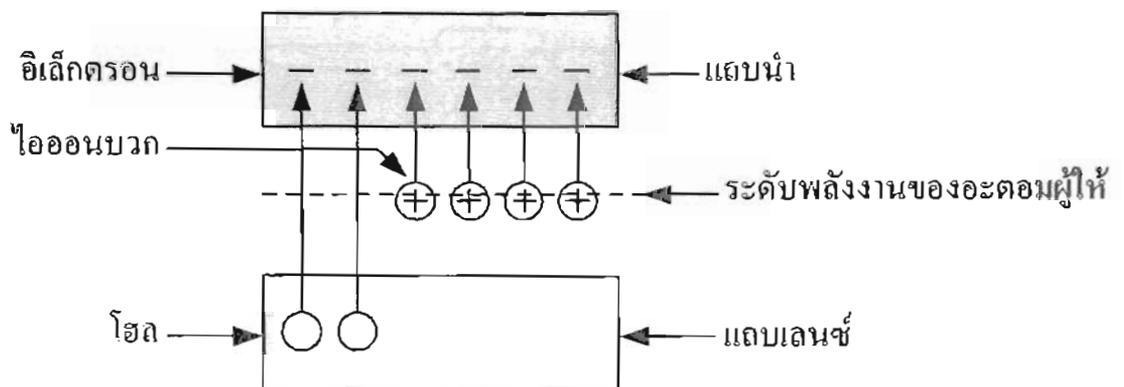


รูปที่ 1.6 โครงสร้างผลึกของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น

ระดับพลังงานของสารเจือจะไม่เกิดซ้ำซ้อนกับอะตอมอื่น ทำให้เกิดระดับ พลังงานของอะตอมเดี่ยวขึ้นในแถบห้าม (Forbidden Energy Band) ของสารกึ่งตัวนำ ระดับพลังงานที่เพิ่มขึ้นนี้

จะอยู่ใกล้กับแถบนำ(Conduction Energy Band) ดังนั้นอิเล็กตรอนของอะตอมสารเจือจึงสามารถเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในแถบนำของสารกึ่งตัวนำได้โดยง่าย ทำให้อิเล็กตรอนในแถบนำเพิ่มมากขึ้น สาเหตุที่เรียกสารกึ่งตัวนำชนิดนี้ ว่าชนิดเอ็น เพราะว่ามีอิเล็กตรอนซึ่งเป็นพาหะของประจุลบในแถบนำเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามในแถบวาเลนซ์ก็มีโฮลอยู่บ้าง เกิดจากการที่อิเล็กตรอนในแถบนำได้รับพลังงานแล้วเคลื่อนที่ข้ามแถบห้ามไปยังแถบนำ เมื่ออิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมสารเจือ อะตอมสารเจือมีสภาพเป็นบวก ไอออนบวกจับกับอะตอมสารกึ่งตัวนำ 4 อะตอม ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้จึงนำไฟฟ้าไม่ได้ ดังนั้นในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นจึงมีอิเล็กตรอนในแถบนำเป็นพาหะส่วนใหญ่(Majority Carrier) และมีโฮลในแถบวาเลนซ์เป็นพาหะส่วนน้อย(Minority Carrier)

สรุปได้ว่า สารกึ่งตัวนำชนิดพีเกิดจากการเจือสารเจือที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 3 ตัว โดยมีโฮลเป็นพาหะข้างมาก และมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างน้อย สำหรับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นเกิดจากการเจือสารเจือปที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว โดยมีโฮลเป็นพาหะข้างน้อย และมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะข้างมาก เมื่อนำเอาสารกึ่งตัวนำที่ไม่บริสุทธิ์ทั้ง 2 ชนิดมาเชื่อมต่อกัน จะได้ไดโอดสารกึ่งตัวนำ โดยจะกล่าวในหัวข้อต่อไป



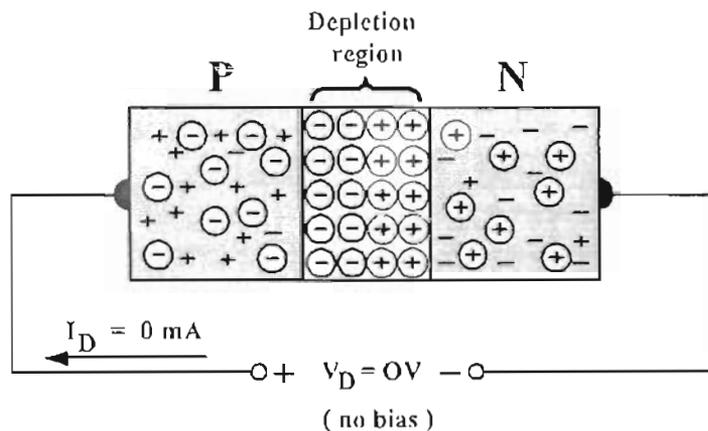
รูปที่ 1.7 สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นมีอิเล็กตรอนในแถบนำเป็นพาหะข้างมาก

