



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชานิวแมติกส์
และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
โดย นายภาคภูมิ โลหะเนตร

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

26 กุมภาพันธ์ 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษมันต์ วัฒนานรงค์)

กรรมการ

(อาจารย์ธีรพงษ์ วิริยานนท์)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ จันทร์ตระกูล)

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

นายภาคภูมิ โลหะเนตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายภาณุภูมิ โลหะเนตร
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา
นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง
สาขาวิชา : เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษมันต์ วัฒนานรงค์
อาจารย์ ชีรพงษ์ วิริยานนท์
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม จำนวน 66 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน กลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ และกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ มาคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตร KW-CAI สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ t-test ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.3 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80 เปอร์เซนต์ และกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าผู้เรียนที่เรียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 199 หน้า)

คำสำคัญ : คอมพิวเตอร์ช่วยสอน, นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

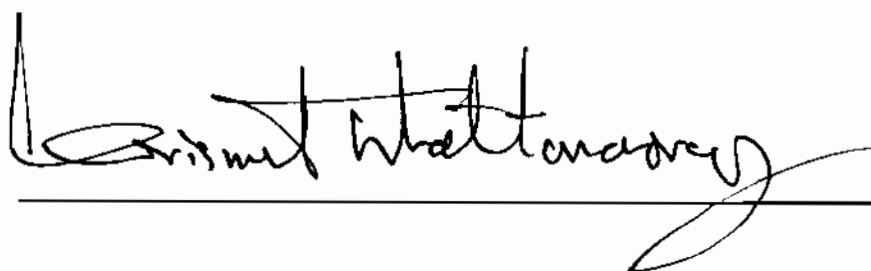
Name : Mr. Parkpoom Lohanate
Thesis Title : A Development and Efficiency Validation of a Computer-Assisted Instruction Program in Teaching "Pneumatic and Hydraulics" for Students in Vocational Higher Certificate Programs
Major Field : Technical Education Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Associate Professor Dr. Krismant Whattananarong
Mr. Theerapong Wiriyanon
Academic Year : 2006

Abstract

The purpose of this study was to develop and validate the efficiency of a computer-assisted instruction program in teaching "Pneumatic and Hydraulics" for students in vocational higher certificate programs. The subjects of the study were 66 second-year students majoring in "Automotive" at Siam Institute of Technology. The subjects were divided into 2 groups; a control group and an experiment group. The control group was taught by usual instruction while the experiment group was taught by the developed CAI lesson. The students' scores obtained from the exercises and the test were used to validate the efficiency of the lesson by applying the KW-CAI formula, arithmetic mean, standard deviation, and a t -test statistic. It was found that the efficiency of the developed CAI lesson was 82.3 % which was higher than the standard criteria of 80%. The comparison of both groups revealed that the learning achievement of the students studied with the developed CAI lesson was significantly higher than those studied with the usual instruction at the significant level of .05.

(Total 199 pages)

Keywords : Computer-Assisted Instruction, Pneumatic and Hydraulics



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เกษมสันต์ วัฒนานรงค์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ชีรพงษ์ วิริยานนท์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ จันทร์ตระกูล กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และให้คำแนะนำต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ และตรวจสอบประเมินผลบทเรียน เพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์, ความสะดวกในการติดต่อประสานงาน รวมทั้งเพื่อน ๆ MET ทุกคนที่ช่วยเหลือเกื้อกูล กันเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ประโยชน์ทั้งทางตรง และทางอ้อม ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่ นางเสาวรัตน์ โลหะเนตร มารดาของผู้วิจัย ที่ให้การอบรม เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ภาคภูมิ โลหะเนตร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ของผลการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 วิวัฒนาการ และความหมายของระบบนิวแมติกส์	7
2.2 สื่อประเภทวัสดุวิชานิวแมติกส์	9
2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
2.4 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	24
2.5 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	31
3.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	31
3.2 การกำหนดแบบแผนการวิจัย	32
3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	34
3.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	39
3.5 การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล	45
บทที่ 4 ผลการวิจัย	49
4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	49
4.2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	50
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	51
5.1 สรุปผลการวิจัย	51
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	52
5.3 ข้อเสนอแนะ และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย	54

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก ก	59
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	60
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิต	61
หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์	62
หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพสื่อการสอน	63
แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา	65
แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิต	68
ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเนื้อหา	71
ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเทคนิคการผลิต	73
ภาคผนวก ข	75
หลักสูตรรายวิชา	76
โครงการสอน/แผนการสอน	77
การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง ความรู้ และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	95
การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	100
ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	104
ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ	111
ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ	130
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	139
เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	166
ภาคผนวก ค	167
ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดลอง	
กับผู้เรียนกลุ่มย่อย	168
ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดลอง	
กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง	170
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	173
ภาคผนวก ง	177
ข้อมูลแสดงผลการเรียนรู้ของ นศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม สาขาวิชาช่างยนต์	
ที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2545-2547	178
ข้อมูลเกรดเฉลี่ยรวมปีการศึกษา 2548 ของ นศ.ระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชา	
ช่างยนต์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	181

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผังงาน (Flow Chart) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	185
ตัวอย่างหน้าจอ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	186
การทดลองหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ กับนักศึกษา ที่เคยผ่านการเรียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	194
การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน กับผู้เรียนกลุ่มย่อย	195
การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง	196
การสอนในห้องเรียนปกติ และการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับผู้เรียน กลุ่มควบคุม	197
ประวัติผู้วิจัย	199

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 ข้อมูลการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	31
3-2 แบบแผนการวิจัย	32
3-3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มย่อย	45
4-1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	49
4-2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	49
4-3 ผลการเปรียบเทียบค่าสถิติที่ใช้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ	50
ก-1 แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ	66
ก-2 แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเทคนิคการผลิตจากผู้เชี่ยวชาญ	69
ก-3 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ	71
ก-4 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเทคนิคการผลิตจากผู้เชี่ยวชาญ	73
ข-1 การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง ความรู้ และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	95
ข-2 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	100
ข-3 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	104
ข-4 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ	111
ข-5 ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ	123
ข-6 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ	130
ค-1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการทดลองกับผู้เรียนกลุ่มย่อย	168
ค-2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการทดลองกับผู้เรียนกลุ่มทดลอง	170
ค-3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	173
ง-1 ข้อมูลผลการเรียนของ นศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2545 สาขาวิชาช่างยนต์	178
ง-2 ข้อมูลผลการเรียนของ นศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2546 สาขาวิชาช่างยนต์	179
ง-3 ข้อมูลผลการเรียนของ นศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2547 สาขาวิชาช่างยนต์	180

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง-4 ข้อมูลเกรดเฉลี่ยรวม ปีการศึกษา 2548 ของ นศ.ระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	181

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ระดับของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
2-2 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	16
2-3 การกำหนดระดับความละเอียดของการแสดงผล	20
2-4 ส่วนประกอบของส่วนการแสดงผลบทเรียน	21
2-5 จุดศูนย์รวมสายตาและทิศทางการมองตามรูปแบบ Z	22
2-6 การใช้รายการให้เลือก (Menu) ในการควบคุมบทเรียน	22
2-7 การใช้วิธีแสดงเนื้อหาตามลำดับในการควบคุมบทเรียน	23
2-8 การใช้วัตถุ ในการควบคุมบทเรียนในลักษณะ Hot Spot หรือ Hot Object	23
3-1 ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย	33
3-2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	34
3-3 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	39
3-4 ลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	41
5-1 การออกแบบหน้าจอการร่วมกิจกรรมของผู้เรียน	52
ง-1 กราฟเส้น เปรียบเทียบผลการเรียนในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติ ของนศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยามที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ปีการศึกษา 2545	178
ง-2 กราฟเส้น เปรียบเทียบผลการเรียนในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติ ของนศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยามที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ปีการศึกษา 2546	179
ง-3 กราฟเส้น เปรียบเทียบผลการเรียนในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติ ของนศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยามที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ปีการศึกษา 2547	180
ง-4 ผังงาน (Flow Chart) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	185
ง-5 ตัวอย่างหน้าจอ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	186
ง-6 การทดลองหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ	194
ง-7 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับผู้เรียนกลุ่มย่อย	195
ง-8 การทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับผู้เรียนกลุ่มย่อย	195
ง-9 การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง	196
ง-10 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง	196
ง-11 การสอนในห้องเรียนปกติ กับผู้เรียนกลุ่มควบคุม	197
ง-12 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับผู้เรียนกลุ่มควบคุม	197

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ในงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ระบบนิวแมติกส์จะเข้าไปมีบทบาทในการทำงานอยู่ด้วยเสมอ เพราะในงานอุตสาหกรรมนั้น มีการใช้งานของเครื่องจักรกลในรูปแบบทำงานโดยอัตโนมัติมากขึ้น ดังนั้นกระทรวงศึกษาธิการ จึงได้จัดให้สถานศึกษาต่าง ๆ ดำเนินการสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ เข้าในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเครื่องกล เพื่อเป็นการจัดการศึกษาในรูปของ Career Preparation ซึ่งเป็นขั้นเตรียมตัวเข้าสู่อาชีพ และเนื่องจากสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา ซึ่งทำหน้าที่กำกับ ดูแล ส่งเสริม และบริหารจัดการอาชีวศึกษา โดยเฉพาะในเรื่องของการผลิตกำลังคน เพื่อให้มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีตลาดแรงงาน และเศรษฐกิจ ได้มีนโยบายในการจัดการอาชีวศึกษา ผลิตกำลังคนเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมใน 3 ระดับหลัก ๆ คือ ระดับทักษะฝีมือหรือประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับนี้จะจัดการเรียนการสอนในระดับทักษะฝีมือ ดังนั้นจึงให้แนวทางสำหรับการจัดการเรียนการสอนโดยตรง ให้เด็กทำ ทำ ทำ จนเกิดความชำนาญ ระดับที่สอง คือ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับนี้ที่เรียกว่า Technician ซึ่งหลังจากที่มีทักษะฝีมือแล้ว ต้องมีความสามารถในการจัดการ ติดตาม ตรวจสอบ ประเมินทักษะงานได้ หรือเป็นผู้ควบคุมงานได้ ส่วนระดับที่สาม คือ ระดับนักเทคโนโลยี หรือระดับปริญญาดัตรี (กุศลสิน และปรางใจ, 2547: 3-4) ดังนั้นการจัดการศึกษา วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาระดับ ปวส. จึงต้องเน้นในการสอนทางด้านทฤษฎีมากกว่าปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น วิเคราะห์งานเป็น สอดคล้องกับนโยบายดังกล่าว

การเรียนตามหลักสูตรวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0106 นั้น คำอธิบายรายวิชาได้กำหนดให้มีการศึกษาและปฏิบัติการออกแบบ และติดตั้งระบบนิวแมติกส์ หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ เช่น บั๊มลม วาล์ว อุปกรณ์ทำงาน รวมทั้งระบบสัญญาณภาค ฯลฯ การเขียนผังวงจรนิวแมติกส์ และการแสดงการเคลื่อนที่การออกแบบ และเขียนวงจรนิวแมติกส์แบบทำงานต่อเนื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้าและโซลินอยด์วาล์ว การออกแบบ และเขียนวงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วยรีเลย์ไฟฟ้า และโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (พีแอลซี) การบำรุงรักษา และแก้ไขปัญหาของระบบนิวแมติกส์ ศึกษา และปฏิบัติการออกแบบ และติดตั้งระบบไฮดรอลิกส์ หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกส์ อุปกรณ์

ในระบบไฮดรอลิกส์ เช่น น้ำมันไฮดรอลิกส์ ชุดต้นกำลัง วาล์ว และอุปกรณ์ทำงาน ฯลฯ การเขียนผังวงจรไฮดรอลิกส์ การออกแบบและเขียนวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยรีเลย์ไฟฟ้า และโปรแกรมคอนโทรลเลอร์ หรือ พีแอลซี การบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบไฮดรอลิกส์ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2546: ข-15)

จะเห็นได้ว่า เนื้อหาที่ต้องศึกษา เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับคำอธิบายรายวิชาของหลักสูตรการอาชีวศึกษา 2540 กระทรวงศึกษาธิการ พบว่ามีรายละเอียดเพิ่มเติมเข้ามามากมาย ทั้งเนื้อหา ด้านส่วนประกอบ และอุปกรณ์ในระบบที่มีจำนวนมาก ยากที่ผู้เรียนจะทำความเข้าใจ หรือจดจำได้หมด ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการสูง ผู้สอนต้องสอนซ้ำ ซึ่งอาจทำให้เนื้อหาที่ใช้สอนไม่ครบถ้วนตามหลักสูตร และเนื่องจากเนื้อหา อีกทั้งเวลาในการทำงานที่เพิ่มขึ้น การเตรียมการสอนที่มีเนื้อหามากมาย และซับซ้อน จะไม่สะดวกกับครูผู้สอนอย่างยิ่ง ผู้สอนต้องเหน็ดเหนื่อยมากกว่าเดิม เวลาว่างมีน้อยลง ความเหนื่อยล้าจะทำให้มาตรฐานของการสอนแต่ละกลุ่มในเนื้อหาวิชา และวิธีการสอนเดียวกันมีประสิทธิภาพไม่เท่าเทียม ก่อให้เกิดความแตกต่างด้านความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนมากขึ้น ดังนั้นการนำเทคโนโลยีทางด้านการศึกษาเข้าไปใช้ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น และน่าจะเป็นการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด เพราะความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยจัดเนื้อหาบางส่วนนอกจากการสอนในชั้นเรียนได้ ผู้สอนไม่จำเป็นต้องสอนเนื้อหาตามคำอธิบายรายวิชาทั้งหมด แต่เลือกสอนในส่วนของเนื้อหาที่ไม่มีในบทเรียนคอมพิวเตอร์เรื่องนั้น ๆ ได้ ทำให้ผู้สอนมีเวลาในการเตรียมการสอนในด้านอื่น ๆ ได้มากขึ้น

ปัญหาที่พบจากการสอนในส่วนของวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ อีกประการหนึ่ง ก็คือ ลักษณะการจัดการศึกษาในวิชานี้ เป็นแบบกึ่งทฤษฎีกึ่งปฏิบัติ การประเมินผลผู้เรียนถูกจัดแยกให้เป็น 2 ส่วน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากการประเมินผลขั้นสุดท้ายเกิดขึ้นจากการนำระดับคะแนน (เกรด) ของผู้เรียนทั้ง 2 ส่วนมารวมกัน ซึ่งถ้าผู้เรียนมีทักษะในส่วนของภาคปฏิบัติ และสามารถทำคะแนนในส่วนนี้ได้ดี แต่ผู้เรียนมีความรู้ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินในส่วนทฤษฎี จะทำให้ผู้เรียนตกวิชานี้ โดยที่ทักษะจากการปฏิบัติไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนผ่านการเรียนในวิชานี้ได้เลย (ภาคผนวก ง ตาราง ง-1)

จากสภาพปัญหาข้างต้น จึงจำเป็นที่ต้องดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น กับการสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์อย่างเร่งด่วน เพื่อพัฒนาคุณภาพ และเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเข้าสู่อาชีพ ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนา และหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 โดยคาดหวังว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น จะเข้ามาช่วยแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีมัลติมีเดีย ในบทเรียน CAI ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนเป็นการเพิ่มแรงจูงใจ สามารถเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น และลดการใช้จินตนาการ

2. บทเรียน CAI สามารถที่จะทบทวนขั้นตอน และกระบวนการได้เป็นอย่างดี เรียนซ้ำได้ ทำให้การศึกษาด้วยตนเอง เป็นการแก้ปัญหาผู้เรียนที่แตกต่างกัน และช่วยลดความห่างระหว่างความรู้ทางด้านทฤษฎี และทักษะทางด้านปฏิบัติของผู้เรียนลงได้

3. บทเรียน CAI ที่ได้พัฒนา และเตรียมไว้แล้วก่อนการสอน ทำให้ผู้สอนสามารถคัดแยกเนื้อหาบางส่วนในบทเรียนนั้นออกได้ ทำให้ผู้สอนสามารถสอนเนื้อหาส่วนอื่น ๆ ได้ครบถ้วน

4. สื่อที่ส่งเข้ามาในปัจจุบัน มีราคาส่ง จึงควรมีการพัฒนาบทเรียนนี้ขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนเอง เพื่อทดแทนการนำเข้าสื่อจากต่างประเทศ

5. บทเรียน CAI จะนำเสนอบทเรียน และเสริมสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียน แทนบทบาทของผู้สอนได้เป็นอย่างดี ไม่หลงลืม หรือเหนียวล้า

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อการพัฒนา และหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาช่างยนต์ กระทรวงศึกษาธิการ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับวิธีการเรียนแบบปกติ

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาช่างยนต์ กระทรวงศึกษาธิการ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80%

1.3.2 ผู้เรียนที่เรียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา ทำการวิจัยในเนื้อหา วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ โดยยึดจากคำอธิบายรายวิชา (3100-0106) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาเครื่องกล กระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วยเนื้อหาการเรียนภาคทฤษฎีด้านระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยลมอัด เนื่องจากสถานประกอบการต่าง ๆ จะจัดการสอนโดยเน้นที่ระบบนี้เป็นหลัก ส่วนระบบไฮดรอลิกส์จะไปเรียนในระดับปริญญาตรี ซึ่งเป็นระดับที่สูงกว่าระดับ ปวส. ดังนั้นขอบเขตด้านเนื้อหาการวิจัยในครั้งนี้ จึงต้องตีกรอบไว้ให้เหมาะสมกับการสอนในสภาพจริงของสถานประกอบการนั้น ๆ

1.4.2 กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนเรียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0106 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549

1.4.3 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนเรียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0106 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม จำนวน 1 ห้องเรียน

1.4.4 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1.4.4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

ก) การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับ ปวส. สาขาวิชาช่างยนต์

ข) การเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1.4.4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

ก) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับ ปวส. สาขาวิชาช่างยนต์ ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับ ปวส. สาขาวิชาช่างยนต์ ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer-Assisted Instruction) หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ในส่วนของเนื้อหาในระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วยลมอัด สำหรับผู้เรียนระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์

1.5.2 แบบฝึกหัด หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้น และถูกบรรจุเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้สำหรับประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้นสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ สิ้นสุดลง

1.5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกในรูปของคะแนนในการทำแบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนแล้ว และนำมาเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความแตกต่าง เช่น มีค่าสูงขึ้น หรือมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม

1.5.5 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัด กับคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.5.6 ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ ของโรงเรียน เทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนเรียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0106 ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน

1.6 ประโยชน์ของผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ จะได้ประโยชน์ในการเรียนการสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับ ปวส. สาขาวิชาช่างยนต์ เนื่องจากความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วย นำเสนอเนื้อหาได้อย่างชัดเจน สามารถทบทวนเนื้อหา หรือสอนเสริมในกรณีที่ผู้เรียน เรียนไม่ทัน หรือไม่เข้าใจได้ เหมาะกับธรรมชาติของวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการ ทำงานของกลไกภายในอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ และการเคลื่อนที่ของวงจร เนื่องจากความสามารถ ในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหวประกอบการสอน จึงช่วยลดการใช้จินตนาการได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น ยังเกิดประโยชน์ต่ออาจารย์ผู้สอนโดยตรง สามารถ นำไปใช้กับการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี และมีประสิทธิภาพ ทำให้สะดวกกับตัวผู้สอนมากขึ้น อีกทั้งบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ไม่ได้จำกัดการใช้เฉพาะกับผู้เรียนระดับ ปวส. สาขาวิชาช่างยนต์เท่านั้น เนื่องจากการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ ประกอบด้วยเนื้อหา 16 บทเรียน ดังนั้น จึงสามารถคัดแยกเนื้อหาบางหัวข้อบทเรียน ไปประยุกต์ใช้จัดการศึกษาในระดับสาขาวิชาอื่น ๆ เช่น สาขาช่างไฟฟ้า หรือระดับปวช. ที่มีเรียนในวิชานี้ได้อีกด้วย

นอกจากนี้ ผลของการวิจัยยังเป็นข้อมูลที่ทำให้ผู้สอนเปลี่ยนแนวทาง หรือปรับเปลี่ยนวิธี การจัดการศึกษา เพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้กับวิชาทฤษฎีปฏิบัติ ที่อาจจำเป็นต้องมีผู้สอนในวิชานั้น 2 คน รับผิดชอบในส่วนทฤษฎี 1 คน และส่วนปฏิบัติ 1 คน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะทำหน้าที่แทนผู้สอนใน ส่วนทฤษฎีได้เป็นอย่างดี จึงช่วยลดจำนวนผู้สอนในวิชานั้นได้ สอดคล้องกับ กมลพรรณ (2543: 58) ที่ได้เสนอแนะ ว่าการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการศึกษา สามารถช่วยลดชั่วโมงสอน ทำให้ ครูผู้สอนมีเวลาปรับปรุงการสอน และพัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ ได้มากยิ่งขึ้น

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

- 2.1 วิวัฒนาการ และความหมายของระบบนิวแมติกส์
- 2.2 สื่อประเภทวัสดุวิชานิวแมติกส์
- 2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.5 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิวัฒนาการ และความหมายของระบบนิวแมติกส์