### 1.3.3 รอยต่อพี-เอ็น (P-N Junction)

รอยต่อพี-เอ็นเกิดจากการได้ปด้วยสารเจือปนที่มีสารชนิดพีครึ่งหนึ่ง และอีกครึ่งหนึ่งเป็นสารชนิดเอ็น ด้วยกระบวนการที่เหมาะสมก็จะเกิดการแพร่ขึ้นอิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น จะเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปยังสารกึ่งตัวนำชนิดพี ขณะเดียวกันโฮลจากสารชนิดพีก็จะเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปยังสารชนิดเอ็น อิเล็กตรอนจะรวมตัวกับโฮลในสารกึ่งตัวนำชนิดพี ทำให้อะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดพีกลายเป็นไอออนลบ และอะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นก็จะมี

ประจุบวก เนื่องจากขาดอิเล็กตรอน พิจารณาดังรูปที่ 1.8 ประกอบ จะเห็นว่าทางบริเวณรอยต่อด้าน P จะมีอิเล็กตรอนสะสมมากขึ้น เมื่ออิเล็กตรอนมากพอ ก็จะผลักอิเล็กตรอนตัวอื่นไม่ให้เคลื่อนที่ข้ามรอยต่อมาได้อีก เช่นเดียวกับโฮลก็จะหยุดการเคลื่อนที่

ดังนั้นทั้งสองด้านของรอยต่อจึงมีไอออนบวกและไอออนลบสะสมอยู่ คล้ายกับเป็นแบตเตอรี่ชุดหนึ่งคอยขัดขวางไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและโฮล บริเวณรอยต่อซึ่งมีไอออนบวกและไอออนลบเรียกว่า ศีพลักษณ์ริเจียน(Depletion Region)หรือบริเวณปลอดพาหะๆนี้ จะกว้างหรือแคบขึ้นอยู่กับการเจือสารของสารกึ่งตัวนำ เมื่อมีความหนาแน่นของประจุต่างชนิดกันอยู่ห่างกันเป็นระยะทางหนึ่ง จะเกิดสนามไฟฟ้าระหว่างประจุทั้งสอง เมื่อมีสนามไฟฟ้าก็จะเกิดความต่างศักย์ขึ้นบริเวณปลอดพาหะ ศักย์ที่เกิดขึ้นตรงรอยต่อมีชื่อเรียกว่า โปเทนเชียลแบเรียเออร์ (Potential Barrier)ซึ่งเป็นศักย์ที่ขัดขวางการไหลของกระแส ในสารกึ่งตัวนำชนิดพีมีอิเล็กตรอนเป็นพาหะรอง เมื่อมีสนามไฟฟ้าเกิดขึ้นตรงรอยต่อสนามไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กตรอนในสารชนิดพีเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อ และโฮลในสารเอ็นเคลื่อนที่มายังสารพี จึงอาจกล่าวได้ว่าสนามไฟฟ้าทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของพาหะรอง



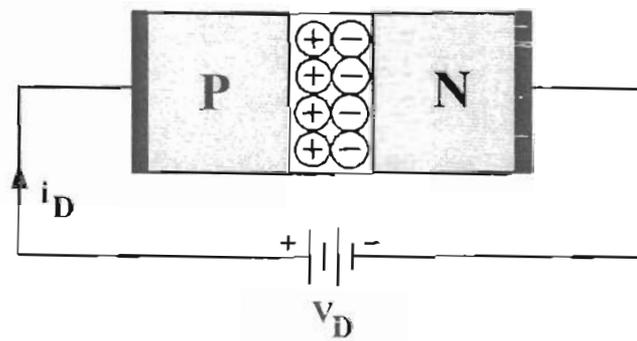
รูปที่ 1.8 สารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ที่ยังไม่ได้รับการไบอัส

#### 1.3.4 การไบอัสรอยต่อ P-N

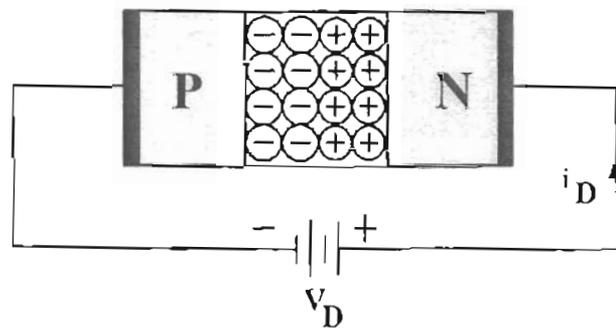
จากรูปรอยต่อ P-N ยังไม่ได้รับพลังงานจากภายนอก หรือจากแหล่งจ่าย ซึ่งเรียกว่า การไบอัส(Bias) เนื่องจากรอยต่อ P-N มี 2 ขั้ว การให้ไบอัสจึงสามารถทำได้ 2 วิธี คือ ไบอัสตรง และ การไบอัสกลับ จากพื้นฐานของรอยต่อ P-N นี้ เป็นแนวทางในการนำมาใช้สร้างไดโอดต่อไป