2.1.1 วิวัฒนาการของระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์ เกิดขึ้นจากการที่มนุษย์รู้จักการนำลมอัดมาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยที่ใช้แรงดันลมอัดมาดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ในกระบอกสูบ ผลออกมาจะได้กำลังงานจากลูกสูบมากขึ้น หลักการนี้ได้มาจากแนวความคิดจากการใช้ไม้ซาง เพื่อเป่าลูกดอกกลาสส์ดว์ และการต่อสู้ป้องกันตัว (ปานเพชร และขวัญชัย, 2541: 9)

วิวัฒนาการของระบบนิวแมติกส์ที่เป็นหลักการ ถูกตั้งเป็นทฤษฎี เริ่มตั้งแต่เมื่อประมาณ 2000 ปี ที่ผ่านมาแล้ว ชาวกรีกโบราณได้พัฒนาอาวุธชนิดหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับปืนลมที่เรียกว่า “Ktesibios” โดยอาศัยมือเป็นกำลังในการอัดลม เพื่อดึงเชือกให้ตึง ช่วยในการออกแรงยิงลูกศรออกไป (ชนะรัตน์, 2541: 1)

ศตวรรษที่ 12 ได้มีการพัฒนาโรงสีกำลังงานลม ซึ่งมีแกนกังหันลมในแนวนอนขึ้นในแถบประเทศยุโรป และเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง จนเมื่อ ศตวรรษที่ 15 ได้มีการบันทึกในเอกสารของชาวยุโรป ถึงการเริ่มนำกังหันลมที่มีแกนแนวดิ่งมาใช้ครั้งแรกในเอเชีย (ประวิตร, 2540: 26)

ในปี ค.ศ. 1653 ปาสคาล (Pascal) ได้ค้นพบหลักการว่า “ความดันที่กระทำไปยังส่วนใด ๆ ก็ตามของก๊าซ หรือของไหลที่อยู่ในภาชนะปิด จะถ่ายทอดไปยังส่วนที่เหลือในภาชนะปิดนั้นในขนาดที่เท่ากัน” สิ่งนี้เองได้แสดงให้เห็นชัดเจน ถึงการเริ่มต้นของการศึกษาทฤษฎีของวิชานิวแมติกส์ (ณรงค์, 2546: 1)

ศตวรรษที่ 17 มีผู้ทรงคุณวุฒิ เริ่มค้นคว้าเกี่ยวกับนิวแมติกส์ ผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์เหล่านั้นเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการใช้ลมดูด และลมอัดเช่นเดียวกับการใช้น้ำอัด (ประวิตร, 2540: 26)

ในปีศตวรรษที่ 18 ถือว่าเป็นการปฏิวัติวงการอุตสาหกรรมด้านระบบนิวแมติกส์ เมื่อ เจมส์ วัตต์ ได้คิดประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำ ที่มีลูกสูบเคลื่อนที่ไป-กลับโดยใช้ไอน้ำที่มีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศ ซึ่งถือว่าเป็นต้นกำเนิดของการสร้างกระบอกลูกสูบ ของระบบนิวแมติกส์ (ณรงค์, 2546: 1-2) ปี ค.ศ. 1857 ได้มีการนำเอาระบบนิวแมติกส์ มาใช้เจาะอุโมงค์ที่เรียกว่า "Mont-Cenis tunnel" ซึ่งเครื่องนี้ได้รับการพัฒนาโดยวิศวกรที่ชื่อ Germain Sommeiller ทำให้เจาะอุโมงค์ได้ถึง 2 เมตรต่อวัน ต่อมาในปี ค.ศ. 1880 ก็ได้พัฒนานำเอาระบบนิวแมติกส์ มาใช้กับระบบเบรก และปี ค.ศ. 1888 ที่กรุงปารีส วิศวกรชื่อ Victor Popp ได้นำท่อฝังพื้นดินเป็นระยะทาง 1,000 กิโลเมตร แล้วส่งวัสดุไปตามท่อด้วยลมอัด 6 บาร์ เรียกว่า Pneumatic Conveyer (ธนะรัตน์, 2541: 1)

ระหว่าง ศตวรรษที่ 19-20 เกิดการพัฒนาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความดันน้ำ และความดันน้ำมัน ซึ่งเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แก๊ส เกี่ยวกับวาล์วเปลี่ยนทิศทาง และระบบกำลังแบบรวมซึ่งเชื่อมต่อโดยท่อ เป็นจุดกำเนิดของการพัฒนาวาล์ว และอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ (ณรงค์, 2546: 2)

ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนานำเอาลมอัดมาใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมมากขึ้น เช่น เครื่องจักรในการประกอบในโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรในการบรรจุหีบห่อ เครื่องจักรผลิตอาหาร และเครื่องจักรอื่น ๆ อีกมากมาย (ปานเพชร และขวัญชัย, 2541: 9)

จากการพัฒนาระบบนิวแมติกส์มาเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการควบคุมระบบนิวแมติกส์ด้วยระบบลม และระบบลมผสมไฟฟ้า จนถึงในปัจจุบัน ได้นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมที่เรียกว่า พีแอลซี (PLC : Programmable Logic Controller) ซึ่งถือว่าเป็นระบบที่มีบทบาทในภาคอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก

2.1.2 ความหมายของระบบนิวแมติกส์

คำว่า นิวแมติกส์ มาจากคำว่า "PNEMA" ซึ่งเป็นภาษากรีกโบราณ มีความหมายว่า ลม หรือลมหายใจ ในทางปรัชญาหมายความว่า วิญญาณ นอกจากนี้คำว่า นิวแมติกส์ นั้นยังมิใช่ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

นิวแมติกส์ หมายถึง ระบบงานเทคนิคที่ใช้พลังงานลมอัดส่งแรง และการเคลื่อนที่ประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบเครื่องกล ระบบไฟฟ้า และระบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นทั้งตัวขับ และตัวควบคุมด้วยลมอัด (อำพล, 2527: 110)

นิวแมติกส์ หมายถึง ระบบการส่งถ่ายกำลังโดยอาศัยความดันลมเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายกำลัง โดยมีอุปกรณ์การทำงานชนิดต่าง ๆ เช่น กระบอกลูกสูบ มอเตอร์ ฯลฯ ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานกล (วิทยา และคนอื่น ๆ, 2547: 2)

นิวแมติกส์ หมายถึง การนำลมอัดไปใช้กับเครื่องมือกลในงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการนำมาใช้ขับ และควบคุมอุปกรณ์เครื่องมือกลต่าง ๆ (ประวิตร, 2540: 25)

นิวแมติกส์ หมายถึง ระบบการทำงาน ซึ่งใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์การทำงานของกลไกต่าง ๆ (มจคส., 2527: 1)

จากความหมายต่าง ๆ ที่กล่าวถึง สามารถสรุปได้ว่า นิวแมติกส์ หมายถึง ระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยอาศัยลมอัดเป็นตัวกลางในการส่งกำลัง และควบคุมการทำงานด้วยระบบลม

2.2 สื่อประเภทวัสดุวิชานิวแมติกส์

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน สื่อวิชานิวแมติกส์ที่ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์นิวแมติกส์ เช่น บริษัทเฟสโต้ (Festo) หรือบริษัทบอสช์ (Bosch) เป็นต้น ได้มีการพัฒนาสื่อเพื่อการอบรม และการค้าอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อประเภทวัสดุ ที่ต้องร่วมใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดยจะเป็นโปรแกรม ที่นำเสนอในรูปของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Media) มีการพัฒนา และเผยแพร่ซอฟต์แวร์เฉพาะทางด้านนิวแมติกส์ ที่นับว่ามีความสำคัญให้กับสถานศึกษาดังนี้

2.2.1 สื่อประเภทวัสดุ ที่ต้องร่วมใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในรูปของ สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Slide)

2.2.1.1 โปรแกรม Basic Level TP 101

ถูกออกแบบ และพัฒนาโดยบริษัทเฟสโต้ (Festo) ประเทศเยอรมัน ในรูปของแผ่นบันทึกขนาด 1.44 MB เป็นที่นิยมใช้ในสถานศึกษาดังแต่ปี พ.ศ. 2535 ลักษณะของโปรแกรมเป็นการพัฒนาเพื่อใช้แทนสื่อแผ่นภาพโปร่งใส ที่มาพร้อมกับสัญลักษณ์แถบแม่เหล็ก ตัวโปรแกรมจะมีการนำเสนอเนื้อหาอุปกรณ์ และระบบนิวแมติกส์พื้นฐาน ในรูปของภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว (Animation) เกี่ยวกับชิ้นส่วนการทำงาน สัญลักษณ์ของอุปกรณ์ และวาล์วควบคุมต่าง ๆ รวมถึงวงจรเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ การใช้งาน โปรแกรมจะแสดงผลผ่านโทรทัศน์ หรือโปรเจกเตอร์ ใช้ในการส่งผ่านภาพจากคอมพิวเตอร์ ต้องใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ IBM ในระบบปฏิบัติการ Windows 3.0 (Croser, 1992: 4)

2.2.1.2 โปรแกรม Basic Level TP 201

มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับโปรแกรม Basic Level TP 101 แตกต่างกันที่ TP 101 เป็นการนำเสนอเนื้อหานิวแมติกส์ควบคุมด้วยลมอัด แต่ TP 201 จะเป็นการนำเสนอเนื้อหา นิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้า

2.2.2 สื่อประเภทวัสดุ ที่ต้องร่วมใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในรูปของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Books)

2.2.2.1 โปรแกรม AT-PN Graphics

โปรแกรมนี้ เป็นผลผลิตของบริษัทบอสช์ (Bosch) ประเทศเยอรมัน ที่จัดจำหน่ายอุปกรณ์นิวแมติกส์ ให้กับโรงงานอุตสาหกรรม และสถานศึกษา ได้ผลิตสื่อ E-Books มาในรูปของแผ่นซีดี ใช้ในการศึกษาด้วยตนเอง เนื้อหาจะเน้นในเรื่องสัญลักษณ์ และชิ้นส่วนภายในของอุปกรณ์

2.2.3 สื่อประเภทวัสดุ ที่ต้องร่วมใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในรูปแบบของเอกสาร ไฮเปอร์เท็กซ์ และไฮเปอร์มีเดีย (Hypertext and Hypermedia Document)

2.2.3.1 โปรแกรม Web Trainer Pneumatic

เป็นของบริษัทบอสช์ (Bosch) แสดงในรูปแบบของ HTML Files ซึ่งนำเสนอเนื้อหาของระบบ นิวแมติกส์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ประกอบด้วยข้อความ ภาพ วิดีโอคลิป โดยมีการเชื่อมโยง (Link) ไปยังส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งภายใน และภายนอก

2.2.4 สื่อประเภทวัสดุ ที่ต้องร่วมใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในรูปแบบของโปรแกรม คอมพิวเตอร์ (Software)

2.2.4.1 โปรแกรม Fluid Studio Pneumatic

เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2535 และได้มีการพัฒนาเวอร์ชันใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง จนถึงปัจจุบัน โดยบริษัทเฟสโต้ (Festo) ทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows 3.11, Windows 95, Windows 98, Windows Me หรือ Windows NT มีวัตถุประสงค์ในการให้เนื้อหา ด้านความสำคัญของระบบนิวแมติกส์ ครอบคลุมความสมบูรณ์ในส่วนพื้นฐานการเรียนการสอน ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ มีส่วนประกอบหลักของโปรแกรมดังนี้

- ก) ฝึกทักษะการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ผ่านคอมพิวเตอร์
- ข) ฝึกทักษะการเขียนสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน ISO 1219
- ค) เสนอเนื้อหาในรูปแบบของวิดีโอคลิป
- ง) แบบทดสอบซึ่งเป็นคำถามแบบเลือกตอบ

2.2.4.2 โปรแกรม Fluid Sim

เป็นโปรแกรมที่ผลิตโดยบริษัทเฟสโต้ (Festo) ได้รับการยกย่องว่าเป็นซอฟต์แวร์เพื่อการ ศึกษา (Bronze Award) ในปี พ.ศ. 2539 ของสถาบัน Worlddidac โดยรูปแบบของโปรแกรม จะ เน้นการฝึกให้ผู้เรียนทดลองออกแบบวงจรระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยลมอัด ระบบนิวแมติกส์ ควบคุมด้วยไฟฟ้า และระบบไฮดรอลิกส์ โดยแสดงผลที่เกิดขึ้นจริงจากการออกแบบวงจรของผู้เรียน ในรูปของ Simulation นอกจากนี้ตัวโปรแกรม ยังเสนอเนื้อหาประกอบด้วย ภาพนิ่ง, ภาพ เคลื่อนไหว และไฟล์วิดีโอ รวมทั้งข้อความสั้น ๆ อธิบายความสำคัญในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ (Festo Didactic, 2003: 6-7)

เป็นที่น่าสังเกตว่าสื่อในรูปวัสดุ ในวิชานิวแมติกส์ ได้มีการพัฒนาโดยมุ่งที่จะอาศัย เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ในการสอน แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการพัฒนาเป็นภาษาไทย การพัฒนา ยังคงมุ่งเน้นด้านการค้าเป็นหลัก อีกทั้งสื่อต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านซอฟต์แวร์ หรือคอร์สแวร์ ยังมีราคาที่สูงมาก จึงไม่เป็นที่แพร่หลายนักสำหรับการศึกษาในสังคมเรา ถึงแม้จะมีการร่วมมือ ระหว่างประเทศในการแลกเปลี่ยนความรู้ แต่ก็คงทำได้แค่เพียงบางสถาบันเท่านั้น และถึงแม้ นวัตกรรมใหม่ ๆ จะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษา แต่การเลือกใช้ และพัฒนาสื่อให้เหมาะสม กับสังคม เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน และสอดคล้องกับหลักสูตร ก็มีความสำคัญไม่

ยิ่งหย่อนกว่ากัน แต่ทั้งนี้ นักการศึกษาต้องไม่มองข้ามองค์ประกอบสำคัญที่จะต้องศึกษาความเป็นไปของสังคมอื่น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง และพัฒนาเพื่อให้ได้สื่อที่มีคุณภาพ ซึ่งจะพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง

2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา หรือในภาษาอังกฤษว่า Computer-Based Education (CBE) มีความหมายเดียวกับคำว่า Instructional Computing (IC) หรือ Instructional Applications of Computer (IAC) ซึ่ง หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ทางการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ เพิ่มขีดความสามารถในการสอนของครูอาจารย์ และในขณะเดียวกัน ก็ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นคำว่าคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาจะมีความหมายกว้างมาก และครอบคลุมการใช้คอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเกือบทั้งหมด (ถนอมพร, 2541: 3-4) โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา เป็นหน่วยย่อยสุดของโครงสร้าง (สุกรี, 2544: 25)

คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ทางการเรียนการสอน (Computer-Based Instruction) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ Computer-Assisted Instruction หรือเป็นที่นิยมเรียกตัวย่อของคำแรกว่า CAI และคอมพิวเตอร์อีกประเภทหนึ่ง ได้แก่ Computer-Managed Instruction หรือ CMI คอมพิวเตอร์ทั้งสองประเภทแบ่งตามลักษณะของการนำไปใช้ในกิจกรรมของการเรียนการสอนทั้งหมด โดยที่ CAI จะเป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับผู้เรียนเป็นส่วนใหญ่ และ CMI จะเป็นคอมพิวเตอร์ที่นำไปใช้ในการดำเนินการ หรือจัดการกระบวนการของการเรียน และการสอน ในโรงเรียน หรือสถานศึกษาต่าง ๆ (ฤกษ์มันต์, 2536: 136)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำจำกัดความ และความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นโปรแกรมในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปแบบตัวหนังสือ และกราฟิก มีการตั้งคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจคำตอบ และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียน (ชนิษฐา, 2532: 6)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนที่ถูกจัดกระทำไว้อย่างเป็นระบบ และมีแบบแผน โดยใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอ และจัดการเพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับบทเรียนนั้น ๆ ตามความสามารถของตนเอง โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีทักษะ และประสบการณ์ด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน ก็สามารถเรียนรู้ได้ (มนต์ชัย, 2545: 3)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ต้องอาศัยเทคนิคการสอน การนำเสนอที่พิเศษออกไป เช่นการให้ผู้เรียนสนองตอบ การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน การให้คะแนน การเสริมแรง การสร้างแบบฝึกหัด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในเนื้อหาที่สอน จนการวัดประเมินผล (สานิตย์, 2542: 20-21)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI หมายถึง บทเรียนที่ได้จัดทำไว้อย่างเป็นระบบเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ โดยการนำเสนอเนื้อหาที่ต้องการสอนกับผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ (Interaction) โดยตรงตามความสามารถ (กฤษมันต์, 2536: 136)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด (ถนอมพร, 2541: 7)

จากความหมายต่าง ๆ ที่กล่าวถึง สามารถสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ บทเรียนที่จัดทำไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ โดยใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอ และจัดการเพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับบทเรียนนั้น ๆ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. เป็นการเรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์
2. บทเรียนได้ถูกสร้าง และเตรียมไว้แล้วก่อนมีการเรียนเกิดขึ้น
3. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์
4. ยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล

นอกจากองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการที่กล่าวมาแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญที่เรียกว่า 4 Is ได้แก่

1. ความเป็นสารสนเทศ (Information)
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization)
3. การมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction)
4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback)

2.3.2 ระดับของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มนต์ชัย (2545: 30-32) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกเป็น 3 ระดับ ตามความสามารถในการนำเสนอเนื้อหา และจัดการบทเรียน ได้แก่

2.3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบดั้งเดิม (Embedded CAI)

โดยเหตุที่พื้นฐานแนวความคิดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาจากบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งบทเรียนสำเร็จรูปจะนำเสนอด้วยข้อความเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระยะแรกที่มีการพัฒนาขึ้น จึงนำเสนอด้วยข้อความเป็นหลัก จัดว่าเป็นแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบดั้งเดิมนี้ ก็ไม่ใช่หนังสือ หรือเอกสาร

ที่นำเสนอผ่านจอภาพของคอมพิวเตอร์ แต่ยังคงไว้ซึ่งหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกระดับ เพียงแต่นำเสนอด้วยข้อความเป็นส่วนใหญ่เท่านั้น

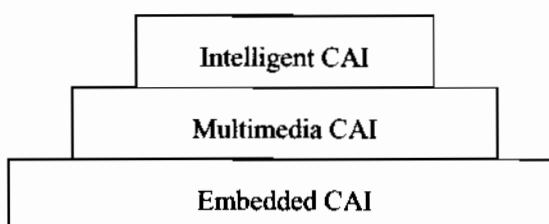
2.3.2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย (Multimedia CAI)

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ปัจจุบันได้เข้าสู่ยุคของการใช้สื่อหลาย ๆ อย่างทั้งภาพ เสียง และการปฏิสัมพันธ์ ผสมผสานกันอย่างเป็นระบบ เรียกคอมพิวเตอร์ระบบนี้ว่า คอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย (Multimedia Computer) เนื่องจากการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องอาศัยคุณสมบัติเฉพาะตัวของคอมพิวเตอร์เป็นส่วนประกอบด้วย ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถนำเสนอข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว กราฟิก และเสียง ผสมผสานกันอย่างกลมกลืน โดยมีการจัดการที่เป็นระบบ จัดว่าเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย หรือแบบสื่อประสม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการพัฒนาขึ้นมาในปัจจุบันนี้ จึงเป็นแบบมัลติมีเดียแทบทั้งสิ้น เนื่องจากสามารถตอบสนองความต้องการแก่ผู้เรียนได้ดีกว่าแบบดั้งเดิม

เนื่องจากคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียมีหลากหลาย จึงได้มีสมาคมที่กำหนดมาตรฐานของระบบมัลติมีเดียที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ขึ้น โดยสมาคม Multimedia Marketing Council แห่งสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดระดับของคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียขึ้นเรียกว่า MPC (Multimedia Personal Computer) โดยได้จำแนกออกเป็น 3 ระดับ (พ.ศ. 2542) ได้แก่ MPC Level 1, MPC Level 2 และ MPC Level 3 มาตรฐานเหล่านี้ไม่ใช่มาตรฐานรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ แต่เป็นมาตรฐานระดับของคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียที่จะใช้กับซอฟต์แวร์ที่มีการผลิตจำหน่ายขึ้น ผู้เลือกใช้จะต้องเลือกให้ตรงตามระดับของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียที่มีอยู่ ดังนั้นในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย จึงต้องพิจารณา MPC Level ด้วย ว่าสามารถนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย Level ไດ จึงจะสามารถนำเสนอภาพ และเสียงได้อย่างสมบูรณ์

2.3.2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปัญญาประดิษฐ์ (Intelligent CAI)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปัญญาประดิษฐ์ ICAI เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนามาจากแนวความคิดด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยใช้แนวทางของปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โครงสร้าง และกระบวนการพัฒนาจึงแตกต่างจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบธรรมดา แต่มีจุดมุ่งหมายเหมือนกันก็คือ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอน และมุ่งเน้นที่การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นหลัก



ภาพที่ 2-1 ระดับของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.3 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักเทคโนโลยีการศึกษาหลายท่านได้แบ่งวิธีการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นประเภทต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

ถนอมพร (2541: 11-12) และ มนต์ชัย (2545: 40) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทด้วยกัน คือ

1. ประเภทศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial)
2. ประเภทแบบฝึกหัด (Drill and Practice)
3. ประเภทเกม (Instructional Game)
4. ประเภทการจำลอง (Simulation)
5. ประเภทแบบทดสอบ (Test)

การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 5 ประเภทนี้ เป็นการแบ่งตามลักษณะเฉพาะตัวที่โดดเด่นเท่านั้น นักเทคโนโลยีการศึกษาบางท่านได้มีการแบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 7 ประเภท อีก 2 ประเภทไม่ได้กล่าวถึง คือ ประเภทแก้ปัญหา (Problem Solving) และประเภทการสาธิต (Demonstration)

เกษมสันต์ (2536: 137-138) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำไปใช้ในการเรียนการสอนมีวิธีการสร้างด้วยเจตนาที่จะช่วยการสอนแทนครูในเนื้อหาวิชา และเทคนิควิธีการสอนที่ซับซ้อน และซ้ำ ๆ ได้เป็นอย่างดี การออกแบบการสอนสำหรับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนิยมใช้วิธีการต่อไปนี้ คือ

1. วิธีการแบบ Drill-and-Practice Method
2. วิธีการแบบ Tutorial Method
3. วิธีการแบบ Gameing Method
4. วิธีการแบบ Simulation Method
5. วิธีการแบบ Discovery Method
6. วิธีการแบบ Problem Solving Method

สุกรี (2544: 25) กล่าวว่า จุดประสงค์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เพื่อเป็นสื่อการสอน ใช้สอนเสริมจากการสอนในชั้นเรียนปกติ หรือให้ผู้เรียนใช้ค้นคว้าเรียนรู้ด้วยตนเอง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความแตกต่างกันไป โดยทั่วไปจะผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการเรียนการสอนใน 3 รูปแบบหลัก ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหา
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 3 เป็นรูปแบบที่พบเห็นเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังมีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกหลายรูปแบบ เช่น แบบการแก้ปัญหา แบบทดสอบความรู้ แบบการสาธิต และแบบเกมการศึกษา

วุฒิชัย (2543: 19-23) กล่าวว่า การแบ่งประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถแบ่งตามวิธีการถ่ายโยงความรู้ของบทเรียนด้วยศาสตร์แห่งการรับรู้ (Cognitive Science) ในส่วนของการเสริมแรงด้วยตนเอง ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับการใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1. วิธีการแบบผู้สอน (Tutorial Method)
2. วิธีการแบบค้นคว้าหาความรู้ (Inquiry Method)

วิธีการแบบผู้สอน เป็นบทเรียนที่เน้นการให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกิจกรรมในบทเรียนที่ได้ออกแบบให้นำเสนอความรู้ที่ละจอภาพตามลำดับ (Linear Page Turning) เป็นการจัดสถานการณ์ของการเรียนตามแนวคิดแบบพฤติกรรมนิยมของทฤษฎีการเรียนรู้แบบอาการกระทำ (Operant Conditioning) ซึ่งสามารถแบ่งย่อย ได้แก่ โปรแกรมบทเรียนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutor) และโปรแกรมบทเรียนแบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)

วิธีการแบบค้นคว้าหาความรู้ เป็นบทเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้จากบทเรียน การออกแบบโปรแกรมการสอนได้มีการจัดเตรียมความรู้ กระบวนการเรียนรวม และกิจกรรมของบทเรียนเอาไว้อย่างมีระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสืบค้นหาสิ่งที่ต้องการ ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดการเรียนแต่ละหน่วยด้วยตนเอง เป็นกระบวนการส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวคิดกลุ่มปัญญานิยม (Cognitivism) ซึ่งสามารถแบ่งย่อย ได้แก่ โปรแกรมบทเรียนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation), โปรแกรมบทเรียนแบบเกมการสอน (Instruction Game) และโปรแกรมบทเรียนแบบทดสอบ (Discovery)

จากการจำแนกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวถึง สามารถสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท โดยแบ่งประเภทตามความคิดเห็นของนักการศึกษาที่พยายามคิดค้นรูปแบบของบทเรียนให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งาน โดยยึดหลักการเรียนรู้ตามทฤษฎีการศึกษา (มนต์ชัย, 2545: 40)

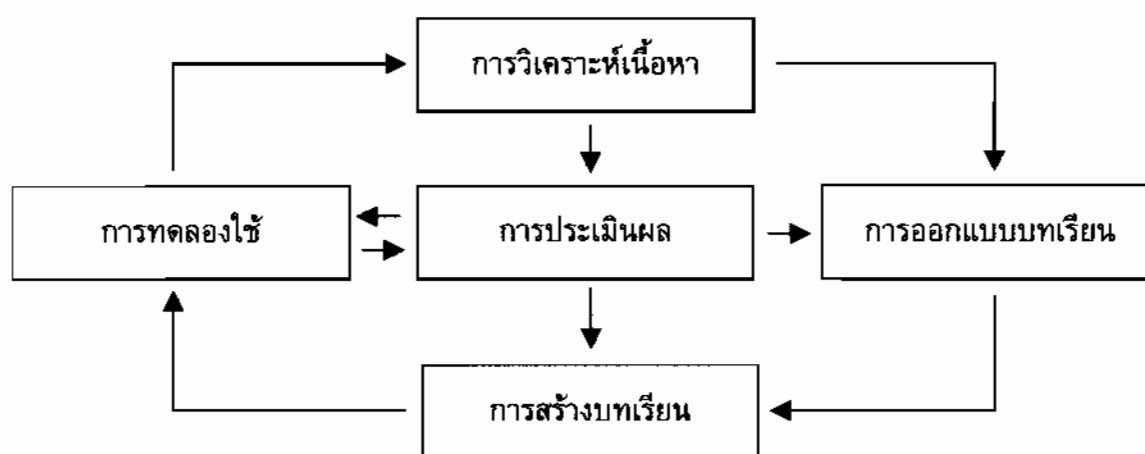
อย่างไรก็ตามการแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ไม่ได้หมายความว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาออกมานั้นจะต้องเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทใดประเภทหนึ่งเสมอไป ในทางปฏิบัติจะมีการผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการแก้ปัญหา อาจจะเป็นส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง หรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการศึกษา อาจเป็นส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะก็ได้ รูปแบบที่หลากหลายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกรูปแบบนี้ หากใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน และทฤษฎีการเรียนรู้ จะเป็นการสร้างบทเรียนที่สมบูรณ์ มีประสิทธิภาพไม่แพ้ครูผู้สอน และเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง

2.3.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถแบ่งแยกเป็น 2 ส่วน คือ องค์ประกอบด้านการออกแบบการสอน และองค์ประกอบด้านการออกแบบหน้าจอ (สุกรี, 2544: 43)

1. องค์ประกอบด้านการออกแบบการสอน

นงนุช (2535: 4-6) กล่าวว่า กระบวนการออกแบบ และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะแบ่งขั้นตอนการพัฒนาได้ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2-2 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1.1 การวิเคราะห์เนื้อหา

การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนแรกของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะส่งผลถึงขั้นตอนต่อไป ถ้าการวิเคราะห์เนื้อหาไม่สมบูรณ์ จะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไม่มีประสิทธิภาพที่จะนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้ ขั้นตอนนี้จึงต้องกระทำด้วยความรอบคอบ และต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เข้าช่วย รวมทั้งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ เริ่มตั้งแต่การพิจารณาหลักสูตร การกำหนดวัตถุประสงค์ การเลือกสื่อ การกำหนดขอบข่ายเนื้อหา และการกำหนดวิธีการนำเสนอตามรายการกิจกรรมที่ต้องกระทำดังต่อไปนี้

ก) การวิเคราะห์หลักสูตร และเนื้อหา

เนื้อหาบทเรียนได้มาจากการศึกษา และวิเคราะห์รายวิชา เนื้อหาของหลักสูตรรวมถึงแผนการเรียนการสอน คำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบในการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหามาแล้ว ให้กระทำดังนี้

1. นำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป
2. จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน
3. เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา
4. เลือกหัวข้อเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย
5. นำเรื่องที่เลือกมาแยกเป็นหัวข้อย่อย แล้วจัดลำดับความต่อเนื่อง และความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

ข) การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน

วัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะบ่งบอกถึงสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมาหลังจากสิ้นสุดการเรียนรู้ โดยที่พฤติกรรมนั้นจะต้องวัดได้ หรือสังเกตได้ คำที่ระบุในวัตถุประสงค์ประเภทนี้จึงเป็นคำกริยาที่ชี้เฉพาะ เช่น อธิบาย แยกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ เป็นต้น โดยนำเนื้อหา และกิจกรรมที่ได้จากที่ผ่านมาซึ่งสอดคล้องกับหัวข้อย่อยที่จะมาสร้างเป็นบทเรียน มาพิจารณาเขียนวัตถุประสงค์

ค) การวิเคราะห์สื่อ และกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การวิเคราะห์สื่อ และกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในขั้นตอนนี้ จะยึดตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนเป็นหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และสังกัดของเนื้อหาที่คาดหวังว่าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

2. เขียนเนื้อหาสั้น ๆ ทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. เขียนสังกัดของเนื้อหาทุกหัวข้อย่อย และทำการจัดลำดับเนื้อหาตามลำดับขั้นดังนี้

3.1 บทนำ

3.2 ระดับของเนื้อหา และกิจกรรม

3.3 ความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละบล็อก หรือเฟรม

3.4 ความยากง่ายของเนื้อหา

- 3.5 เลือก และกำหนดสื่อที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ พิจารณาในแต่ละกิจกรรมต้องใช้สื่อชนิดใด แล้วระบุลงในกิจกรรมนั้น

ง) การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน

การกำหนดขอบข่ายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวข้อย่อย ในกรณีที่เนื้อหาเรื่องดังกล่าวแยกเป็นหัวข้อย่อยหลาย ๆ หัวข้อ จำเป็นต้องกำหนดขอบข่ายของบทเรียนแต่ละเรื่อง เพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างบทเรียน จะได้ทราบถึงแนวทางขอบข่ายของบทเรียนที่ผู้เรียนจะเรียนต่อไป

จ) การกำหนดวิธีการนำเสนอ

การนำเสนอเนื้อหาในขั้นนี้ ได้แก่ การเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเฟรมว่าจะใช้วิธีการแบบใด นำมากำหนดเป็นรูปแบบการนำเสนอ เป็นต้นว่า การจัดวางตำแหน่ง และ

ขนาดของเนื้อหา การออกแบบ และแสดงภาพกราฟิกบนจอภาพ รวมถึงการออกแบบเฟรมต่าง ๆ ของบทเรียน

1.2 การออกแบบบทเรียน

การออกแบบบทเรียนในขั้นตอนนี้ หมายถึง การเขียนลำดับบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) และผังงาน (Flowchart)

บทดำเนินเรื่อง หมายถึง เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาแบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์ และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นเฟรมย่อย ๆ เรียงตามลำดับ ตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของบทเรียน บทดำเนินเรื่องจะประกอบด้วยภาพข้อความ ลักษณะของภาพ และเงื่อนไขต่าง ๆ โดยมีลักษณะเช่นเดียวกับบทสคริปต์ของการถ่ายทำสไลด์ หรือภาพยนตร์ การเขียนบทดำเนินเรื่อง จะยึดหลักของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาที่ผ่านมาเป็นหลัก บทดำเนินเรื่องจะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป ดังนั้นการสร้างบทดำเนินเรื่องจึงต้องมีความละเอียด รอบคอบ สมบูรณ์ เพื่อให้การสร้างบทเรียนในขั้นต่อไปทำได้ง่าย และเป็นระบบ อีกทั้งยังสะดวกต่อการแก้ไขบทเรียนในภายหลัง

ผังงาน หมายถึง แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของบทดำเนินเรื่อง ซึ่งเป็นการจัดอันดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละเฟรม หรือแต่ละส่วน ดังนั้นการเขียนบทดำเนินเรื่อง และผังงานจึงต้องทำควบคู่กันไป ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะพิจารณาสิ่งใดก่อน อาจจะเขียนไปพร้อม ๆ กันก็ได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้มีกิจกรรมที่จะต้องกระทำดังนี้

1. เขียนผังงาน และบทดำเนินเรื่อง
2. แสดงการเริ่มต้น และจุดจบของเนื้อหา
3. แสดงการเชื่อมต่อ และความสัมพันธ์การเชื่อมโยงบทเรียน
4. แสดงการปฏิสัมพันธ์ของเฟรมต่าง ๆ ของบทเรียน
5. แสดงเนื้อหาโดยใช้แบบสาขาแตกขยาย หรือแบบเชิงเส้น
6. แสดงการดำเนินบทเรียน รวมทั้งวิธีการเสนอเนื้อหา และกิจกรรม
7. การออกแบบจอภาพ และแสดงผล มีส่วนที่จะต้องพิจารณาดังนี้
 - 7.1 บทนำ และวิธีการใช้โปรแกรม
 - 7.2 การจัดเฟรม หรือแต่ละหน้าจอ
 - 7.3 การให้ สี แสง เสียง ภาพ ลาย และกราฟิกต่าง ๆ
 - 7.4 การพิจารณารูปแบบของตัวอักษร
 - 7.5 การตอบสนอง และการโต้ตอบ
 - 7.6 การแสดงผลบนจอภาพ และเครื่องพิมพ์
8. การกำหนดความสัมพันธ์ได้แก่
 - 8.1 ความสัมพันธ์ของเนื้อหา
 - 8.2 กิจกรรมการเรียนการสอน

การวิเคราะห์เนื้อหาในขั้นตอนที่ 1 และการออกแบบบทเรียนในขั้นตอนที่ 2 นับว่าเป็นกระบวนการเตรียมการสร้างตัวบทเรียน หรือตัวเนื้อหาบทเรียนที่เรียนอยู่ในลักษณะของเอกสารเป็นส่วนใหญ่ ทั้งสองขั้นตอนนี้จึงรวมเรียกว่า เป็นขั้นตอนของการออกแบบบทเรียนหรือการสร้างคอร์สแวร์ (Courseware Design) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากได้ออกแบบคอร์สแวร์แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.3 การสร้างบทเรียน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ จะยึดตามขั้นตอนที่ดำเนินการมาแล้วทั้งหมด เพื่อสร้างบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำได้ 2 ลักษณะตามที่ได้กล่าวมาแล้วคือ การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียน โดยเฉพาะในลักษณะของโปรแกรมนิพนธ์บทเรียน ซึ่งการใช้โปรแกรมประเภทนี้เหมาะสำหรับผู้สอนทั่ว ๆ ไป โดยไม่จำเป็นต้องมีทักษะทางด้านงานเขียนโปรแกรมมาก่อน ส่วนอีกลักษณะหนึ่งคือการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ วิธีการสร้างบทเรียนแบบนี้จะเป็นการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียน ผู้สร้างจะต้องอาศัยความชำนาญ และมีประสบการณ์ การสร้างบทเรียนประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมการ ได้แก่
 - 1.1 การเตรียมข้อความ
 - 1.2 การเตรียมภาพ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก
 - 1.3 การเตรียมเสียง
 - 1.4 การเตรียมสิ่งอื่น ๆ ประกอบการสร้างบทเรียน
2. การใส่เนื้อหา และกิจกรรม ได้แก่
 - 2.1 ป้อนข้อมูลที่จะแสดงบนจอภาพ
 - 2.2 สิ่งที่คาดหวัง และการตอบสนอง
 - 2.3 ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง
3. การใส่ข้อมูลเพื่อบันทึกการสอน
 - 1.4 การทดลองใช้

หลังจากสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดลองใช้บทเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จำเป็นอย่างยิ่ง ก่อนที่จะนำเอาบทเรียนไปใช้ในการเรียน และการสอน โดยมีข้อปฏิบัติดังนี้

1. การตรวจสอบ ในการตรวจสอบจะต้องกระทำตลอดเวลา ซึ่งรวมถึงการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบ และการพัฒนาบทเรียน
2. การทดลองการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำเป็นต้องมีการทดลองใช้งานก่อนที่จะมีการนำไปใช้งานจริง โดยกระทำกับกลุ่มทดลอง และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้อง และความสมบูรณ์ของบทเรียน

1.5 การประเมินผลการเรียน

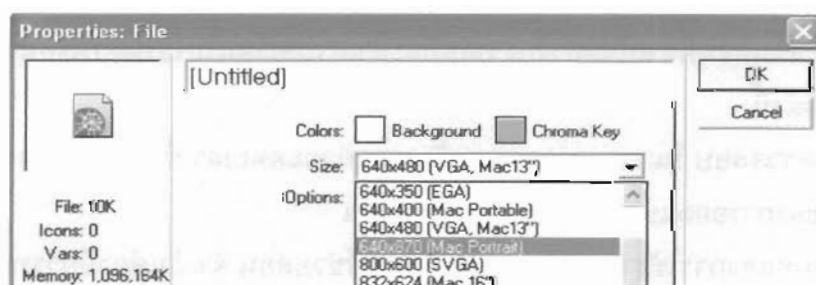
การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะคล้ายกับการประเมินผลบทเรียนทั่วไป มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อการประเมินผลตัวบทเรียน และประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เมื่อเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติมาเป็นเกณฑ์ในการประเมินผลด้านประสิทธิภาพของตัวบทเรียน

2. การออกแบบหน้าจอ

มนต์ชัย (2545: 254-259) กล่าวว่า เนื่องจากผู้เรียนต้องนั่งอยู่หน้าจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบหน้าจอจึงมีความสำคัญที่ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อผู้เรียน นักการคอมพิวเตอร์ศึกษาเชื่อว่าถ้าออกแบบหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สร้างความประทับใจ และชวนให้ผู้เรียนติดตามแล้ว จะส่งผลให้ตัวบทเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งส่งผลไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และค่าความคงทนทางการเรียนของผู้เรียนให้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย การออกแบบหน้าจอจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะต้องพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ความละเอียดของการแสดงผล (Resolution)

ความละเอียดของการแสดงผลเป็นส่วนที่สำคัญที่จะต้องกำหนดก่อนส่วนอื่น เพื่อใช้เป็นข้อบังคับพื้นฐานของบทเรียนที่จะต้องออกแบบภายใต้สภาวะการแสดงผลที่ระดับความละเอียดของภาพที่ปรากฏบนจอภาพ โดยวัดความละเอียดเป็นจำนวนพิกเซล (Pixel - Picture Element) ถ้ากำหนดการแสดงผลภาพไว้ที่ 640 x 480 พิกเซล ที่ระดับสีต่ำ ๆ เช่น 256 สี บทเรียนที่จะปรากฏหน้าจอภาพก็จะไม่น่าสนใจ เนื่องจากภาพ หรือกราฟิกจะมีลักษณะหยاب ไม่สวยงาม แต่ถ้ากำหนดความละเอียดไว้สูงเกินไป เช่นที่ 1,024 x 768 พิกเซล ที่ระดับสีจริง 16.7 Million Color ก็จะมีผลต่อขนาดความจุของตัวบทเรียน อีกทั้งการประมวลผลภาพที่มีความละเอียดมาก ๆ เครื่องจะใช้เวลาประมวลผลมาก อาจมีผลทำให้การนำเสนอบทเรียนขาดช่วง หรือภาพและเสียงมีการทำงานไม่สัมพันธ์กันได้ ดังนั้น จึงควรกำหนดไว้ที่ระดับปานกลาง เช่นที่ 800 x 600 พิกเซล ซึ่งในระดับนี้สามารถได้ภาพที่มีคุณภาพ และใช้งานกับคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปได้



ภาพที่ 2-3 การกำหนดระดับความละเอียดของการแสดงผล

2.2 ส่วนของการแสดงผลบทเรียน (Instructional Display)

Roderics, Sims แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีซิดนีย์ ได้ยกคำกล่าวของ Heines เกี่ยวกับการออกแบบหน้าจอในส่วนของการแสดงผลบทเรียนไว้ว่า ในหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 5 ส่วน ได้แก่

2.2.1 ส่วนของทิศทางบทเรียน (Orientation) ได้แก่ การนำเสนอชื่อเรื่อง หมายเลขเฟรม

2.2.2 ส่วนของผู้เรียนที่จะต้องเรียน (Directions) ได้แก่ ตัวเนื้อหาบทเรียน กิจกรรมการเรียน ในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

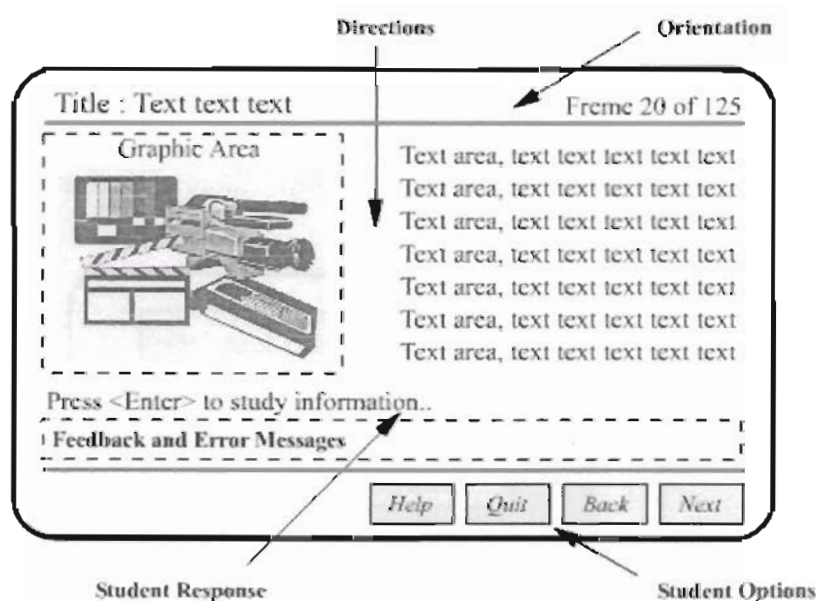
1. เนื้อที่แสดงกราฟิก (Graphic Area) ปกติจะอยู่ทางซ้ายมือของจอภาพ หรือ อาจจัดไว้ตรงกลางโดยมีข้อความอยู่รอบ ๆ หรืออยู่ในส่วนล่างของภาพ

2. เนื้อที่แสดงข้อความ (Text Area) ปกติจะอยู่ทางขวามือของจอภาพ

2.2.3 ส่วนของการโต้ตอบผู้เรียน (Student Response) ได้แก่ คำตอบจากผู้เรียน การร่วมกิจกรรมของผู้เรียน

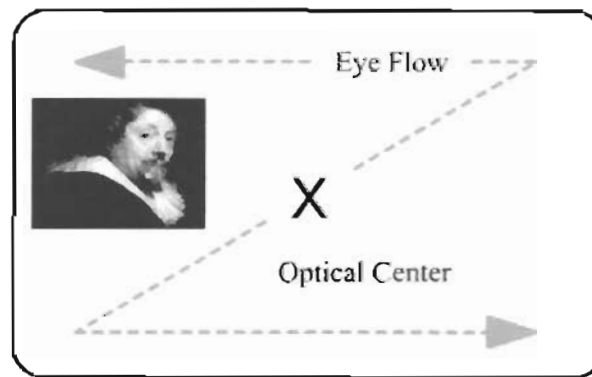
2.2.4 ส่วนของป้อนกลับ และแสดงข้อผิดพลาดจากบทเรียน (Feedback and Error Messages) ได้แก่ ข้อความที่แสดงการตรวจรับจากบทเรียน รวมทั้งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการใช้บทเรียน

2.2.5 ส่วนของทางเลือกผู้เรียน (Student Options) ได้แก่ ส่วนของการควบคุมบทเรียน รวมทั้งคำแนะนำต่าง ๆ ในการใช้บทเรียน



ภาพที่ 2-4 ส่วนประกอบของส่วนการแสดงผลบทเรียน

อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะสามารถจัดวางตำแหน่งได้ตามต้องการ แต่มีองค์ประกอบบางประการที่ผู้ออกแบบควรจะต้องพิจารณา ได้แก่ จุดศูนย์กลางของสายตา (Optical Center) และทิศทางการมองของผู้เรียน (Eye Flow) ซึ่งปกติโดยทั่วไปจะยึดรูปแบบ Z (Z-Like Pattern) ซึ่งเป็นทิศทางการนำเสนอที่ดึงดูดความสนใจมากที่สุด

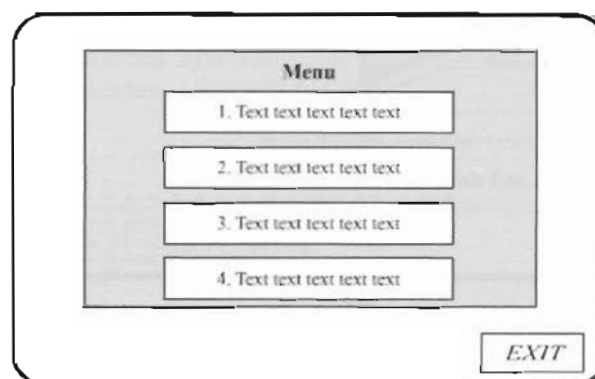


ภาพที่ 2-5 จุดศูนย์รวมสายตาและทิศทางการมองตามรูปแบบ Z

2.3 ส่วนของการควบคุมบทเรียนของผู้เรียน (Student Control)

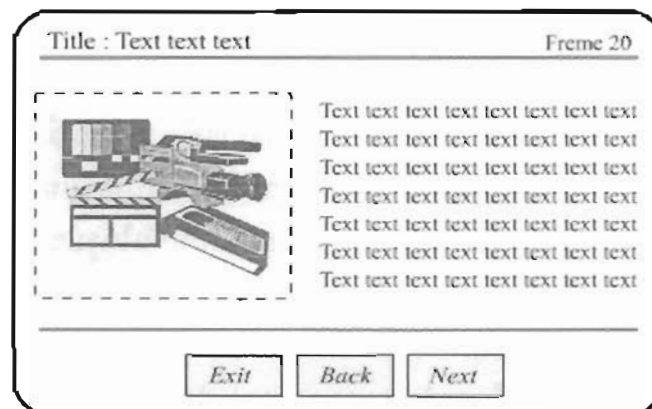
เป็นส่วนของการควบคุมการนำเสนอบทเรียนโดยผู้เรียน บทเรียนที่สร้างต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับการออกแบบหน้าจอ โดยทั่วไปสามารถจำแนกได้ 3 แบบ ได้แก่

2.3.1 การใช้รายการให้เลือก (Menu) เป็นส่วนของการควบคุมบทเรียนที่มีลักษณะเป็นรายการให้เลือกรายชื่อ พบในส่วนของรายการให้เลือกบทเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกได้ ส่วนของการนำเสนอคำถาม หรือการนำเสนอเนื้อหาที่มีการแบ่งเป็นข้อ ๆ เป็นต้น นับว่าเป็นรูปแบบที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยมากที่สุด เนื่องจากง่ายต่อการปฏิสัมพันธ์ เพื่อควบคุมบทเรียน



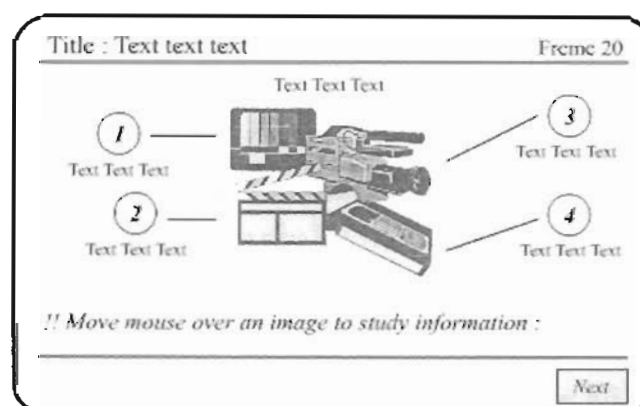
ภาพที่ 2-6 การใช้รายการให้เลือก (Menu) ในการควบคุมบทเรียน

2.3.2 การใช้วิธีแสดงเนื้อหาตามลำดับ (Display Sequencing) เป็นการนำเสนอเนื้อหาที่ต่อเนื่องกัน การควบคุมบทเรียนจึงใช้ในส่วนของการเลือกบทเรียน (Student Option) การควบคุมบทเรียนแบบนี้ จะต้องออกแบบปุ่มกดขึ้นมาเพื่อให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์



ภาพที่ 2-7 การใช้วิธีแสดงเนื้อหาตามลำดับในการควบคุมบทเรียน

2.3.3 การใช้วัตถุ (Object) ได้แก่ รูปภาพ สัญลักษณ์ กราฟิก หรือวัตถุใดๆ ที่อาจเป็นส่วนหนึ่งของภาพในการเข้าถึงบทเรียน โดยทำงานในลักษณะของ Hot Spot หรือ Hot Object สามารถควบคุมบทเรียนได้โดยวิธีการคลิกเมาส์ หรือเลื่อนเมาส์ไปบนที่วัตถุนั้น ๆ



ภาพที่ 2-8 การใช้วิธีวัตถุในการควบคุมบทเรียนในลักษณะ Hot Spot หรือ Hot Object

2.4 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.1 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มนต์ชัย (2545: 329-330) กล่าวว่า ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Efficiency) หมายถึง ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้กับผู้เรียนมีความสามารถทำแบบทดสอบระหว่างบทเรียน แบบฝึกหัด หรือ แบบทดสอบหลังบทเรียน ได้บรรลุวัตถุประสงค์ในระดับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนจึงต้องกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นก่อน โดยทั่วไปจะใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เกิดจากแบบฝึกหัด หรือคำถามระหว่างบทเรียน กับคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ แล้วนำมาคำนวณเป็นร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบกันในรูปแบบของ Event 1 / Event 2 โดยเขียนอย่างย่อเป็น E1/E2 เช่น 90/90 หรือ 85/85 และจะต้องกำหนดค่า E1 และ E2 เท่ากัน เนื่องจากง่ายต่อการเปรียบเทียบ และการแปลความหมาย

ข้อพิจารณาสำหรับเกณฑ์การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียนก็คือ ถ้ากำหนดเกณฑ์ที่สูงจะทำให้บทเรียนมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมากขึ้น โดยทั่วไปไม่ควรกำหนดไว้ต่ำกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากจะทำให้บทเรียนลดความสำคัญลงไป ข้อพิจารณาในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของบทเรียน สามารถกำหนดได้ดังนี้

1. บทเรียนสำหรับเด็กเล็ก ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 95-100
2. บทเรียนสำหรับบุคคลโดยทั่วไปไม่ระบุกลุ่มเป้าหมายที่แน่นอน ควรกำหนดไว้ 80-85
3. บทเรียนที่เป็นเนื้อหาทฤษฎี หลักการ มโนคติ และเนื้อหาพื้นฐานสำหรับวิชาอื่น ๆ ควรกำหนดไว้ระหว่าง 90-95
4. บทเรียนที่มีเนื้อหาวิชายาก และซับซ้อน ต้องใช้เวลาในการศึกษามากกว่าปกติ ควรกำหนดไว้ระหว่าง 85-90
5. บทเรียนวิชาปฏิบัติ วิชาประลอง วิชาทฤษฎีที่ปฏิบัติ ควรกำหนดไว้ระหว่าง 80-85

กฤษมันต์ (2538: 11-14) กล่าวว่า ความแตกต่างของ CAI ที่เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์กับบทเรียนโปรแกรมที่ส่วนมากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้น ทำให้สถานการณ์ของการเรียนรู้เปลี่ยนไป แนวคิดการสร้างบทเรียน CAI จึงแตกต่างจากบทเรียนโปรแกรมหลายประการ เนื่องจากความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการเสนอข้อมูล และเพิ่มระดับของการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ถึงแม้จะมีทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการออกแบบบทเรียนร่วมกันอยู่บ้างก็ตาม เมื่อแนวคิด และเทคนิควิธีการของการสร้างบทเรียน CAI แตกต่างจากบทเรียนโปรแกรม การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียน CAI จึงน่าจะปรับเปลี่ยน ให้สอดคล้องกับความแตกต่างที่เป็นอยู่ โดยสังเคราะห์จากแนวคิดการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และลักษณะเฉพาะของบทเรียน CAI ที่แตกต่างจากบทเรียนโปรแกรมนำมาสร้างเป็นสูตร และกระบวนการหาประสิทธิภาพ ดังนี้

สูตร KW-A หาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม ของแบบฝึกหัด

$$\bar{E}_a = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X}{A} \right)_i}{N} \quad (2-1)$$

เมื่อ $\bar{E}_a$ คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม

X คือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N คือ จำนวนผู้เรียน

i คือ ลำดับที่ของผู้เรียน

สูตร KW-B หาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม ของแบบทดสอบ

$$\bar{E}_b = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X}{B} \right)_i}{N} \quad (2-2)$$

เมื่อ $\bar{E}_b$ คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม

X คือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

N คือ จำนวนผู้เรียน

i คือ ลำดับที่ของผู้เรียน

สูตร KW-CAI หาค่าประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$E - CAI = (\bar{E}_a + \bar{E}_b) \quad (2-3)$$

เมื่อ E-CAI คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$\bar{E}_a$ คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม

$\bar{E}_b$ คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม

จากสูตร KW-A ค่าของ X และ N จะไม่แตกต่างจากความหมายของแนวคิดในการหาค่า E_u จากสูตรการคำนวณที่ใช้กับบทเรียนโปรแกรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าของ N หมายถึงจำนวนผู้เรียน แต่ค่าของ X นั้น มีส่วนสัมพันธ์กับค่า A อยู่มากเพราะ X คือคะแนนที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ ส่วน A คือคะแนนเต็มของแบบฝึกหัดตามแนวคิดของสูตรหาค่า E_u ในบทเรียนโปรแกรมนั่นเอง ซึ่งค่าของ A มักจะเป็นคะแนนเต็มของแบบฝึกหัดที่มีข้อคำถามคล้ายข้อสอบและ 1 ข้อ ของแบบฝึกหัด หมายถึง 1 คะแนน

แต่ในสูตรของ KW-A แนวคิดของค่า A มีทั้งที่เป็นรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมถ้าบทเรียน CAI ที่สร้างนั้น มีรูปแบบของแบบฝึกหัดเหมือนข้อคำถามให้ตอบเหมือนบทเรียนโปรแกรม นอกจากนี้ค่า A ใน KW-A ยังเป็นค่าที่มาจากจำนวนกลุ่มแบบฝึกหัดในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่า A จึงอาจเป็นค่าที่สัมพันธ์กับจำนวนกลุ่มของแบบฝึกหัดที่อาจจะมีหลายข้อในแต่ละจุดประสงค์ของบทเรียน CAI ตัวอย่างเช่น ใน 1 วัตถุประสงค์อาจจะมีแบบฝึกหัดที่เป็นข้อคำถาม หรือกิจกรรมต่าง ๆ มากมาย ถ้าผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น 80% หรือ 90% ให้ถือว่าผ่านวัตถุประสงค์โดยได้ค่าของ A เป็น 1 ไม่ใช่ตามจำนวนข้อคำถามในแต่ละจุดประสงค์ ทั้งนี้เนื่องจากการออกแบบบทเรียน CAI นั้น แนวทางการทำแบบฝึกหัดอาจมีหลายรูปแบบ และหลายวิธีการมากกว่าการใช้ข้อคำถาม จึงเปิดโอกาสให้สามารถนำมาใช้คำนวณเป็นคะแนนของ A ได้ นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนหรือคำถามแต่ละข้อยังสามารถให้คะแนนแตกต่างกันได้ตามความยากง่ายของข้อคำถาม การใช้ข้อคำถามเป็นตัวกำหนดตายตัว เช่น ถ้าผู้เรียนทำถูก 1 ข้อ ให้ 1 คะแนน อาจทำให้น้ำหนักของคะแนน A คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง และการสร้างข้อคำถามอาจไม่เหมาะสมในการทำแบบฝึกหัดบางเนื้อหาวิชาอีกด้วย การพิจารณาคะแนนของบทเรียน CAI จึงมุ่งที่การผ่านจุดประสงค์ในแต่ละจุดประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นสำคัญ

ในกรณีเดียวกัน การหาค่าของ B อาจมาจากคะแนนแบบทดสอบหลังการเรียนรู้บทเรียน CAI ส่วนมากเป็นรายข้อคำถาม โดยให้คะแนนข้อคำถามละ 1 คะแนน แต่ในการคิดคำนวณสูตร KW-B คะแนน B นอกจากคะแนนแบบทดสอบหลังการเรียนรู้บทเรียน CAI โดยให้ค่าคำตอบ 1 คะแนนต่อข้อ เมื่อตอบถูกแล้ว ในการใช้สูตร KW-B นั้น บทเรียน CAI ที่ทำขึ้นเพื่อสอนกระบวนวิชาชีพ หรือวิชาทักษะข้อสอบควรจะเป็นข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ที่มีค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงในระดับมาตรฐานการยอมรับ สามารถใช้ค่า B จากการทำข้อสอบ 1 ข้อ ให้คิดคะแนนได้ 1 คะแนน นอกจากนั้นยังใช้ค่า B เป็นค่าจำนวนวัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนสอบผ่านได้อีกด้วย เช่น ตัวอย่างข้อสอบหลังการเรียนรู้ฉบับหนึ่งมีจำนวนข้อทั้งหมด 100 ข้อ แต่แยกเป็นวัตถุประสงค์ที่ครอบคลุมได้ 20 วัตถุประสงค์ ใน 1 วัตถุประสงค์อาจจะมีข้อสอบจำนวน 3 ข้อ 4 ข้อ หรือ 5 ข้อ เท่าไรก็ได้ถ้าผู้สอบสามารถทำข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์ได้ผ่านตามเกณฑ์ก็ให้นับเป็น 1 วัตถุประสงค์ ฉะนั้นผู้ที่ทำข้อสอบได้เต็ม หรือผ่าน 20 วัตถุประสงค์ ไม่จำเป็นต้องทำข้อสอบถูกทั้งหมด 100 ข้อ นอกจากนี้คะแนนของข้อคำถาม หรือแต่ละจุดประสงค์ อาจ

ไม่เท่ากันได้ ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของข้อคำถาม หรือแต่ละจุดประสงค์ ถ้าข้อสอบได้มีการวิเคราะห์ หาความยากง่ายรายข้อมาแล้ว การกำหนดค่าคะแนนตามความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ จะสามารถนำค่าคะแนนมาใช้ในการคำนวณตามสูตรนี้ได้ด้วย การประเมินค่า E-CAI ซึ่งมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ มีเกณฑ์ดังนี้

95 - 100 มีประสิทธิภาพดีมาก

90 - 94 มีประสิทธิภาพดี

80 - 89 มีประสิทธิภาพพอใช้

ต่ำกว่า 80 ต้องปรับปรุงแก้ไข

เกณฑ์ที่ใช้แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนได้มีการทดสอบความสัมพันธ์ กับการประเมินด้วยบุคคลที่เป็นผู้เชี่ยวชาญแล้วพบว่า ค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาณที่คำนวณได้จากสูตร (ค่าที่บอกเป็นตัวเลขที่มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์) มีความสอดคล้องกับค่าการประเมินเชิงคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ (ค่าที่บอกเป็นการบรรยายประสิทธิภาพ เช่น พอใช้ ดี ดีมาก) อย่างมี นัยสำคัญ

2.4.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

มนต์ชัย (2545: 332-334) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกในรูปของคะแนน หรือระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง หลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสามารถแสดงผลได้ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดยจะเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ เงื่อนไข ต่าง ๆ หรือเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน เช่น มีค่าสูงขึ้น หรือมีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียน 2 กลุ่ม เป็นต้น

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีความสัมพันธ์กับแผนการทดลอง และสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยอาศัยหลักสถิติเพื่อสรุปความหมายในเชิงของการเปรียบเทียบแต่ละแนวทาง สถิติที่ใช้เปรียบเทียบ ได้แก่ z-test, t-test, ANOVA, ANCOVA และค่าสถิติอื่น ๆ โดยแปลความหมายในเชิงคุณภาพ หรือการเปรียบเทียบเพื่อเป็นเครื่องยืนยันได้ถึงความสามารถของผู้เรียนที่เกิดการเรียนรู้ขึ้นจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องดังกล่าว

2.5 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

สมภพ (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย เรื่องการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์นิวแมติกส์ ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์นิวแมติกส์ แก่ช่างซ่อมบำรุง โดยทดลองใช้ชุดฝึกอบรมกับพนักงานซ่อมบำรุงรักษา บริษัทผลิตภัณฑ์กระต่ายไทย จำกัด จำนวน 30 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น

ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าในพฤติกรรมการเรียนรู้ และมีประสิทธิภาพ 80.27/89.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ในวิชานิวแมติกส์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุธน (2544) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรม เรื่อง นิวแมติกส์เบื้องต้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา โดยบทเรียนโปรแกรม ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 4 บทเรียน ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 26 คน โดยศึกษาบทเรียน โปรแกรมพร้อมทำแบบฝึกหัด และเมื่อจบบทเรียนในแต่ละเรื่องแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ ความรู้หลังเรียน อีกครั้งจนครบทั้ง 4 บทเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.68/90.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 90/90 กำหนดไว้

สถาพร (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนวิชากลศาสตร์ของไหล เรื่องการไหลภายในท่อ ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.47/81.91 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าการทดสอบ ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คุณ (2544) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาโปรแกรมสำเร็จรูปด้านกราฟิก เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคนิค ลพบุรี ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 91 เปอร์เซนต์ ซึ่งอยู่ใน เกณฑ์ดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสาวคนธ์ (2541) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดีย วิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกพณิชยการ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.78/86.78 และ KW-CAI เท่ากับ 88.78 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ มีประสิทธิภาพพอใช้ รวมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่า วิธีการสอนแบบปกติ

ชูชีพ (2543) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดีย เรื่องการอ่าน การเขียนแบบภาพฉาย และการกำหนดขนาดมิติ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา โดยทดลองใช้กับนักศึกษาระดับ ปวช. สาขาช่างยนต์ ชั้นปีที่ 1 โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ผลการวิจัยปรากฏ ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ

มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.30/82.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และใช้เวลาเรียนเพียง 53.23 นาที ซึ่งน้อยกว่าเวลาที่ใช้เรียนตามปกติ

สวาท (2535) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการอ่านแบบภาพประกอบและภาพแยกชิ้น วิชาเขียนแบบเทคนิค 01 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ภาควิชาเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยทำให้ทราบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 81.22/80.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ชาเลื่อง (2537) ได้ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ภาพสัญลักษณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการนำเสนอแบบภาพเหมือนจริงไปหาภาพสัญลักษณ์ กับแบบภาพสัญลักษณ์ไปหาภาพเหมือนจริง ผลการวิจัยทำให้ทราบว่า การเรียนรู้ภาพสัญลักษณ์ของนักเรียนที่ได้รับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการนำเสนอแบบภาพเหมือนจริงไปหาภาพสัญลักษณ์ดีกว่า การนำเสนอแบบภาพสัญลักษณ์ไปหาภาพเหมือนจริง

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

MC Cuistion (1991) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบภาพคงที่ และภาพเคลื่อนไหว ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย Texas A&M ผลการวิจัยปรากฏว่า นักศึกษามีความชอบภาพสามมิติแบบเคลื่อนไหวสูงกว่าแบบภาพคงที่