### 1.3.4.1 การไบอัสตรง (Forward Bias)

การไบอัสตรง คือ การต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่ให้กับสารกึ่งตัวนำชนิด P และต่อขั้วลบให้กับสารกึ่งตัวนำชนิด N ดังรูปที่ 1.9(ก) จากรูปขั้วบวกต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด P แรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะหักล้างกับโพเทนเชียลแบริเออร์ ทำให้โพเทนเชียลแบริเออร์มีค่าลดลง พาหะจึงสามารถเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อได้ ถ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่มากกว่าโพเทนเชียลแบริเออร์จึงเกิดการไหลของกระแสผ่านรอยต่อได้



ก. การให้ไบอัสตรง



ข. การให้ไบอัสกลับ

รูปที่ 1.9 รอยต่อที่ได้รับการไบอัส

### 1.3.4.2 การไบอัสกลับ (Reverse Bias)

การไบอัสกลับ คือ การต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่ให้กับสารกึ่งตัวนำชนิด N และต่อขั้วลบให้กับสารกึ่งตัวนำชนิด P ดังรูปที่ 1.9(ข) จะเห็นว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะไปเสริมกับโพเทนเชียลแบริเออร์ ทำให้โพเทนเชียลแบริเออร์มีค่าเพิ่มขึ้น พาหะหลักไม่สามารถเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อได้ อย่างไรก็ตามในสารกึ่งตัวนำชนิด P มีอิเล็กตรอนเป็นพาหะรอง อิเล็กตรอนถูกผลักโดยขั้วลบของแบตเตอรี่ ทำให้สามารถเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อได้ จึงเกิดการไหลของกระแสเนื่องจากพาหะรอง ปริมาณการไหลของกระแสขึ้นอยู่กับจำนวนพาหะรอง ซึ่งเกิดจาก

พลังงานความร้อนถ้าอุณหภูมิสูงกระแสจะมากขึ้นด้วย อุณหภูมิต่ำกระแสจะน้อยลง กระแส  
เนื่องจากพาหะรองนี้เรียกว่า กระแสย้อนกลับอิ่มตัว(Reverse Saturation Current)

.....

## ใบรายการถาม-ตอบ

ลำดับขั้น	แนวคำถาม	แนวคำตอบ
จุดประสงค์ที่ 1	อะตอมหมายถึงอะไร	โมเลกุลเป็นส่วนที่เล็กที่สุดของสสาร
จุดประสงค์ที่ 2	ปกติแล้วอะตอมมีการเคลื่อนที่แบบใด	จะมีการโคจรรอบนิวเคลียส
จุดประสงค์ที่ 3	สารกึ่งตัวนำมีคุณสมบัติอย่างไร	เป็นสารที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างตัวนำและฉนวน เช่น ซิลิกอน เยอรมันเนียม เทลลูเรียม เป็นต้น
จุดประสงค์ที่ 6	เปรียบเทียบคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิดอื่น และชนิดพี ว่าเป็นอย่างไร	สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น เป็นสารกึ่งตัวนำที่เกิดจากการจับตัวของอะตอมซิลิกอนกับอะตอมของสารหนู ทำให้มีอิเล็กตรอนเกินขึ้นมา 1 ตัว สารกึ่งตัวนำชนิดพี เป็นสารกึ่งตัวนำที่เกิดจากการจับตัวของอะตอมซิลิกอนกับอะตอมของอะลูมิเนียม ทำให้เกิดที่ว่างซึ่งเรียกว่า โฮล (Hole) ขึ้นในแขนร่วมของอิเล็กตรอน

**แบบฝึกหัด**  
**บทที่ 1 สารกึ่งตัวนำ**

**คำสั่ง** จงเขียนเครื่องหมาย "X" ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. วัสดุที่อยู่ในจำพวกสารกึ่งตัวนำ คือ ข้อใด
 

ก. อาเซนิก	ข. แกลเลียม
ค. อินเดียม	ง. เยอรมันเนียม
2. การผลิตสารกึ่งตัวนำชนิดอื่นต้องเติมธาตุเจือปนอะไรลงไป
 

ก. อะลูมิเนียม	ข. โบรมีน
ค. ฟอสฟอรัส	ง. โคบอลต์
3. สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์หมายถึงข้อใด
  - ก. เป็นธาตุกึ่งตัวนำที่ยังไม่ได้เติมสารเจือปนใด ๆ
  - ข. เป็นธาตุที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ 8 ตัว
  - ค. เป็นธาตุที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว
  - ง. เป็นธาตุซิลิคอนหรือธาตุเยอรมันเนียมบริสุทธิ์มาเติมธาตุเจือปนลงไป
4. สารกึ่งตัวนำที่นิยมไปทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์คือธาตุใด
 

ก. ธาตุเหล็ก	ข. ธาตุเยอรมันเนียม
ค. ธาตุฟอสฟอรัส	ง. ธาตุแคลเซียม
5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์
  - ก. มีการเติมธาตุลงไปเจือปน
  - ข. ใช้ธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว
  - ค. ธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 5 ตัว
  - ง. ถูกทุกข้อ
6. คำว่าอัตราส่วน  $10^8 : 1$  หมายถึงอะไร
  - ก. ธาตุกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ 1 ส่วนต่อสารเจือปน 8 ส่วน
  - ข. ธาตุกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ 8 ส่วนต่อสารเจือปน 1 ส่วน
  - ค. ธาตุกึ่งตัวนำบริสุทธิ์  $10^8$  ส่วนต่อสารเจือปน 8 ส่วน
  - ง. ธาตุกึ่งตัวนำบริสุทธิ์  $10^8$  ส่วนต่อสารเจือปน 1 ส่วน