Heck (1996) ได้ทำการวิจัยผลของไอคอนกับข้อความว่าอย่างไรจะเป็นตัวแทนให้มีการสื่อความหมายมากกว่ากันในการมองภาพที่ซับซ้อน ผลการวิจัยปรากฏว่า การใช้ไอคอนให้ผลการสื่อ หรือเป็นตัวแทนที่ดีกว่าการใช้ข้อความเพื่อสื่อความหมายในการสื่อสารให้ผู้ใช้อคอมพิวเตอร์เข้าใจ

2.5.3 สรุปเอกสารและงานวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีวิธีการสร้างด้วยเจตนาที่จะช่วยการสอนในชั้นเรียนปกติ โดยใช้เทคนิคการนำเสนอด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามแนวคิด และทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิผล โดยผลจากการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในงานวิจัยส่วนใหญ่ จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด อีกทั้งการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน โดยการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ นอกจากนี้ผลของการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากจะนำไปใช้กับนักศึกษาในชั้นเรียนปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้กับพนักงานบริษัท หรือช่างเทคนิค เพื่อช่วยพัฒนาทักษะ และเกิดการเรียนรู้ได้จริงอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีวแมดิกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยมีวิธีการวิจัยเป็นขั้นตอนดังนี้

- 3.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การกำหนดแบบแผนการวิจัย
- 3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.5 การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชา ช่างยนต์ ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาชีวแมดิกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0106 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 260 คน (ภาคผนวก ง ตารางที่ ง-4)

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ ของโรงเรียน เทคโนโลยีสยามที่ลงทะเบียนเรียน วิชาชีวแมดิกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0106 ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) (ล้วน และอังคณา, 2538: 98-99) มีรายละเอียดในการเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 3-1 แสดงข้อมูลการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

		ห้องที่		
		1	2	3
ภาคการศึกษา 1/2549	มิ.ย. - ก.ค.	ฝึกงาน	กลุ่มย่อย	กลุ่มควบคุม
	ส.ค. - ก.ย.	กลุ่มทดลอง	ฝึกงาน	ฝึกงาน
จำนวนผู้เรียนที่ใช้เก็บข้อมูล		32	20	34
เกรดเฉลี่ย GPA.		2.80	2.82	2.94
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		.413	.468	.353

จากตารางที่ 3-1 แสดงให้เห็นว่าในภาคการศึกษาที่ 1/2549 มีนักศึกษาระดับ บัณฑิต สาขาวิชาช่างยนต์ จำนวน 3 ห้อง ออกไปฝึกงานกับสถานประกอบการเป็นระยะเวลา 2 เดือน และกลับมาเข้ารับการการศึกษาที่สถานศึกษาต่ออีก 2 เดือน คือช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม 2549 และช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน 2549 แต่ละห้องมีรายละเอียดต่อไปนี้

ห้องที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง ใช้วิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีจำนวนผู้เรียนที่ใช้เก็บข้อมูล 32 คน มีระดับผลการเรียน (เกรดเฉลี่ยรวมทั้งหมด) 2.80 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .413

ห้องที่ 2 เป็นกลุ่มย่อย มีจำนวนผู้เรียนที่ใช้เก็บข้อมูล 20 คน มีระดับผลการเรียน (เกรดเฉลี่ยรวมทั้งหมด) 2.82 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .468

ห้องที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม ใช้วิธีการเรียนด้วยการสอนแบบปกติ มีจำนวนผู้เรียนที่ใช้เก็บข้อมูล 34 คน มีระดับผลการเรียน (เกรดเฉลี่ยรวมทั้งหมด) 2.94 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .353 (ดูรายละเอียดใน ภาคผนวก ง ตารางที่ ง-4)

3.2 การกำหนดแบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control - Group Posttest Only Design มีลักษณะการทดลองดังนี้ (ล้วน และอังคณา, 2538: 252)

ตารางที่ 3-2 แสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบหลังการเรียน
E_R	X_a	T_2
C_R	X_b	T_2

เมื่อ E_R คือ กลุ่มทดลอง

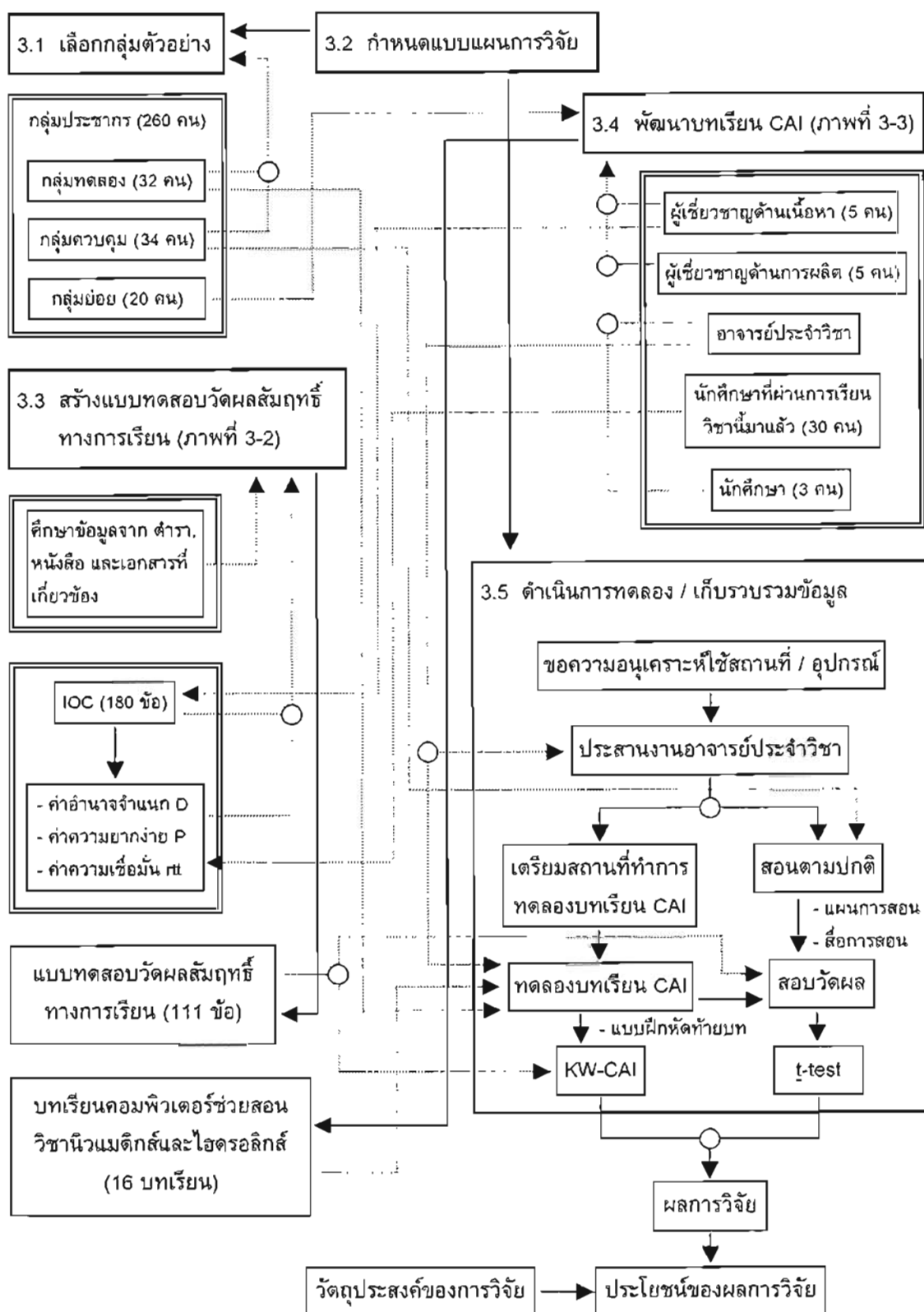
C_R คือ กลุ่มควบคุม

X_a คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

X_b คือ การเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

T_2 คือ การทดสอบหลังการเรียน

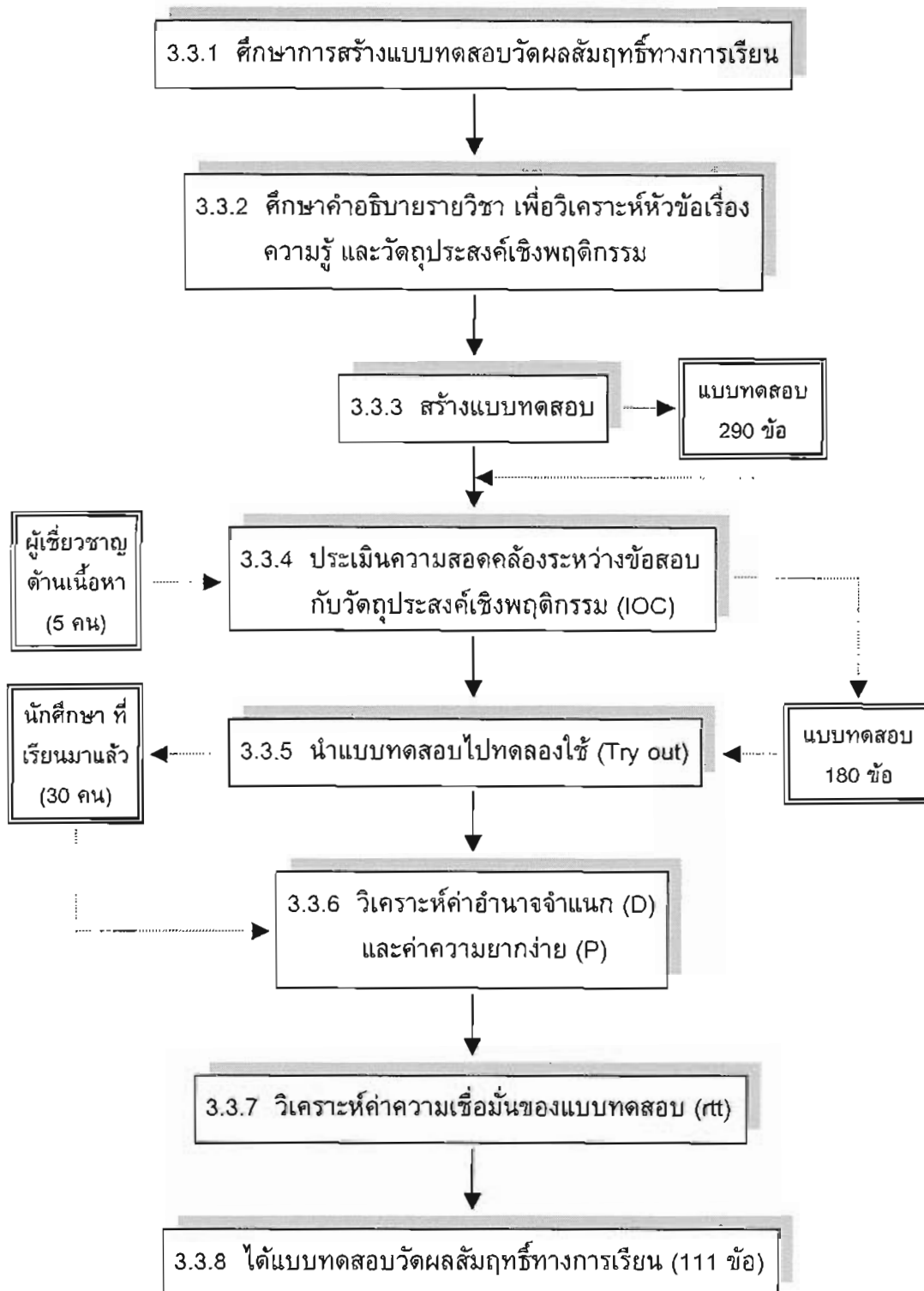
แบบแผนการวิจัยครั้งนี้ มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม แบ่งเป็น กลุ่มทดลองดำเนินการทดลองด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และทดสอบหลังการเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนกลุ่มควบคุมจะดำเนินการทดลอง ด้วยวิธีการสอนแบบปกติตามแผนการสอน (ภาคผนวก ข หน้า 77-94) และทดสอบหลังการเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกัน



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย

3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลำดับขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากตำรา และเอกสารเกี่ยวกับการวัด และการประเมินผลการศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบ

3.3.2 ศึกษาคำอธิบายรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 เพื่อวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง (Topic) แยกย่อย ความรู้ (Knowledge) และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives) ทำให้ได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวนทั้งสิ้น 56 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาในส่วนพื้นฐานระบบนิวแมติกส์ จนถึงวงจรแยกสัญญาณควบคุม (ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1)

3.3.3 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย เลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อวิเคราะห์ระดับความรู้ และระดับความสำคัญ ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นรายข้อ โดยกำหนดระดับความรู้เป็น 3 ระดับ และระดับความสำคัญเป็น 3 ระดับ ดังนี้ (พิสิฐ และธีระพล, 2531: 187)

ระดับความรู้	ระดับความสำคัญ
R = Recalled Knowledge หมายถึง ขั้นการฟื้นคืนความรู้	O = Unimportant หมายถึง สำคัญน้อย
A = Applied Knowledge หมายถึง ขั้นการนำความรู้ไปใช้	I = Important หมายถึง สำคัญปานกลาง
T = Transferred Knowledge หมายถึง ขั้นการส่งถ่ายความรู้	X = Very Important หมายถึง สำคัญมาก

3.3.3.2 นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 56 ข้อที่กำหนดขึ้น มาแบ่งกลุ่มจัดเรียงลงในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้น (ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-2)

3.3.3.3 สร้างแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยสร้างข้อคำถามด้วยภาษาที่ง่ายเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน คำนึงถึงความเป็นปรนัยที่จะสามารถวัดผลได้ตรงตามระดับความรู้ และระดับความสำคัญของข้อคำถามที่ได้กำหนดไว้

3.3.3.4 ได้แบบทดสอบจำนวนทั้งสิ้น 209 ข้อ

3.3.4 ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.4.1 จัดทำแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยจัดเรียงข้อสอบให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละข้อ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของท่าน เกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ ของแบบทดสอบ วิชานิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาระดับ ปวส. สาขาวิชาช่างยนต์ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความสอดคล้อง ซึ่งกำหนดเกณฑ์ตัดสินค่าความสอดคล้องดังนี้

- + 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบข้อนี้สามารถวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้นได้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนี้สามารถวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้นได้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบข้อนี้ไม่สามารถวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้นได้

ความรู้เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์			
ความรู้ : ความหมายของระบบนิวแมติกส์	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม : 1. บอกวิวัฒนาการของระบบนิวแมติกส์ได้ 2. ให้คำจำกัดความของคำว่า นิวแมติกส์ได้		
1. ข้อใดคือการปฏิบัติงานการอุตสาหกรรมโดยเริ่มนำระบบนิวแมติกส์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ก. งานส่งวัสดุไปตามท่อฝังพื้นด้วยลมอัด ข. เครื่องเจาะอุโมงค์ที่ใช้ระบบลมอัด ค. ระบบเบรกพลังงานลมอัด ง. เครื่องผลิตไฟฟ้าพลังงานลมอัด	ระดับความสอดคล้อง		
	+1	0	-1
			

3.3.4.2 นำแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ และแก้ไขปรับปรุง

3.3.4.3 นำแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก หน้า 60) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และประเมินผลแบบทดสอบ

3.3.4.4 นำข้อมูลที่ได้อีกกลับมาจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC : Index of Consistency) โดยใช้สูตร ดังนี้

สูตร คำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สมนึก, 2541: 221)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้มีประสบการณ์

N คือ จำนวนผู้มีประสบการณ์

เกณฑ์การวิเคราะห์ ข้อสอบมีค่าดัชนีมากกว่า .5 ถือว่าข้อสอบมีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีต่ำกว่า .5 ให้ตัดทิ้งไป (สมนึก, 2541: 221) ทำให้ได้ข้อสอบที่นำไปใช้ทดลองหาค่าความยากง่าย และหาค่าอำนาจจำแนกจำนวน 180 ข้อ (ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-3)

3.3.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ กับนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยามที่เคยผ่านการเรียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์มาแล้ว จำนวน 30 คน

3.3.6 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความยากง่าย (P) เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ด้วยวิธีการดังนี้

3.3.6.1 นำคำตอบของผู้เรียนทั้ง 30 คนมาตรวจให้คะแนน ข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ 0 คะแนน

3.3.6.2 สร้างตารางวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ แล้วจัดเรียงลำดับคะแนนที่แต่ละคนทำได้จากมากไปหาน้อย โดยใช้เทคนิค 50% ในการแบ่งผู้เรียนทั้ง 30 คนเป็นกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ ได้ผู้เรียนกลุ่มสูงจำนวน 15 คน และผู้เรียนกลุ่มต่ำจำนวน 15 คน (ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-4)

3.3.6.3 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความยากง่าย (P) โดยใช้สูตรดังนี้
สูตร คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ (ลิวัน และอังคณา, 2538: 210-211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N} \quad (3-2)$$

เมื่อ D คือ ค่าดัชนีการจำแนกข้อสอบ

R_U คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

สูตร คำนวณหาค่าดัชนีความยากง่าย (ลิวัน และอังคณา, 2538: 209-210)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3-3)$$

เมื่อ P คือ ค่าดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ

R คือ จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N คือ จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

เกณฑ์การคัดเลือกแบบทดสอบเป็นรายข้อมีวิธีการพิจารณาค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าดัชนีความยากง่าย (P) ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก (D) จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ถ้าคำนวณออกมา (D) มีค่าบวกสูง แปลว่าอำนาจจำแนกดี แต่ถ้ามีค่าเป็นลบหรือ 0 ถือว่าอำนาจจำแนกใช้ไม่ได้ ค่าอำนาจจำแนกที่ถือว่าจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ จะใช้ค่าอยู่ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ล้วน และอังคณา, 2538: 211)

ค่าดัชนีความยากง่าย (P) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าคำนวณออกมา (P) มีค่าต่ำถือว่าข้อคำถามข้อนั้นยากไป ถ้ามีค่าสูงแสดงว่าข้อคำถามข้อนั้นง่ายไป คุณภาพทางด้านความยากง่ายพอเหมาะ จะยึดค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 (ล้วน และอังคณา, 2538: 210)

ผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบ ทำให้ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่า .20 ขึ้นไป และมีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 จำนวนทั้งสิ้น 108 ข้อ (ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-5)

3.3.6.4 คัดเลือกข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์อีกจำนวน 3 ข้อ นำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่เช่นเดิม โดยข้อสอบที่นำมาปรับปรุงแก้ไขทั้ง 3 ข้อ เป็นข้อสอบที่มีความง่ายสูง ทำให้ค่าอำนาจจำแนกต่ำ แต่เป็นข้อสอบที่ได้ผ่านการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยผู้วิจัยได้แก้ไขตัวลงให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ทำให้ได้ข้อสอบที่ใช้สำหรับหาค่าความเชื่อมั่นจำนวนทั้งสิ้น 111 ข้อ (ภาคผนวก ข หน้า 139-165)

3.3.7 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรดังนี้

สูตร คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) สูตรของ Kuder-Richardson # 20 (K-R # 20) (ล้วน และอังคณา, 2538: 197-198)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{(\sum pq)}{S_t^2} \right] \quad (3-4)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

P คือ สัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

S_t คือ คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

มีเกณฑ์การประเมินดังนี้ (Henry and Garrett, 1967: 29)

r_{tt} มีค่า .00 ถึง .20 ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก หรือไม่มีเลย

r_{tt} มีค่า .20 ถึง .40 ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

r_{tt} มีค่า .40 ถึง .70 ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์พอใช้

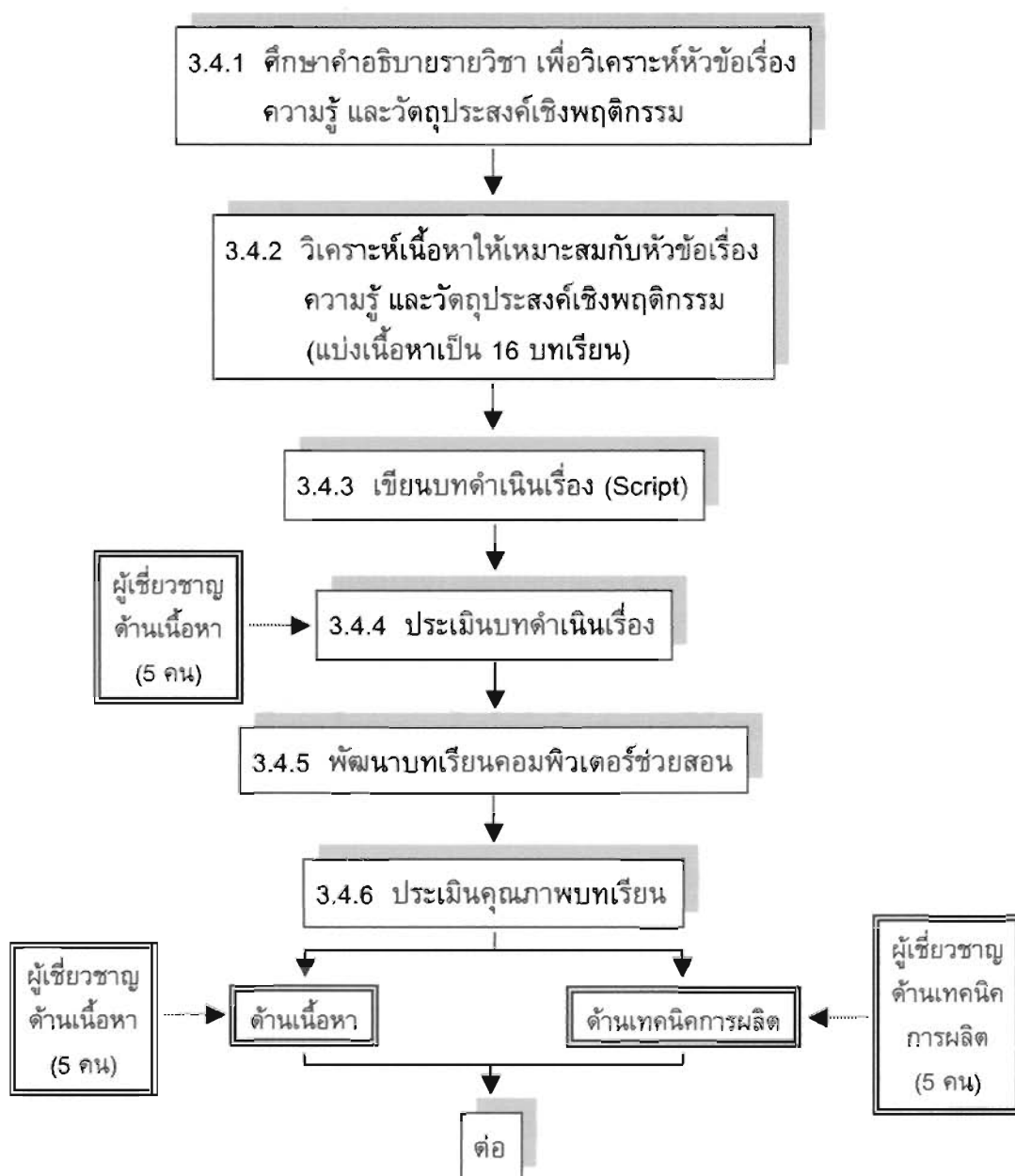
r_{tt} มีค่า .70 ถึง 1.0 ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง

ผลจากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ด้วยสมการ KR # 20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .94 (ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-6) แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง

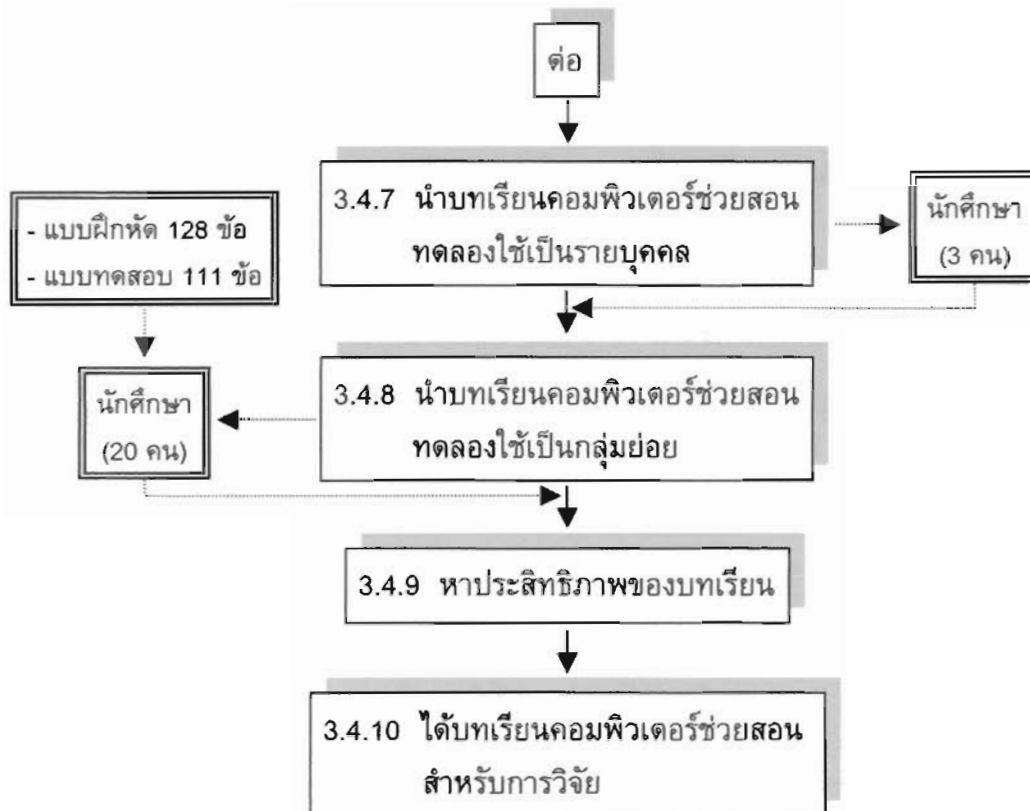
3.3.8 ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับการนำไปใช้ในงานวิจัย

3.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีวแมตริกส์และไฮดรอลิกส์ มีลำดับขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3-3 (ต่อ)

3.4.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 เพื่อวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง (Topic) แยกย่อยความรู้ (Knowledge) และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives) (ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1)

3.4.2 วิเคราะห์เนื้อหาให้เหมาะสมกับหัวข้อเรื่อง ความรู้ และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

3.4.2.1 ศึกษาเนื้อหาจากหนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบการฝึกอบรมต่าง ๆ เช่น หนังสือนิวแมติกส์อุตสาหกรรม (ปานเพชร และขวัญชัย, 2541) นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ, 2547) Maintenance of Pneumatic Equipment and Systems (Meixner and Kobler, 1993) เป็นต้น

3.4.2.2 แยกย่อยเนื้อหา จัดเรียงลำดับให้ตรงตามหัวข้อเรื่อง ความรู้ และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแบ่งเนื้อหาที่ใช้พัฒนาเป็นบทเรียนออกเป็น 16 บทเรียนดังนี้

บทเรียนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์

บทเรียนที่ 2 กฎเบื้องต้นของลมหัด

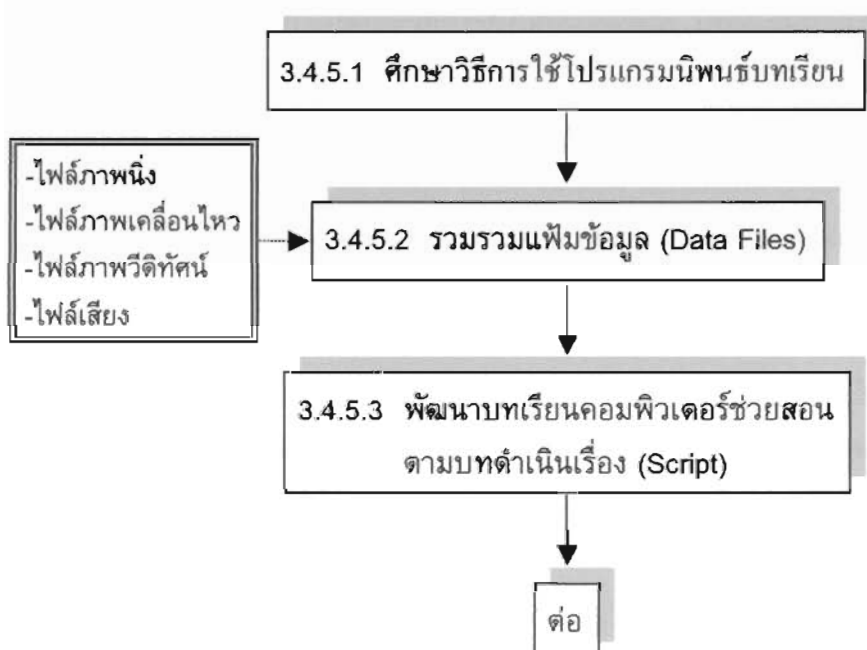
บทเรียนที่ 3 การผลิต และการเตรียมลมหัดในระบบนิวแมติกส์

- บทเรียนที่ 4 การปรับปรุงคุณภาพลมอัด
- บทเรียนที่ 5 อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์
- บทเรียนที่ 6 วาล์วควบคุมทิศทางลมอัด (1)
- บทเรียนที่ 7 วาล์วควบคุมทิศทางลมอัด (2)
- บทเรียนที่ 8 วาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัด
- บทเรียนที่ 9 วาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว
- บทเรียนที่ 10 วาล์วควบคุมความดันลมอัด และวาล์วควบคุมแบบผสม
- บทเรียนที่ 11 หลักการเขียน และออกแบบวงจรนิวแมติกส์
- บทเรียนที่ 12 ไดอะแกรมควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์
- บทเรียนที่ 13 การควบคุมแบบต่อเนื่อง
- บทเรียนที่ 14 การแก้ปัญหาการเกิดสัญญาณลบลูกันที่เมนาวาล์ว
- บทเรียนที่ 15 วงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade
- บทเรียนที่ 16 วงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Shift Register

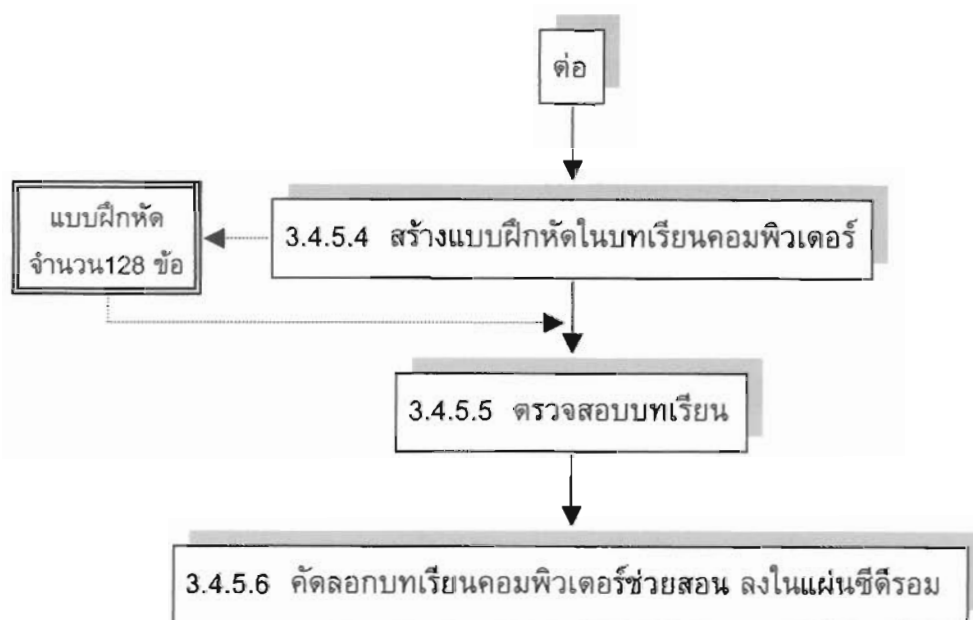
3.4.3 เขียนบทดำเนินเรื่อง (Script) โดยจัดอันดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ
บทเรียน กำหนดการเชื่อมโยงบทเรียน ทั้งส่วนเนื้อหา ส่วนวัดผล และส่วนอื่นๆ (ภาคผนวก ง หน้า 185)

3.4.4 ประเมินบทดำเนินเรื่อง นำบทดำเนินเรื่อง (Script) เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก หน้า 60) ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.4.5 พัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลำดับขั้นการพัฒนา ดังนี้



ภาพที่ 3-4 ลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3-4 (ต่อ)

3.4.5.1 ศึกษาวิธีการใช้งานโปรแกรมनिพนธ์บทเรียน Authorware 6.0

3.4.5.2 รวบรวมแฟ้มข้อมูล (Data Files) ในการสร้างบทเรียน ประกอบด้วย รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ภาพนิ่ง ใช้โปรแกรม Photoshop CS ในการสร้าง และตกแต่งภาพ ได้แก่ภาพอธิบายการทำงานของวงจร, ภาพไดอะแกรม, ภาพอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ เป็นต้น
2. ภาพเคลื่อนไหว ใช้โปรแกรม Flash MX ในการสร้าง ได้แก่ภาพแสดงการทำงานของชิ้นส่วนภายในอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือภาพแสดงการทำงานของเครื่องจักร เป็นต้น
3. ภาพวิดีโอ (Video) ใช้โปรแกรม Window Movie Maker ในการตัดต่อภาพที่ได้บันทึกไว้
4. เสียง ใช้โปรแกรม Creative Record ในการบันทึกเสียงบรรยายผ่านไมโครโฟน

3.4.5.3 พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามบทดำเนินเรื่อง (Script) โดยยึดหลักการออกแบบหน้าจอของ มนต์ชัย (2545: 254-259)

3.4.5.4 สร้างแบบฝึกหัดบรรจุไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของตัวบทเรียน มีจำนวนแบบฝึกหัดทั้งสิ้น 128 ข้อ แบ่งเป็น 16 บทเรียน แต่ละบทเรียนจะมีแบบฝึกหัดจำนวน 8 ข้อ

3.4.5.5 ตรวจสอบบทเรียน โดยจะกระทำอยู่ตลอดเวลา เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียน และดำเนินการแก้ไข

3.4.5.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น คัดลอกลงในแผ่นซีดีรอม ขนาด 750 MB ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไข

3.4.6 ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.6.1 จัดทำแบบประเมินคุณภาพบทเรียน โดยแบ่งการประเมินเป็น 2 ด้าน คือ แบบประเมินคุณภาพบทเรียนด้านเนื้อหา (ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1) และแบบประเมินคุณภาพบทเรียนด้านเทคนิคการผลิต (ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-2)

3.4.6.2 นำแบบประเมินคุณภาพบทเรียน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ และนำกลับมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.6.3 นำแบบประเมินคุณภาพบทเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว แนบไปกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำเนาลงในแผ่นซีดีรอม ใส่ซองให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก หน้า 60) และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิตจำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก หน้า 61) รวมจำนวน 10 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนที่พัฒนาขึ้น

3.3.6.4 นำข้อมูลที่ได้กลับมาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 10 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ แล้วจึงวิเคราะห์หาระดับคุณภาพบทเรียน โดยใช้สูตร ดังนี้

สูตร คำนวณหาค่าคะแนนเฉลี่ย (ล้วน และอังคณา, 2538: 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3-5)$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

สูตร คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน และอังคณา, 2538:79)

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3-6)$$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

3.4.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทดลองใช้เป็นรายบุคคล กับนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ไม่เคยผ่านการเรียนเนื้อหาวิชานี้ มาก่อนจำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียน เรียนผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ห้อง 7304 เป็นห้องปฏิบัติการนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ มีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ภายในห้อง จำนวน 6 เครื่อง

3.4.8 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทดลองใช้เป็นกลุ่มย่อย กับนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 ห้อง 2 สาขาวิชาช่างยนต์ ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ไม่เคยผ่านการเรียนเนื้อหาวิชานี้มาก่อนจำนวน 20 คน เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 1 คน ต่อ 1 เครื่อง ที่ห้อง 10205 ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ใช้เวลาในการสอน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ แบ่งการสอนเป็นสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 คาบ ต่อ 2 บทเรียน เมื่อเรียนจบครบ 16 บทเรียนแล้ว ให้ดำเนินการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

3.4.9 หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังนี้

3.4.9.1 รวบรวมคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ มีจำนวนแบบฝึกหัดทั้งสิ้น 128 ข้อ ให้คะแนนการทำแบบฝึกหัด 1 คะแนน จากการตอบข้อคำถามถูกต้อง 1 ข้อ

3.4.9.2 รวบรวมคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ มีจำนวนแบบทดสอบทั้งสิ้น 111 ข้อ ให้คะแนนการทำแบบทดสอบ 1 คะแนน จากการตอบข้อคำถามถูกต้อง 1 ข้อ

3.4.9.3 นำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด และคะแนนจากการทำแบบทดสอบ ที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ มาคำนวณหาประสิทธิภาพบทเรียน โดยบทเรียนที่พัฒนาขึ้นต้องมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์กำหนดที่ 80 เปอร์เซ็นต์ และใช้สูตรดังนี้

สูตร KW-A หาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม ของแบบฝึกหัด

$$\bar{E}_a = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x}{A} \right)_i}{N} \quad (3-7)$$

เมื่อ $\bar{E}_a$ คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม

x คือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N คือ จำนวนผู้เรียน

i คือ ลำดับที่ของผู้เรียน

สูตร KW-B หาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม ของแบบทดสอบ

$$\bar{E}_b = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x}{B} \right)_i}{N} \quad (3-8)$$

เมื่อ $\bar{E}_b$ คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม
 X คือ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
 N คือ จำนวนผู้เรียน
 i คือ ลำดับที่ของผู้เรียน
 สูตร KW-CAI หาค่าประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$E - CAI = (\bar{E}_a + \bar{E}_b) \quad (3-9)$$

เมื่อ $E-CAI$ คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 $\bar{E}_a$ คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม
 $\bar{E}_b$ คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม

ตารางที่ 3-3 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มย่อย

รายการ	จำนวนผู้เรียน	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนน	ประสิทธิภาพบทเรียน
คะแนนแบบฝึกหัด	20	$\bar{E}_a = .872$	84.15%
คะแนนแบบทดสอบ	20	$\bar{E}_b = .811$	

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มย่อยจำนวน 20 คน ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม ($\bar{E}_a$) มีค่า .872 และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม ($\bar{E}_b$) มีค่า .811 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ได้เท่ากับ 84.15 เปอร์เซนต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพพอใช้ (ภาคผนวก ค ตารางที่ ค-1)

3.4.10 ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับการนำไปใช้ในงานวิจัย

3.5 การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 การดำเนินการทดลอง มีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.5.1.1 นำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม เพื่อขอใช้สถานที่ ทำการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1.2 ประสานงานกับอาจารย์ประจำวิชาชีวแมตริกส์และไฮดรอลิกส์ เพื่อดำเนินการขอใช้สถานที่ และผู้เรียนในการดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนในส่วนทฤษฎี ทั้ง 2 กลุ่ม และอาจารย์ประจำวิชาชีวเป็นผู้อ่านการสอนในส่วนปฏิบัติ

3.5.1.3 สอนตามแผนการสอนปกติกับกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน มีผู้เรียนจำนวน 34 คน เรียนในห้องเรียนปกติ ใช้เวลาในการสอน 4 สัปดาห์ (ไม่รวมวันหยุด) สัปดาห์ละ 4 คาบ แบ่งการสอนเป็นสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 คาบ (100 นาที) ตามแผนการสอน (ภาคผนวก ข หน้า 77-94) ลักษณะและวิธีดำเนินการสอนในห้องเรียนปกติของกลุ่มควบคุมแต่ละครั้งบางหัวข้ออาจจะใช้เวลาในการสอนแตกต่างจากเวลาที่ใช้ในการสอนกับผู้เรียนกลุ่มทดลอง ขึ้นอยู่กับความยาก-ง่ายของเนื้อหา และความเข้าใจของผู้เรียน รวมทั้งแผนการสอนที่จัดเตรียมไว้

3.5.1.4 เตรียมสถานที่สำหรับทำการทดลอง เป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ห้อง 10205 มีคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานจำนวน 50 เครื่อง เป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่น Intel Pentium 4 ความเร็วประมวลผล 1.7 GHz แรม 128 MB ฮาร์ดดิส 40 GB มีหูฟัง และใช้จอภาพขนาด 17 นิ้ว สำหรับการเตรียมสถานที่ทำการทดลอง เริ่มจากประสานงานกับเจ้าหน้าที่ดูแลประจำห้องปฏิบัติการ ทำการบันทึกส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง สร้าง Shortcut ของบทเรียนไว้หน้า Desktop เพื่อให้สามารถเข้าถึงบทเรียนได้สะดวกขึ้น จากนั้นจึงใช้โปรแกรม Deep Freeze เพื่อปิดไม่ให้มีการแก้ไข หรือการบันทึกข้อมูลเพิ่มเติมได้อีก แล้วจึงตรวจสอบการใช้งานของบทเรียนอีกครั้ง

3.5.1.5 ทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูล กับผู้เรียนกลุ่มทดลองจำนวน 32 คน ใช้เวลาในการสอน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ แบ่งการสอนเป็นสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 คาบ (100 นาที) โดยเริ่มจากการทบทวนการใช้คอมพิวเตอร์ และแนะนำวิธีการเรียน เมื่อศึกษาจบแต่ละบทเรียนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งไว้ สำหรับการเก็บข้อมูลจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทของผู้เรียน เนื่องจากการใช้สถานที่เก็บข้อมูลครั้งนี้ เป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์แบบเรียนรวม ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจึงมีระบบป้องกันเพื่อความปลอดภัยของข้อมูลภายในเครื่อง ผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถบันทึกข้อมูลใด ๆ เพิ่มเติมได้ อีกทั้งผู้ดูแลระบบได้ถอดอุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลภายนอกด้วย ผู้วิจัยจึงได้ขอความร่วมมือกับอาจารย์ประจำวิชา และเลือกใช้วิธีดำเนินการบันทึกข้อมูล ด้วยการจดคะแนนของผู้เรียนแต่ละคนไว้ โดยผู้วิจัยและอาจารย์ประจำวิชา ร่วมกันดูแลการเรียน และการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาที่อาจจะส่งผลกระทบต่อผลการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

3.5.1.6 วัดผลผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกัน หลังจากผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มได้ผ่านการเรียนทั้งหมด 16 บทเรียนแล้วทันที โดยใช้วิธีทดสอบในห้องเรียนปกติ เริ่มจากการขอความอนุเคราะห์สถานที่สอบ จัดที่นั่งสอบ โดยให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ดำเนินการทดสอบในลักษณะเดียวกัน