7. อิเล็กตรอนอิสระหมายถึงอะไร
- ก. แสดงประจุเป็นลบ
  - ข. เป็นอิเล็กตรอนที่อยู่ในวงโคจรในสุด
  - ค. แสดงประจุเป็นบวก
  - ง. เป็นอิเล็กตรอนที่จับตัวกับอะตอม
8. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น จะมีการเติมสารเจือปนที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนกี่ตัว
- ก. 4 ตัว
  - ข. 5 ตัว
  - ค. 6 ตัว
  - ง. 7 ตัว
9. ส่วนที่เป็นช่องว่าง ในสารกึ่งตัวนำชนิด พี เรียกว่าอะไร
- ก. อิเล็กตรอนอิสระ
  - ข. ช่องว่าง
  - ค. โฮล
  - ง. ไม่มีข้อถูก
10. ธาตุชนิดใดที่เจือปนอยู่ในสารกึ่งตัวนำชนิดพี
- ก. โบรอน
  - ข. ฟอสฟอรัส
  - ค. อานซนิก
  - ง. แคลคเมียม
- .....

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชา พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 336152 เวลา 90 นาที

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

- คำสั่ง**
- ห้ามนำเอกสารหรือหนังสือเข้าห้องสอบ
  - ตอนที่ 1 เลือกคำตอบที่ต้อง เพียงข้อเดียว
  - จงเขียนเครื่องหมาย "X" ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- ธาตุที่อยู่ในจำพวกสารกึ่งตัวนำ คือ ข้อใด
 

ก. อาเซนิก	ข. แกลเลียม
ค. อินเดียม	ง. เยอรมันเนียม
  - การผลิตสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นต้องเติมธาตุเจือปนอะไรลงไป
 

ก. อะลูมิเนียม	ข. โบมีน
ค. ฟอสฟอรัส	ง. โคบอลต์
  - สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์หมายถึงข้อใด
 

ก. เป็นธาตุกึ่งตัวนำที่ยังไม่ได้เติมสารเจือปนใด ๆ
ข. เป็นธาตุที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ 8 ตัว
ค. เป็นธาตุที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว
ง. เป็นธาตุซิลิคอนหรือธาตุเยอรมันเนียมบริสุทธิ์มาเติมธาตุเจือปนลงไป
  - สารกึ่งตัวนำที่นิยมไปทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์คือธาตุใด
 

ก. ธาตุเหล็ก	ข. ธาตุเยอรมันเนียม
ค. ธาตุฟอสฟอรัส	ง. ธาตุแคลเซียม
  - ข้อใดต่อไปนี้เป็นสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์
 

ก. มีการเติมธาตุลงไปเจือปน
ข. ใช้ธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 3 ตัว
ค. ธาตุเจือปนที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 5 ตัว
ง. ถูกทุกข้อ
  - คำว่าอัตราส่วน  $10^8 : 1$  หมายถึงอะไร
 

ก. ธาตุกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ 1 ส่วนต่อสารเจือปน 8 ส่วน
ข. ธาตุกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ 8 ส่วนต่อสารเจือปน 1 ส่วน
ค. ธาตุกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ $10^8$ ส่วนต่อสารเจือปน 8 ส่วน
ง. ธาตุกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ $10^8$ ส่วนต่อสารเจือปน 1 ส่วน

7. อิเล็กตรอนอิสระหมายถึงอะไร

- ก. แสดงประจุเป็นลบ
- ข. เป็นอิเล็กตรอนที่อยู่ในวงโคจรในสุด
- ค. แสดงประจุเป็นบวก
- ง. เป็นอิเล็กตรอนที่จับตัวกับอะตอม

8. สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น จะมีการเติมสารเจือปนที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนกี่ตัว

- ก. 4 ตัว
- ข. 5 ตัว
- ค. 6 ตัว
- ง. 7 ตัว

9. ส่วนที่เป็นช่องว่าง ในสารกึ่งตัวนำชนิด พี เรียกว่าอะไร

- ก. อิเล็กตรอนอิสระ
- ข. ช่องว่าง
- ค. โฮล
- ง. ไม่มีข้อถูก

10. ธาตุชนิดใดที่เจือปนอยู่ในสารกึ่งตัวนำชนิดพี

- ก. โบรอน
- ข. ฟอสฟอรัส
- ค. อาเซนิก
- ง. แคลคเมียม

11. ข้อใดคือคำจำกัดความของไดโอด

- ก. เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่นำเอาสารพีและสารเอ็นมาต่อเข้าด้วยกัน
- ข. เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการจ่ายแรงดันให้กับอุปกรณ์ทางไฟฟ้า
- ค. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมแรงดันภายในวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์
- ง. เป็นอุปกรณ์ที่ยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว

12. ไดโอดประกอบด้วยกี่ขั้ว

- ก. 1 ขั้ว
- ข. 2 ขั้ว
- ค. 3 ขั้ว
- ง. 4 ขั้ว

13. ไดโอดในทางอุดมคติเปรียบเสมือนอุปกรณ์ใด

- ก. หม้อแปลง
- ข. ความต้านทาน
- ค. สวิตช์เปิดปิด
- ง. ขดลวด

14. เมื่อไดโอดได้รับการไบอัสตรง จะมีผลอย่างไร

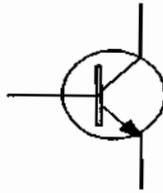
- ก. กระแสไหลผ่านไดโอด
- ข. กระแสไม่ไหลผ่าน
- ค. เกิดค่าความต้านทานสูง
- ง. เกิดแรงดันตกคร่อมไดโอดมากขึ้น



25. โครงสร้างภายนอกทรานซิสเตอร์มีไว้เพื่ออะไร

- ก. ป้องกันโครงสร้างภายใน ระบายความร้อนและค้ำยันขา
- ข. สวยงาม ค้ำยันขาและระบายความร้อน
- ค. ป้องกันโครงสร้างภายใน ระบายความร้อนและระบายความร้อนของทรานซิสเตอร์
- ง. ระบายความร้อนของทรานซิสเตอร์

26. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ชนิดใด



- ก. NPN
- ข. PNP
- ค. NNP
- ง. PNN

27. ข้อใดเป็นการจ่ายไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ได้ถูกต้อง

- ก. จ่ายไบอัสตรงให้ขา C กับขา B
- ข. จ่ายไบอัสกลับให้ขา B กับขา C
- ค. จ่ายไบอัสกลับให้ขา E กับขา B
- ง. จ่ายไบอัสตรงให้ขา B กับขา E

28. ทรานซิสเตอร์ที่ขึ้นต้นด้วย 2 SA หรือ A มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. เป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ใช้ในความถี่ต่ำ
- ข. เป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ใช้ในความถี่สูง
- ค. เป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ใช้ในความถี่ต่ำ
- ง. เป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ใช้ในความถี่สูง

29. เจเฟตย่อมาจากคำว่าอะไร

- ก. Junction Field Effect Resistor
- ข. Junction Field Effect Transistor
- ค. Junction Effect Resistor
- ง. Junction Effect Transistor

30. เจเฟตมีกี่ชนิด

- ก. 1 ชนิด
- ข. 2 ชนิด
- ค. 3 ชนิด
- ง. 4 ชนิด

## 31. ข้อใดคือคุณสมบัติของเจฟต

- ก. มีอินพุตอิมพีแดนซ์ที่ต่ำมาก
- ข. ใช้สนามไฟฟ้าควบคุมการไหลของกระแสที่ผ่านตัวมัน
- ค. เจฟตชนิด N แชนแนลขาเดรนจะต้องต่อกับแรงดันที่มีค่าต่ำกว่าขาซอร์สและขาเกต
- ง. เจฟตชนิด P แชนแนลขาเดรนจะต้องต่อกับแรงดันที่มีค่าสูงกว่าขาซอร์สและขาเกต

## 32. เจฟตชนิดเอ็นแชนแนล สารเอ็นต่ออยู่กับขาใด

- ก. ขาเกต
- ข. ขาเดรน
- ค. ขาซอร์ส
- ง. ขาเกตและขาเดรน

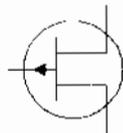
## 33. เจฟตชนิดพีแชนแนล สารเอ็นต่ออยู่กับขาใด

- ก. ขาเกต
- ข. ขาเดรน
- ค. ขาซอร์ส
- ง. ขาเกตและขาเดรน

## 34. ถ้าจะควบคุมกระแสเดรนที่ไหลผ่านเจฟตจะต้องทำอย่างไร

- ก. ควบคุมแรงดันไบอัสตรงที่ซอร์สของเจฟต
- ข. ควบคุมแรงดันไบอัสกลับที่ซอร์สของเจฟต
- ค. ควบคุมแรงดันไบอัสตรงที่เกตของเจฟต
- ง. ควบคุมแรงดันไบอัสกลับที่เกตของเจฟต

## 35. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของเจฟตชนิดอะไร



- ก. เจฟตเอ็นแชนแนล
- ข. เจฟตพีแชนแนล
- ค. มอสเฟตเอ็นแชนแนล
- ง. มอสเฟตพีแชนแนล

## 36. เจฟตจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ

- ก. ให้ไบอัสที่ขาเดรน
- ข. ให้ไบอัสที่ขาเกต
- ค. ให้ไบอัสที่ขาซอร์ส
- ง. ถูกทุกข้อ

## 37. เจฟตและมอสเฟตแตกต่างกันอย่างไร

- ก. การจ่ายไบอัส
- ข. โครงสร้างภายนอก
- ค. โครงสร้างภายใน
- ง. แรงดันใช้งาน

38. คีโมสเฟตทำงานได้กี่สถานะ

ก. 1 สถานะ

ข. 2 สถานะ

ค. 3 สถานะ

ง. 4 สถานะ

39. ค่าความต้านทานที่เกิดกับซอร์ส หรือเกิดกับแคปซูลจะมีคุณสมบัติเหมือนอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์แบบใด

ก. ไดโอด

ข. คาปาซิเตอร์

ค. ตัวต้านทาน

ง. ขดลวด

40. ถ้าวัดค่าความต้านทานแล้ว ขาร่วมมีศักย์เป็นบวกแสดงว่าเป็นเจฟต์ชนิดใด

ก. เอ็นแซนแนล

ข. พีแซนแนล

ค. ดีแซนแนล

ง. ระบุไม่ได้

41. หากทำการวัดคีโมสเฟต ด้วยวิธีการไบอัสกระแสตรงจะมีการวัดคล้ายกับทรานซิสเตอร์ชนิดใด

ก. เจฟต์

ข. มอสเฟต

ค. เจฟต์ชนิดพีแซนแนล

ง. เจฟต์ชนิดเอ็นแซนแนล

42. เอสซีอาร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทใด

ก. เฟต

ข. ไทริสเตอร์

ค. ทรานซิสเตอร์

ง. ไอซี

43. เอสซีอาร์ต่างจากไดโอดธรรมดาอย่างไร

ก. เอสซีอาร์นำกระแสได้ทิศทางเดียว

ข. เอสซีอาร์สามารถใช้กับไฟกระแสตรงได้

ค. เอสซีอาร์มีการเรียงกระแสที่ควบคุมได้

ง. เอสซีอาร์นำกระแสได้สองทาง

44. การที่จะทำให้เอสซีอาร์หยุดนำกระแสได้จะต้องทำอย่างไร

ก. ลดค่ากระแสอาโนดให้ต่ำกว่ากระแสค้าง

ข. ลดค่ากระแสอาโนดให้ต่ำกว่ากระแสโหลด

ค. ลดค่ากระแสอาโนดให้ต่ำกว่ากระแสยึด

ง. ลดค่ากระแสเกตให้ต่ำกว่ากระแสแอสเอาโนด

45. การตรวจสอบ เอสซีอาร์ เพื่อทราบว่าดีหรือเสีย ควรทำอย่างไร
- ก. ทดสอบการจุดชนวนและกระแสดัด  
 ข. วัดกระแสรั่วไหลระหว่างขา G กับ A  
 ค. วัดกระแสรั่วไหลระหว่างขา A กับ K  
 ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข.
46. การจุดชนวนเอสซีอาร์ต้องป้อนศักย์ไฟฟ้าที่ขาต่าง ๆ อย่างไร
- ก. A และ K เป็นลบ G เป็นบวก  
 ข. A และ G เป็นลบ K เป็นบวก  
 ค. A และ G เป็นบวก K เป็นลบ  
 ง. A และ K เป็นบวก G เป็นลบ
47. การวัดกระแสรั่วไหลของเอสซีอาร์ควรใช้โอห์มมิเตอร์สเกลใด
- ก.  $R \times 1 K\Omega$   
 ข.  $R \times 1$   
 ค.  $R \times 10 K\Omega$   
 ง.  $R \times 10$
48. การให้ไบอัสโทรแอกนำกระแสขั้วใดกล่าวไม่ถูกต้อง
- ก. จ่ายไฟบวกให้กับ A2 จ่ายไฟลบให้ A1 และจ่ายไฟลบให้ G  
 ข. จ่ายไฟลบให้กับ A2 จ่ายไฟบวกให้ A1 และจ่ายไฟลบให้ G  
 ค. จ่ายไฟบวกให้กับ A2 จ่ายไฟลบให้ A1 และจ่ายไฟบวกให้ G  
 ง. จ่ายไฟลบให้กับ A2 จ่ายไฟลบให้ A1 และจ่ายไฟบวกให้ G
49. ค่าความต้านทานของไฟโต้ไดโอดจะมีค่าเท่าใดในขณะแสงปกติ
- ก. ประมาณ  $1\Omega - 100\Omega$   
 ข. ประมาณ  $1k\Omega - 10k\Omega$   
 ค. ประมาณ  $1M\Omega - 10M\Omega$   
 ง. เป็นอนันต์
50. ข้อดีของการทำให้ ช่วงดีพลีชั่นห่างมากขึ้น คือข้อใด
- ก. อิเล็กตรอนกระจายได้มากขึ้น  
 ข. รับพลังงานแสงได้ดีขึ้น  
 ค. ได้ผลตอบสนองดีขึ้น  
 ง. ทนกระแสได้สูงขึ้น
51. ไฟโต้ทรานซิสเตอร์มีชื่อเรียกอีกอย่างว่าอะไร
- ก. ไฟโต้เซลล์  
 ข. ทรานซิสเตอร์พลังงานแสง  
 ค. ไฟโต้แสง  
 ง. ไฟโต้รีซิสเตอร์
52. พื้นที่ไวแสงของไฟโต้ทรานซิสเตอร์คือขาคู่ใด
- ก. ขาเบส กับ ขาคอลเลกเตอร์  
 ข. ขาเบส กับ ขาอิมิตเตอร์  
 ค. ขาคอลเลกเตอร์ กับ ขาอิมิตเตอร์  
 ง. ขาอิมิตเตอร์ กับ กราวด์