3.5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.2.1 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการตรวจผลการทำแบบฝึกหัด และผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้บันทึกไว้จากผู้เรียนแต่ละคน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เป็นข้อละ 1 คะแนน จากการตอบคำถามข้อนั้นถูกต้อง และ 0 คะแนนจากการตอบข้อคำถามข้อนั้นผิด หรือไม่ตอบ

3.5.2.2 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองไปวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สูตรคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน KW-CAI (ภฤษมณต์, 2538: 2-4) สมการที่ (3-7), (3-8) และ (3-9)

3.5.2.3 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ไปวิเคราะห์หาค่าสถิติเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้ t-test ทดสอบที่คำนวณสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = .05$ ใช้สูตรดังต่อไปนี้

สูตร คำนวณการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม t-test (ชูศรี, 2537: 177)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad , \quad df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} \quad (3-10)$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

$\bar{X}_2$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

s_1^2 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

s_2^2 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

n_1 คือ จำนวนผู้เรียนของกลุ่มควบคุม

n_2 คือ จำนวนผู้เรียนของกลุ่มทดลอง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยมีผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ศึกษานิเทศก์และไฮดรอลิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาช่างยนต์ มีผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คุณภาพบทเรียน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	ค่าคะแนนเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ด้านเนื้อหา	5	8.18	.478
ด้านเทคนิคการผลิต	5	7.86	.440

จากตารางที่ 4-1 ปรากฏผลดังนี้ การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ แบ่งการประเมินเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิต ทางด้านเนื้อหามีผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ จำนวน 5 ท่าน ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อหาทั้งบทเรียน 8.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .478 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี (ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-3) ส่วนคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิต มีผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ จำนวน 5 ท่าน ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านเทคนิคการผลิตทั้งบทเรียน 7.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .440 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีเช่นกัน (ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-4)

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนน	ประสิทธิภาพบทเรียน
คะแนนแบบฝึกหัด	32	$\bar{E}_a = .843$	82.3%
คะแนนแบบทดสอบ	32	$\bar{E}_b = .803$	

จากตารางที่ 4-2 เป็นการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 32 คน ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนน แบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม ($\bar{E}_a$) มีค่า .843 และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม ($\bar{E}_b$) มีค่า .803 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ได้เท่ากับ 82.3 เปอร์เซนต์ (ภาคผนวก ค ตารางที่ ค-2) ซึ่งมีประสิทธิภาพพอใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

การเปรียบเทียบความแตกต่างด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ โดยใช้สูตร t-test ทดสอบที่ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = .05$ มีผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบค่าสถิติที่ใช้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	SD	t-test	
				(คำนวณ)	(ตาราง)
กลุ่มทดลอง	32	89.219	7.695	8.465 *	1.671
กลุ่มควบคุม	34	69.176	11.299		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-3 กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยที่กลุ่มทดลองใช้วิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผู้เรียนจำนวน 32 คน ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($\bar{X}$) 89.219 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.695 ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบปกติ มีผู้เรียนจำนวน 34 คน ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($\bar{X}$) 69.176 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.299 (ภาคผนวก ค ตารางที่ ค-3)

การเปรียบเทียบความแตกต่างทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่า t-test ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 8.465 ส่วนค่า t-test จากการเปิดตาราง (Critical Value of t) ที่ $\alpha = .05$ มีค่าเท่ากับ 1.671 ดังนั้นค่า t-test จากการคำนวณ จึงมีค่ามากกว่าค่า t-test ที่เปิดได้จากตาราง (ภาคผนวก ค ตารางที่ ค-3) แสดงว่าการสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษา ระดับ ปวส. สาขาวิชาช่างยนต์ ทั้ง 2 วิธี ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ กลุ่มประชากร คือ นักศึกษาระดับปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนเรียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (รหัสวิชา 3100-0106) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 260 คน ใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 32 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 34 คน โดยกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เมื่อกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เรียนจบบทเรียนทั้งหมด จะทำการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เริ่มต้นจากการศึกษาหลักสูตร วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา และหัวเรื่อง แบ่งเนื้อหาเป็น 16 บทเรียน ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 56 ข้อ ใช้โปรแกรมสนับสนุนบทเรียน Authorware 6.0 และโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ เช่น Macromedia Flash MX ในการพัฒนาแฟ้มข้อมูลมัลติมีเดีย

การวิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ เริ่มจากการวิเคราะห์ข้อสอบ และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นำไปทดสอบกับผู้เรียนจำนวน 30 คน ที่เคยผ่านการเรียนวิชานี้มาแล้ว ได้ข้อสอบที่ผ่านการหาค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่าย จำนวนทั้งสิ้น 111 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่ม ตามวิธีของ Kuder-Richardson # 20 ได้ค่าเท่ากับ .94 ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง

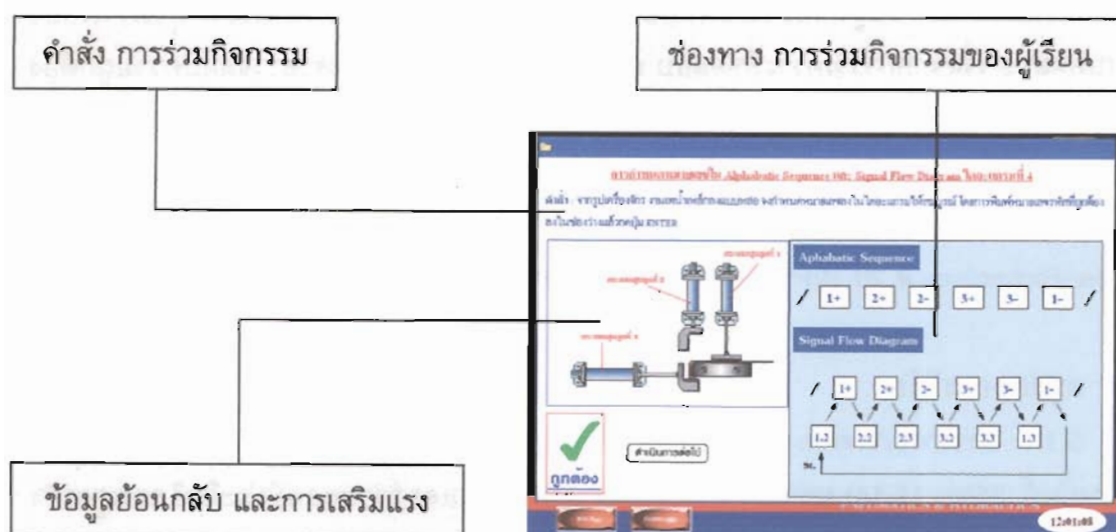
5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิเคราะห์โดยใช้สูตร KW-CAI (กฤษมันต์, 2538: 11-14) ผลการวิเคราะห์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ได้เท่ากับ 82.3 เปอร์เซนต์ อยู่ในเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพพอใช้

5.1.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น วิเคราะห์โดยใช้ t-test ที่ระดับ $\alpha = .05$ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = .05$ โดยกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีวแมคิกส์และไฮดรอลิกส์ ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 82.3% ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80% ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ผ่านบทเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยคำนึงถึงช่องทางที่ผู้เรียนจะสามารถร่วมกิจกรรมกับบทเรียนได้ เช่น การใช้เมาส์คลิกลากวัตถุ หรือการเติมคำผ่าน Key Board และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพเสริมแรง ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ได้รับความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ดังนั้นเมื่อผู้เรียนผ่านกิจกรรมในแต่ละบทเรียน แล้วนำความรู้ ความเข้าใจ มาใช้ในการตอบคำถามแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนโดยทันที จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม (E_a) เท่ากับ .843 สอดคล้องกับที่ สุกรี (2544: 52) กล่าวว่า การเรียนรู้อาจมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับ และขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถาม การตอบ จะจำได้ดีกว่าผู้เรียนที่อ่าน หรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว กิจกรรมระหว่างการให้เนื้อหาจึงจำเป็นสำหรับบทเรียน โดยเฉพาะบทเรียนที่ใช้สำหรับการเรียนรู้รายบุคคล



ภาพที่ 5-1 การออกแบบหน้าจอการร่วมกิจกรรมของผู้เรียน

ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ที่ทำให้การพัฒนาบทเรียนครั้งนี้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีการพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน โดยนำเอาหลักทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบหน้าจอ ในส่วนของการแสดงผลบทเรียน มาใช้เป็นแนวทางการออกแบบหน้าจออย่างเป็นระบบ ซึ่งมนต์ชัย (2545: 254-255) กล่าวว่า การออกแบบหน้าจอ มีความสำคัญที่ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อผู้เรียน ซึ่งจะส่งผลให้ตัวบทเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ส่งผลไปยังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และค่าความคงทนทางการเรียนของผู้เรียนให้มีความสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ประยงค์ (2544: 37-40) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประมวลผลข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการพัฒนาบทเรียนได้ยึดหลักการพื้นฐานด้านการออกแบบจอภาพของ กฤษมันต์ (2535: 89-92) ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบรวมคิดเป็นร้อยละ 90.56/86.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 85/85 แสดงว่าการออกแบบหน้าจอแสดงผลในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี นอกจากจะสร้างความประทับใจ และชวนให้ผู้เรียนติดตามแล้ว จะส่งผลให้ตัวบทเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วย

ทางด้านการศึกษาวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ธรรมชาติของเนื้อหาวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ โดยทั่วไปจะกล่าวถึงการทำงานของกลไกภายในอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ การเคลื่อนที่ของวงจรอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนในห้องเรียนแบบปกติ ต้องใช้จินตนาการในการมองภาพร่วมกับผู้สอน ความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคนซึ่งเกิดจากสติปัญญา หรือบุคลิกภาพ เช่น ความเขินอายที่จะถามในสิ่งที่สงสัย ส่งผลให้ผู้เรียนบางคนตามบทเรียนไม่ทัน อีกทั้ง การเรียนร่วมกันกับเพื่อนร่วมห้องในชั้นเรียน อาจมีสิ่งรบกวน (Interference) ซึ่งทำให้การสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนขาดหาย ไม่ชัดเจน และอาจทำให้ความหมายของสารผิดไปด้วย (กฤษมันต์, 2536: 53) นอกจากนี้ลักษณะการร่วมกิจกรรมในการเรียนรู้ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ก็มีผลทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างการสอนทั้ง 2 วิธี ดังที่ สุชาติ (2527: 57) กล่าวว่า วิธีการสอนในชั้นเรียนปกติ เป็นวิธีการสอนซึ่งถือเอากิจกรรมของผู้สอนเป็นหลัก ผู้สอนจะเป็นผู้บิ่สอน อธิบาย แสดง สาธิต หรือให้เนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนจะเป็นผู้รับเพียงฝ่ายเดียว นั่นคือ กิจกรรมของผู้สอนจะสูง เพราะเป็นผู้กระทำ หรือแสดงฝ่ายเดียว ในขณะที่กิจกรรมของผู้เรียนจะต่ำ เพราะคอยรับเนื้อหาความรู้จากผู้สอน แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนด้วยตนเองได้ ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปทบทวนในบทเรียนที่ผ่านมาแล้ว หรือข้ามเนื้อหาบางส่วนได้ โดยไม่ต้องรอคอยเพื่อนร่วมชั้นเรียน ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงกว่า กิจกรรมของผู้สอน อีกทั้งความสามารถทางด้านมัลติมีเดียในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น และช่วยลดการใช้จินตนาการ ดังที่ กฤษมันต์ (2536: 138) ได้ให้ความเห็นว่า คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการให้ภาพและเสียงตลอดจนข้อความที่เคลื่อนไหวได้ ทำให้มีความเหมือน

จริงมากขึ้น เป็นการเพิ่มแรงจูงใจให้อยากเรียนรู้ การเสนอภาพ เสียง และตัวอักษรพร้อม ๆ กัน บนจอภาพเป็นการใช้ Multimedia ที่สร้างเสริมประสบการณ์ได้กว้างขวาง ครอบคลุมได้มากกว่าครู นอกจากนี้ผลของการวิจัยในครั้งนี้ยังสอดคล้องกับ คุณ (2544) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับ กลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ วิชาโปรแกรมสำเร็จรูปด้านกราฟิค ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ เสาวคนธ์ (2541) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่าการเรียนทั้ง 2 วิธีให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำไปช่วยให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความก้าวหน้า และเกิดการเรียนรู้ได้จริง

5.3 ข้อเสนอแนะและข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.1.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 16 บทเรียน สามารถให้ผู้เรียนศึกษาเฉพาะบทเรียนใดบทเรียนหนึ่ง ในกรณีที่ผู้เรียนขาดเรียน หรือนำมาใช้ในการซ่อมเสริมผู้ที่เรียนอ่อนในหัวข้อเนื้อหานั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

5.3.1.2 การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้กับวิชาทฤษฎีก็ปฏิบัติ อย่างเช่น วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ครูผู้สอนต้องศึกษา และวางแผนวิธีการสอนให้รอบคอบ ต้องคำนึงอยู่เสมอว่า เนื้อหาในบทเรียนส่วนทฤษฎีกับการฝึกทักษะส่วนปฏิบัติ จะต้องมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน นั่นคือความรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องถูกนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติด้วย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 เนื้อหาของบทเรียนเรื่องวงจรแยกสัญญาณ เป็นเนื้อหาที่มีรายละเอียดค่อนข้างมาก และซับซ้อน ควรที่จะคัดแยกเนื้อหาเฉพาะในส่วนนี้มาดำเนินการวิจัย หรือพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

5.3.2.2 จากข้อเสนอแนะประการหนึ่งของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ได้กล่าวถึงความต้องการ สืบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สำคัญ และควรรีบดำเนินการวิจัยอย่างเร่งด่วน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กฤษมันต์ วัฒนางรงค์. “การออกแบบจอคอมพิวเตอร์ : การเลือกสี.” วารสารวิชาการ

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 3 (ธันวาคม 2535) : 89-92.

_____. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.

_____. “แนวคิดการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารวิชาการ
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 5 (มิถุนายน 2538) : 11-14.

กมลพรรณ เครือวัลย์. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย

- อินเทอร์เน็ต ในการสอนวิชาการสื่อสารข้อมูล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิต
วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

กุศลสิน บัวแก้ว และปรางใจ ใจอิม. “สำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษากับนโยบาย
จัดการศึกษา.” พัฒนาเทคนิคศึกษา. 16 (ม.ค.- มี.ค. 2547) : 3-5.

ชนินฐา ชานนท์. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.” เทคโนโลยีทางการศึกษา.
(เมษายน-มิถุนายน 2532) : 5-7.

คุณ เวชวิทย์พาณิชย์. การศึกษาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน วิชาโปรแกรมสำเร็จรูปด้านกราฟิก. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิต
วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

ชำเลื่อง มณีวงศ์. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ภาพสัญลักษณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ที่ได้รับการนำเสนอแบบภาพเหมือนจริงไปหาภาพสัญลักษณ์ กับแบบภาพ
สัญลักษณ์ไปหาภาพเหมือนจริง. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.

ชูศรี วงศ์รัตน์. สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ชูชีพ เขียวอุบล. การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

เรื่องการอ่าน การเขียนแบบภาพฉาย และการกำหนดขนาดมิติ. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

ณรงค์ ดันชีวะวงศ์. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บีเอสบีโปรดักส์, 2546.
 ถนอมพร เลหาจรัสแสง. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
 ธนรัตน์ แต้ววัฒนา. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2541.
 นงนุช วรธนวาทะ. "ระบบโปรแกรมการสร้างบทเรียนภาษาไทย." กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
 รามคำแหง, 2535. (อัดสำเนา)

ประยงค์ ไม่หอม. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการประมวลผลข้อมูล
อิเล็กทรอนิกส์ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
 ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
 พระนครเหนือ, 2544.

ประวิตร ลิ้มปะวัฒนะ. นิวแมติกส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เม็ดทรายพรินติ้ง, 2540.

ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด
 ยูเคชั่น, 2541.

พิสิฐ เมธากัทร และธีระพล เมธิกุล. ยุทธวิธีการเรียนการสอน วิชาเทคนิค. กรุงเทพฯ :
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531.

มงคล อาภิภาณ. นิวแมติกส์ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2527.

มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาออร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.
 กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

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

วิทยา ดีวุ่น และคนอื่น ๆ. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริม
 วิชาการ, 2547.

วุฒิชัย ประสานสร้อย. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : นวัตกรรมเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ :
 สำนักพิมพ์วี.เจ.พรินติ้ง, 2543.

สถาพร ขุนเพชร. การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย
วิชากลศาสตร์ของไหล เรื่องการไหลภายในท่อ ตามหลักสูตรระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 มหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
 เกล้าพระนครเหนือ, 2542.

สมภพ ดุลนภิษฐ. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์ระบบ
มัลติมีเดีย เรื่องการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์นิวแมติกส์ ในโรงงานอุตสาหกรรม.
 วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิต
 วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

- สมนึก ภัททิยธนี. การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ประสานการพิมพ์, 2541.
- สานิตย์ กายาผาด. การเขียนโปรแกรมมัลติมีเดียด้วย Multimedia Tool Book. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2542.
- สวาท จันทร. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการอ่านแบบภาพประกอบและภาพแยกชิ้น วิชาเขียนแบบเทคนิค 01. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. “หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม”. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2546. (อัดสำเนา)
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.
- สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. เทคนิคและวิธีการสอนวิชาชีพ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2527.
- สุธน วั่งยายนิม. การสร้างบทเรียนโปรแกรม เรื่องนิวแมติกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.
- เสาวคนธ์ อุ่นยนต์. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.
- อำพล ชี้อตรง. ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ : หน่วยการเรียนรู้การสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2527.

ภาษาอังกฤษ

- Croser, P. Basic Level TP101. Esslingen : Festo Didactic KG, c1992.
- Festo Didactic. FESTO Catalogue 2003. Esslingen : Festo Didactic KG, c2003.
- Heck, M. P. Iconic Versus Textual Representation within Complex Visual Environments Which is the More Effective Communicator. Dissertation Abstracts International. 51 (c1996) : 734-A.
- Henry, E and Garrett. Testing for Teachers. 2nd ed. New York : Van Nostrand Reinhold Company, c1967.

MC Cuistion and Patrick Jay. Static Dynamic Visual in Computer-assisted Instruction.

Dissertation Abstracts International. 51 (c1991) : 44-A.

Meixner, H and Kobler, R. Maintenance of Pneumatic Equipment and Systems.

4nd ed. Esslingen : Festo Didactic KG, c1993.

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา
- รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิต
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพสื่อการสอน
- แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิต
- ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเนื้อหา
- ผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเทคนิคการผลิต

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

1. อาจารย์ยุพาภรณ์ นวลเพ็ง
 วุฒิการศึกษา สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
 ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมยานยนต์ มหาวิทยาลัยสยาม

2. อาจารย์กุล สมุมรชรินทร์
 วุฒิการศึกษา สาขาเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
 บัณฑิตวิทยาลัย
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 ตำแหน่ง อาจารย์ระดับ 7, ผู้ช่วยหัวหน้าสำนักงานฝ่ายวิชาการ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตนนทบุรี

3. นายระวี บุญบุตร
 วุฒิการศึกษา Master of Science in Engineering Management, School of
 Engineering
 Portland State University, Portland, Oregon, USA
 ตำแหน่ง วิศวกรโครงสร้าง และ กรรมการบริหาร หจก. อาทิตยเอนจิเนียร์เตอร์

4. นายสมภพ ดุลยกันษฐ
 วุฒิการศึกษา สาขาเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
 บัณฑิตวิทยาลัย
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายขาย บริษัทเมทัลเวิร์ค นิวแมติก (ไทยแลนด์) จำกัด

5. อาจารย์ประยูร แนนเกลี้ยง
 วุฒิการศึกษา สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
 มหาวิทยาลัยสยาม
 ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาเครื่องกล โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม
 อาจารย์พิเศษสาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิต

1. ดร.นิวัฒน์ มุลปา

วุฒิการศึกษา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต Ph.D.(Mechanical Engineering)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตำแหน่ง อาจารย์ระดับ 5 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยภาคพายัพ

2. นางจิตตรา กิจพิสุทธิ์

วุฒิการศึกษา สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยบูรพา

ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ ระดับ 8 สำนักงานคณะกรรมการขั้นพื้นฐาน

3. อาจารย์นิพนธ์ เนียมสุวรรณ

วุฒิการศึกษา สาขาบริหารอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาเครื่องกล โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

4. อาจารย์ชัยณรงค์ คุณธาราภาณ

วุฒิการศึกษา สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกเขียนแบบ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

5. นายอนุชา บุญสุวรรณ

วุฒิการศึกษา สาขาเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตำแหน่ง ครูฝึกอบรมและวิทยากร บริษัทมิตซูบิชิ มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

ที่ ศธ 0525.3/5-๖๑



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

๒ พฤษภาคม 2549

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

ด้วย นายภาณุภูมิ โลหะเนตร นักศึกษาปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ภุชมันต์ วัฒนารณรงค์ เป็นประธานกรรมการ และ อาจารย์ธีรพงษ์ วิริยานนท์ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ที่จะขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างยนต์ และขอใช้ห้องคอมพิวเตอร์ ของโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม เพื่อทำการทดลองสื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป ส่วนวัน เวลา ที่จะขออนุญาตใช้ห้องคอมพิวเตอร์นั้น นายภาณุภูมิ โลหะเนตร จะติดต่อประสานงานกับโรงเรียนเทคโนโลยีสยาม อีกครั้งหนึ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี

โทรศัพท์ / โทรสาร 0-2587-8256

ที่ ศธ 0525.3/ ๕๕๕



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

๒๕ เมษายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ยุพภรณ์ นวลเพ็ง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

ด้วย นายภาณุภูมิ โลหะเนตร นักศึกษาปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์คือ รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์นันทน์ วัฒนางรงค์ เป็นประธานกรรมการ และ อาจารย์ธีรพงษ์ วิริยานนท์ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์เพื่อโปรดประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี

โทรศัพท์ / โทรสาร 0-2587-8256

ที่ ศษ 0525.3/4๑๕



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

๒๔ เมษายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ดร.นิวัฒน์ มุลป้า

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

ด้วย นายภาคภูมิ โลหะเนตร นักศึกษาปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ภุชมนันต์ วัฒนผดุงรังค์ เป็นประธานกรรมการ และ อาจารย์ธีรพงษ์ วิวิยานนท์ เป็นกรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์เพื่อโปรดประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุราษฎร์ พรหมจันทร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี

โทรศัพท์ / โทรสาร 0-2587-8256

แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน
(ด้านเนื้อหา)

ประเภทสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิชา นิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ ก.