53. ถ้า  $h_{FE}$  มีอัตราขยายสูง จะมีผลอย่างไร
- ก. จะทำให้รอยต่อ PN เพิ่มมากขึ้น
  - ข. จะทำให้รอยต่อ PN ลดน้อยลง
  - ค. จะทำให้ผลตอบสนองต่อความไวของแสงเพิ่มมากขึ้น
  - ง. จะทำให้ผลตอบสนองต่อความไวของแสงลดน้อยลง
54. อินพุตของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง คือข้อใด
- ก. แอลอีดี
  - ข. แอลอีดี
  - ค. โฟโอดีทรานซิสเตอร์
  - ง. โฟโอดีไดโอด
55. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงทำหน้าที่อะไร
- ก. เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
  - ข. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง
  - ค. เปลี่ยนความเข้มของแสงเป็นความต้านทาน
  - ง. ถูกทุกข้อ
56. ข้อใดไม่ใช่ข้อปฏิบัติเอาต์พุตของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง
- ก. โฟโอดีทรานซิสเตอร์
  - ข. โฟโอดีไดโอด
  - ค. โฟโอดีคาร์ลิ่งตัน
  - ง. แอลอีดีอินฟราเรด
57. อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงนำไปใช้ในวงจรไฟฟ้าประเภทใด
- ก. แรงดันไฟต่ำไปควบคุมไฟต่ำ
  - ข. วงจรไฟสูงไปควบคุมไฟต่ำ
  - ค. แรงดันไฟต่ำไปควบคุมไฟสูง
  - ง. แรงดันไฟสูงไปควบคุมไฟสูง
58. CTR คือ ข้อใด
- ก. อัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุตและกระแสเอาต์พุต
  - ข. อัตราส่วนระหว่างกระแส  $R_C$  และกระแส  $R_E$
  - ค. อัตราส่วนระหว่างกระแส  $R_B$  และกระแส  $R_E$
  - ง. อัตราส่วนระหว่างกระแส  $R_C$  และกระแส  $R_E$
59. ข้อใดคือคุณสมบัติของออปแอมป์
- ก. มีอัตราขยายอนันต์
  - ข. มีอินพุตอิมพีแดนซ์เป็นอนันต์
  - ค. มีเอาต์พุตอิมพีแดนซ์เป็นอนันต์
  - ง. ถูกทุกข้อ
60. ออปแอมป์ตอบสนองความถี่ที่เท่าใด
- ก. 0 Hz – 1 kHz
  - ข. 0 Hz – 10 kHz
  - ค. 0 Hz – 1 MHz
  - ง. 0 Hz –  $\infty$

61. ข้อใดคือ ข้อดีของออปแอมป์

- ก. สามารถขยายสัญญาณได้ทั้งไฟกระแสสลับและกระแสไฟตรง
- ข. สามารถขยายสัญญาณไฟกระแสสลับได้สูง
- ค. สามารถขยายสัญญาณไฟกระแสตรงได้สูง
- ง. สามารถขยายสัญญาณได้กว้าง

62. ออปแอมป์มีความแตกต่างจากไอซีลิเนียร์โดยทั่วไป คือ ข้อใด

- ก. ออปแอมป์ มีอินพุต 1 ทาง เอาต์พุต 1 ทาง
- ข. ออปแอมป์ มีอินพุต 2 ทาง เอาต์พุต 1 ทาง
- ค. ออปแอมป์ มีอินพุต 1 ทาง เอาต์พุต 2 ทาง
- ง. ออปแอมป์ มีอินพุต 2 ทาง เอาต์พุต 2 ทาง

63. เราสามารถนำเอาออปแอมป์มาใช้ขยายสัญญาณได้กี่ แบบ

- ก. 2 แบบ
- ข. 3 แบบ
- ค. 4 แบบ
- ง. 5 แบบ

64. วงจรขยายออปแอมป์แบบกลับเฟสเป็นอย่างไร

- ก. มีการป้อนกลับสัญญาณเข้าทางขาอินเวอร์ตติ้งอินพุต
- ข. มีการป้อนสัญญาณไฟสลับควบคุมเฟส
- ค. มีการป้อนสัญญาณไฟตรงให้กับ R1
- ง. ใช้ R3 ควบคุมเฟส

65. วงจรขยายออปแอมป์แบบไม่กลับเฟสเป็นอย่างไร

- ก. ป้อนสัญญาณเข้าที่ขาอินเวอร์ตติ้ง
- ข. ป้อนสัญญาณเข้าที่ขาอนอินเวอร์ตติ้ง
- ค. ป้อนสัญญาณเข้าทั้งขาอินเวอร์ตติ้งและขาอนอินเวอร์ตติ้ง
- ง. ใช้ R3 ควบคุมเฟส

66. เลขฐานสิบประกอบด้วยจำนวนตัวเลขกี่ตัว

- ก. 8 ตัว
- ข. 9 ตัว
- ค. 10 ตัว
- ง. 11 ตัว

67. ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

- ก. เลขฐานสองประกอบด้วยเลข 0 กับ 1
- ข. เลขฐานสองมีค่าเพียงค่าเดียว
- ค. เลขฐานสองประกอบด้วยเลข 1 กับ 2
- ง. ไม่มีข้อถูก

68. 10110 ข้อใดต่อไปนี้เป็นเลขฐานสิบ

- ก. 29
- ข. 28
- ค. 22
- ง. 21

69. จากเลขฐานสิบ 45 สามารถแปลงเป็นเลขฐานสองได้ดังข้อใด

- ก. 101101
- ข. 101100
- ค. 111001
- ง. 111100

70. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. รหัส BCD เป็นรหัสที่ใช้กันบ่อยมีตัวเลขทั้งสิ้น 10 ตัวเริ่มตั้งแต่ 0000 - 1001
- ข. รหัสหมายถึงสัญลักษณ์ที่ใช้แทนข้อมูล
- ค. ลักษณะเป็นตัวเลขฐานสองคือมี 0 และ 1
- ง. ถูกทุกข้อ

71. พาริตีบิตคืออะไร

- ก. บิต
- ข. ไบท์
- ค. เมกกะ
- ง. กิกะ

72. รหัสเกิน 3 เป็นรหัสที่ดัดแปลงมาจากอะไร

- ก. รหัสเกรย์
- ข. รหัสแอสกี
- ค. รหัส BCD
- ง. รหัสเอ็ชซีดิก

73. เทคโนโลยีการใช้รหัส หมายถึงข้อใด

- ก. การทำให้ข้อมูลที่จะนำส่งผ่านไปทางเครือข่ายอยู่ในรูปแบบที่ไม่สามารถอ่านออกได้ด้วย
- ข. เป็นการใช้รหัส BCD เป็นรหัสที่ใช้กันบ่อยมีตัวเลขทั้งสิ้น 10 ตัวเริ่มตั้งแต่ 0000 - 1001
- ค. เป็นมาตรฐานที่นิยมใช้กันมากในระบบคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่คำว่า ASCII
- ง. เป็นระบบการตรวจจับสัญญาณด้วยแสง หรือระบบที่ทำด้วยแกนหมุนทางกลไก เพื่อบอกตำแหน่งของเพลลาหมุน

74. การบวกเลขฐานสามารถอาศัยหลักการบวกแบบใด

ก. แบบเลขฐานสอง

ข. แบบเลขฐานสิบ

ค. แบบเลขฐานแปด

ง. แบบเลขฐานสิบหก

75. การลบเลขฐานแตกต่างกับการลบเลขฐานสิบอย่างไร

ก. มีตัวทด

ข. ไม่มีการยืมค่า

ค. มีการยืมค่า

ง. ไม่มีข้อถูก

76.  $101 + 100$  มีค่าเท่าใด

ก. 100001

ข. 01001

ค. 001001

ง. 10001

77.  $1000 - 0101$  มีค่าเท่าใด เมื่อใช้หลักการของการคอมพลิเมนต์เลขฐาน

ก. 0000 0011

ข. 1111 0001

ค. 0000 0101

ง. 1000 0101

78.  $0101 - 1000$  มีค่าเท่าใด เมื่อใช้หลักการของการคอมพลิเมนต์เลขฐาน

ก. 0000 0011

ข. 1111 0001

ค. 1000 0101

ง. 1000 0011

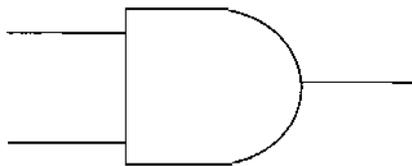
79. สัญลักษณ์ต่อไปนี้ เป็นสัญลักษณ์ของเกตชนิดใด

ก. แอนด์เกต

ข. ออร์เกต

ค. นีตเกต

ง. แนนต์เกต



80. แนนต์เกตเกิดจากเกตชนิดใดรวมกัน

ก. แอนด์เกตกับออร์เกต

ข. แอนด์เกตกับนีตเกต

ค. นีตเกต 2 ตัว

ง. ออร์เกตกับนีตเกต

81. สัญญาณเอาต์พุตของแอนด์เกตเป็น 1 ก็ต่อเมื่ออยู่ในภาวะใด

ก. สัญญาณอินพุตเป็น 0 กับ 1

ข. สัญญาณอินพุตเป็น 0

ค. สัญญาณอินพุตเป็น 1 กับ 1

ง. ไม่มีสัญญาณใดเข้ามาเลย





## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายวุฒิพงษ์ พนาวารางกูร  
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาพื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์  
 อุตสาหกรรม (336152) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ  
 เทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ พ.ศ. 2547 วิทยาลัยเทคโนโลยี  
 อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
 สาขาวิชา : ไฟฟ้า

### ประวัติ

ประวัติส่วนตัวภูมิลำเนา เลขที่ 7 ถนน ฉ.นคร ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000  
 ประวัติการศึกษา

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคยะลา  
 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์  
 วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่  
 ระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา มหาวิทยาลัย  
 ราชภัฏสวนสุนันทา  
 ระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

### ประวัติการทำงาน

บริษัทวิทยาสรม จำกัด  
 บริษัทไทยสงวนวิศวกรรม จำกัด  
 บริษัทซีวณดิษฐ์ประเทศไทยจำกัด  
 บริษัทเซลล์ ประเทศไทยจำกัด  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้  
 ปัจจุบันพนักงานมหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