หัวข้อประเมิน มีหัวข้อที่ใช้ประเมินดังต่อไปนี้

1. ความเหมาะสมด้านหลักสูตร และ หัวเรื่อง
2. ความเหมาะสมด้านเนื้อหา และ การดำเนินเรื่อง
3. ความเหมาะสมด้านภาพ ภาษา และ เสียง
4. ความเหมาะสมด้านแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของท่าน เกี่ยวกับ
คุณภาพของสื่อการสอนด้านเนื้อหา โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับ
ความคิดเห็น ซึ่งกำหนดเกณฑ์ตัดสินระดับ เชิงคุณภาพ 5 ระดับ และ ระดับ
เชิงปริมาณ 10 ระดับ ดังนี้

ระดับ 9-10 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 7-8 หมายถึง ดี

ระดับ 5-6 หมายถึง พอใช้

ระดับ 3-4 หมายถึง ควรปรับปรุง

ระดับ 1-2 หมายถึง ไม่เหมาะสม

ตัวอย่างการตอบแบบสอบถาม

[illegible]

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา									
	ดีมาก		ดี		พอใช้		ควรปรับปรุง		ไม่เหมาะสม	
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
3. ความเหมาะสมด้านภาพ ภาษา และเสียง										
3.1 ความถูกต้องเหมาะสมระหว่างเนื้อหา กับภาพประกอบ										
3.2 ความถูกต้องเหมาะสมระหว่างเนื้อหา กับภาพเคลื่อนไหว										
3.3 ความถูกต้องเหมาะสมระหว่างเนื้อหา กับคลิปวิดีโอ										
3.4 ความถูกต้องเหมาะสมระหว่างเนื้อหา กับเสียงบรรยาย										
3.5 ความถูกต้องของภาษาทางเทคนิค										
3.6 ความสามารถในการสื่อความหมายด้วย ระบบมัลติมีเดีย										
4. ความเหมาะสมด้านแบบฝึกหัดระหว่างเรียน										
4.1 ความสอดคล้องระหว่างแบบฝึกหัดกับ เนื้อหา										
4.2 ความถูกต้องของแบบฝึกหัดในแต่ละ บทเรียน										
4.3 จำนวนข้อแบบฝึกหัด										
4.4 คุณภาพ และความชัดเจนของคำถาม										

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิต									
	ดีมาก		ดี		พอใช้		ควรปรับปรุง		ไม่เหมาะสม	
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
3. ความเหมาะสมด้านเนื้อหา และการดำเนินเรื่อง										
3.1 รูปแบบ และขนาดของตัวอักษร										
3.2 สีของพื้นหลัง และสีตัวอักษร										
3.3 หลักการใช้ภาษา										
3.3 ภาพประกอบสื่อความหมายได้ตามบทเรียน										
3.4 ภาพเคลื่อนไหวสื่อความหมายได้ตามบทเรียน										
3.5 คลิปวิดีโอสื่อความหมายได้ตามบทเรียน										
3.6 เสียงบรรยายสอดคล้องกับภาพประกอบ										
3.7 เสียงบรรยายมีความชัดเจน										
4. ความเหมาะสมด้านแบบฝึกหัดระหว่างเรียน										
4.1 ความสอดคล้องระหว่างแบบฝึกหัดกับเนื้อหา										
4.2 ปริมาณแบบฝึกหัด										
4.3 ความชัดเจนของคำถาม										
4.4 การสรุปผลคะแนนรวมหลังแบบฝึกหัด										

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

ตารางที่ ก-3 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD
	1	2	3	4	5		
1. ความเหมาะสมด้านหลักสูตร และหัวเรื่อง							
1.1 ความตรงตามคำอธิบายรายวิชา	7	9	10	10	9	9	1.22
1.2 หัวเรื่องครอบคลุมตามคำอธิบายรายวิชา	8	8	9	10	9	8.8	.836
1.3 การจัดเรียงลำดับหัวเรื่องในการสอน	7	8	10	10	8	8.6	1.34
1.4 หัวเรื่องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	7	8	9	9	9	8.4	.894
1.5 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับหัวข้อในบทเรียน	7	8	9	8	9	8.2	.836
2. ความเหมาะสมด้านเนื้อหา และการดำเนินเรื่อง							
2.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	7	8	10	9	9	8.6	1.14
2.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	8	8	10	9	9	8.8	.836
2.3 การจัดลำดับความยาก-ง่าย ในการเสนอเนื้อหา	7	7	10	8	8	8	1.22
2.4 การแยกย่อยเนื้อหา	6	7	9	9	8	7.8	1.30
2.5 การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ของเนื้อหาแต่ละบทเรียน	6	8	9	9	9	8.2	1.30
2.6 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบทเรียน	7	7	6	8	8	7.2	.836
2.7 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	6	7	9	9	6	7.4	1.51
2.8 เนื้อหาส่งเสริมความรู้ของผู้เรียนในการประยุกต์ใช้วิชานี้ ในระดับสูงขึ้นได้	8	7	9	8	9	8.2	.836
2.9 เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	7	9	6	9	9	8	1.41
3. ความเหมาะสมด้านภาพ ภาษา และเสียง							
3.1 ความถูกต้องเหมาะสมระหว่างเนื้อหา กับภาพประกอบ	6	8	10	10	9	8.6	1.67
3.2 ความถูกต้องเหมาะสมระหว่างเนื้อหา กับภาพเคลื่อนไหว	6	7	10	10	9	8.4	1.81
3.3 ความถูกต้องเหมาะสมระหว่างเนื้อหา กับคลิปวิดีโอ	7	8	10	10	9	8.8	1.30
3.4 ความถูกต้องเหมาะสมระหว่างเนื้อหา กับเสียงบรรยาย	7	7	9	9	8	8	1.00
3.5 ความถูกต้องของภาษาทางเทคนิค	6	7	9	9	6	7.4	1.51
3.6 ความสามารถในการสื่อความหมายด้วยระบบมัลติมีเดีย	7	8	9	9	9	8.4	.894

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD
	1	2	3	4	5		
4. ความเหมาะสมด้านแบบฝึกหัดระหว่างเรียน							
4.1 ความสอดคล้องระหว่างแบบฝึกหัดกับเนื้อหา	7	8	7	8	9	7.8	.836
4.2 ความถูกต้องของแบบฝึกหัดในแต่ละบทเรียน	7	8	7	9	9	8	1.00
4.3 จำนวนข้อแบบฝึกหัด	7	7	9	8	8	7.8	.836
4.4 คุณภาพ และ ความชัดเจนของคำถาม	6	8	9	9	8	8	1.22
						8.18	.478

ความคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

ตารางที่ ก-4 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อการสอนทางด้านเทคนิคการผลิตจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD
	1	2	3	4	5		
1. <u>ความเหมาะสมด้านการจัดการบทเรียน</u>							
1.1 ความหลากหลายในการควบคุมบทเรียน	9	8	8	8	7	8	.707
1.2 ความง่ายในการควบคุมบทเรียน	7	9	7	8	7	7.6	.894
1.3 คำอธิบายการปฏิบัติในบทเรียน	7	8	8	9	5	7.4	1.51
1.4 วิธีการโต้ตอบบทเรียนด้วยแป้นพิมพ์ และเมาส์	8	8	7	8	9	8	.707
1.5 เสียงดนตรีที่ใช้ประกอบบทเรียน	6	9	8	9	7	7.8	1.30
1.6 เวลาเรียนที่ใช้ในแต่ละบทเรียน	8	8	7	9	7	7.8	.836
2. <u>ความเหมาะสมด้านการออกแบบจอภาพ</u>							
2.1 หน้าไตเติ้ล กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	7	9	8	10	5	7.8	1.92
2.2 การจัดองค์ประกอบหน้าจอโดยรวม	8	9	8	7	8	8	.707
2.3 ตำแหน่งในการแสดงเนื้อหา	8	9	8	8	7	8	.707
2.4 ตำแหน่งในการจัดวางไอคอนเชื่อมโยงหน้าจอ	9	9	7	8	7	8	1.00
2.5 ภาพไอคอนที่ใช้แทนปุ่มเชื่อมโยงหน้าจอ	5	8	7	6	7	6.6	1.14
2.6 ขนาดของภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว และคลิปวิดีโอ	8	8	7	9	7	7.8	0.83
2.7 ความชัดเจนของภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว และคลิปวิดีโอ	8	9	6	9	7	7.8	1.30
2.8 การเชื่อมโยงเนื้อหาของบทเรียนโดยรวม	8	8	7	9	9	8.2	.836
3. <u>ความเหมาะสมด้านเนื้อหา และการดำเนินเรื่อง</u>							
3.1 รูปแบบ และขนาดของตัวอักษร	8	8	7	8	5	7.2	1.30
3.2 สีของพื้นหลัง และสีตัวอักษร	9	8	6	7	8	7.6	1.14
3.3 หลักการใช้ภาษา	9	8	7	8	8	8	.707
3.4 ภาพประกอบสื่อความหมายได้ตามบทเรียน	9	9	8	9	8	8.6	.540
3.5 ภาพเคลื่อนไหวสื่อความหมายได้ตามบทเรียน	9	9	7	9	7	8.2	1.09
3.6 คลิปวิดีโอสื่อความหมายได้ตามบทเรียน	8	9	7	9	6	7.8	1.30
3.7 เสียงบรรยายสอดคล้องกับภาพประกอบ	7	8	6	8	8	7.4	.894
3.8 เสียงบรรยายมีความชัดเจน	7	9	6	8	9	7.8	1.30

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD
	1	2	3	4	5		
4. ความเหมาะสมด้านแบบฝึกหัดระหว่างเรียน							
4.1 ความสอดคล้องระหว่างแบบฝึกหัดกับเนื้อหา	9	9	7	10	9	8.8	1.09
4.2 ปริมาณแบบฝึกหัด	8	8	7	8	10	8.2	1.09
4.3 ความชัดเจนของคำถาม	8	9	8	8	9	8.4	.540
4.4 การสรุปผลคะแนนรวมหลังแบบฝึกหัด	5	9	7	7	10	7.6	1.94
						7.86	.440

ความคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

ภาคผนวก ข

- หลักสูตรรายวิชา
- โครงการสอน/แผนการสอน
- การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง ความรู้ และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ
- ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
สำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
(หลักสูตร พ.ศ. 2546)

วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0106 3 (1-3)

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ และระบบควบคุม
2. เพื่อให้สามารถออกแบบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาระบบนิวแมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ทั้งแบบเชิงกล และแบบไฟฟ้า
3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีในการสืบเสาะหาความรู้ เกี่ยวกับการทำงานของนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ และมีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความรอบคอบ และปลอดภัย

มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์ และระบบควบคุม
2. ออกแบบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาระบบนิวแมติกส์แบบเชิงกล
3. ออกแบบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาระบบนิวแมติกส์แบบไฟฟ้า
4. เข้าใจหลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ และระบบควบคุม
5. ออกแบบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิกส์แบบเชิงกล
6. ออกแบบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิกส์แบบไฟฟ้า

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติการออกแบบและติดตั้งระบบนิวแมติกส์ หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ เช่นปั๊มลม วาล์ว อุปกรณ์ทำงาน รวมทั้งระบบสัญญาณภาค ฯลฯ การเขียนผังวงจรนิวแมติกส์ และการแสดงการเคลื่อนที่ การออกแบบและเขียนวงจรนิวแมติกส์แบบทำงานต่อเนื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้า และโซลินอยด์วาล์ว การออกแบบ และเขียนวงจรนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วยรีเลย์ไฟฟ้า และโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (พีแอลซี) การบำรุงรักษา และแก้ไขปัญหาของระบบนิวแมติกส์

ศึกษา และปฏิบัติการออกแบบ และติดตั้งระบบไฮดรอลิกส์ หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกส์ อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์ เช่น น้ำมันไฮดรอลิกส์ ชุดดันกำลัง วาล์วและอุปกรณ์ทำงาน ฯลฯ การเขียนผังวงจรไฮดรอลิกส์ การออกแบบ และเขียนวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยรีเลย์ไฟฟ้า และโปรแกรมคอนโทรลเลอร์ หรือ พีแอลซี การบำรุงรักษา และแก้ปัญหาของระบบไฮดรอลิกส์

โครงการสอน (ทฤษฎี)
วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา 3100-0106

สัปดาห์ที่	หน่วยเรียน / บทเรียน / หัวข้อ	หมายเหตุ
1	Introduction to Pneumatic	
2	การปรับปรุงคุณภาพลมอัด และอุปกรณ์ทำงาน	
3	วาล์วควบคุมทิศทาง และวาล์วควบคุมความเร็วลมอัด	
4	วาล์วควบคุมในระบบนิวแมติกส์	
5	การออกแบบวงจร และไดอะแกรมควบคุมการทำงาน	
6	การควบคุมแบบต่อเนื่องมากกว่า 2 กระบอกสูบ	
7	วงจรแยกสัญญาณ Cascade	
8	วงจรแยกสัญญาณ Shift Register	
9	สอบกลางภาคเรียนที่ 2/2549	
10	พื้นฐานนิวแมติกส์ไฟฟ้า	
11	หลักการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ไฟฟ้า	
12	วงจรแยกสัญญาณนิวแมติกส์ไฟฟ้า	
13	วงจรแยกสัญญาณนิวแมติกส์ไฟฟ้า	
14	ทดสอบความรู้	
15	พื้นฐาน PLC	
16	พื้นฐาน PLC	
17	ไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	
18	สอบปลายภาคเรียนที่ 2/2549	

การประเมินผลรายวิชา

เวลาเรียน	: 10 คะแนน
กิจนิสัย	: 5 คะแนน
ความพร้อมทางการเรียน	: 5 คะแนน
ความก้าวหน้าครั้งที่ 1	: 10 คะแนน
ความก้าวหน้าครั้งที่ 2	: 10 คะแนน
ความก้าวหน้าครั้งที่ 3	: 10 คะแนน
มอบหมายงาน	: 10 คะแนน
ทดสอบระหว่างภาค	: 20 คะแนน
การทดสอบปลายภาค	: 20 คะแนน

แผนการสอน	
เรื่อง Introduction to Pneumatic	สัปดาห์ที่...1...เวลา...2 คาบ / 100 นาที
วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	ระดับ ปวส. ช่างยนต์ ปี 2
 สาระสำคัญ ความได้เปรียบของระบบนิวแมติกส์เมื่อเทียบกับระบบการทำงานอื่น ๆ คือความเร็ว, ความแม่นยำในการทำงาน และมีความปลอดภัยสูง จึงเป็นระบบที่มีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรม และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการควบคุมระบบนิวแมติกส์ด้วยระบบลม และระบบผสมไฟฟ้า จนถึงในปัจจุบันได้นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมที่เรียกว่า พีแอลซี (Programmable Logic Controller) หลักการเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของหน้าที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีความเฉพาะตัวโดยมีหลักทฤษฎีของลมอัดเกี่ยวกับ ความดัน แรง อุณหภูมิ ฯลฯ เข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ด้วยเสมอ	
 จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ความหมายของระบบนิวแมติกส์ 2. คุณสมบัติของนิวแมติกส์ และระบบการทำงานอื่นๆ 3. ความสำคัญ และหน้าที่ของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ตามโครงสร้างหลัก 4. ความดัน และทฤษฎีพื้นฐานของลมอัด 5. การเตรียมลมอัดในระบบนิวแมติกส์ 6. การจ่ายลมอัดในระบบนิวแมติกส์	
 เนื้อหา 1. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ) หน้า 2 - 8 2. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม (ปานเพชร และขวัญชัย) หน้า 9 - 44	
 กิจกรรมการเรียนการสอน	
ขั้นกิจกรรม	
กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- แนะนำบทเรียนเพื่อสร้างความเข้าใจในขั้นตอนการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลของวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	- ฟัง, เสนอแนะ, จัดบันทึก
- ให้อ่านเรื่องความหมายและคุณสมบัติของระบบนิวแมติกส์ ด้วยการสอนแบบระดมความคิดเพื่อร่วมกันตอบคำถาม	- ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- ให้นำเนื้อหาเรื่องอุปกรณ์ตามโครงสร้างหลัก, การเตรียม และจ่ายลมอัดของระบบนิวแมติกส์ โดยผู้สอนให้คำบรรยายประกอบการฉายภาพวิดีโอ - สรุปเรื่องการเตรียม และจ่ายลมอัดของระบบนิวแมติกส์ ร่วมกับนศ. โดยวิธีถามตอบ - ให้นำเนื้อหา และทบทวนทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับแรงการแปลงหน่วย อุณหภูมิ พื้นที่ และความดัน - ให้นัก. ทำใบงานเรื่องทฤษฎีพื้นฐานของลมอัด	- ดูภาพวิดีโอ, ตามในสิ่งที่สงสัย - สรุปร่วมกับผู้สอน - ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จดบันทึก - ทำใบงานที่ได้รับมอบหมาย
 สื่อการเรียนการสอน 1. วิดีโอเรื่อง Pneumatic : Basic Level 2. ใบงานที่ 1 เรื่องทฤษฎีพื้นฐานของลมอัด 3. หนังสือประกอบการเรียน นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ)  การวัดผล และประเมินผล 1. ใบประเมินความพร้อม และพฤติกรรมการเรียน 2. ตรวจการทำใบงานที่เรื่องทฤษฎีพื้นฐานของลมอัด  กิจกรรมเสนอแนะ -	

แผนการสอน	
เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพลมอัด และอุปกรณ์ทำงาน	สัปดาห์ที่...2... เวลา 2 คาบ / 100 นาที
วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	ระดับ ปวส. ช่างยนต์ ปี 2
 สาระสำคัญ อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์จำแนกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการเคลื่อนที่ คือ อุปกรณ์ทำงานในแนวเส้นตรง และอุปกรณ์ทำงานในลักษณะการหมุน หลักการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานอาศัยการเปลี่ยนรูปพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล การทำงานของอุปกรณ์ดังกล่าวจึงต้องอาศัยลมอัด เป็นตัวกลางในการส่งกำลัง ลมอัดที่นำมาใช้จึงต้องมีการควบคุม และปรับปรุงคุณภาพ หรือที่เรียกว่าการเตรียมลมอัด ให้มีความสะอาดปราศจากฝุ่นละออง ก่อนที่จะนำมาใช้เข้าสู่ระบบ	
 จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ความสำคัญของชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด 2. หลักการทำงาน และสัญลักษณ์ของชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด 3. การติดตั้งชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด สำหรับงานอุตสาหกรรม 4. คุณสมบัติของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ 5. หลักการทำงาน และสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์	
 เนื้อหา 1. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ) หน้า 9 - 27 2. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม (ปานเพชร และขวัญชัย) หน้า 45 - 94 3. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Introduction to Pneumatics (Festo Didactic) หน้า 32 - 44	
 กิจกรรมการเรียนการสอน	
ขั้นกิจกรรม	
กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการถาม-ตอบ ถึงคุณสมบัติของลมอัดที่นำมาใช้ในระบบนิวแมติกส์	- ฟัง, ตอบคำถาม
- ให้อ่านเนื้อหาเรื่องการทำงานของชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัดและอธิบายวิธีการเขียน-อ่านสัญลักษณ์โดยใช้อุปกรณ์จริงประกอบการสอน	- ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก
- อธิบายภาพรวม ในการติดตั้งชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัดในงานอุตสาหกรรม	- ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- ให้นำเนื้อหาเรื่องอุปกรณ์ทำงาน และอธิบายวิธีการเขียน-อ่านสัญลักษณ์อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ โดยใช้อุปกรณ์จริงประกอบการสอน - สรุปเรื่องที่สอนร่วมกันศ. - ให้นัก. ทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1 และบทที่ 2 ในหนังสือประกอบการเรียน	- ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก - ตอบคำถาม, จัดบันทึก - ทำแบบฝึกหัดตามที่ได้รับมอบหมาย
 สื่อการเรียนการสอน 1. ของจริงแสดงชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด และอุปกรณ์ทำงาน 2. สัญลักษณ์แถบแม่เหล็ก 3. หนังสือประกอบการเรียน นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ)	
 การวัดผล และประเมินผล 1. ไปประเมินความพร้อม และพฤติกรรมการเรียน 2. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1 และบทที่ 2 ในหนังสือประกอบการเรียน	
 กิจกรรมเสนอแนะ -	

แผนการสอน	
เรื่อง วาล์วควบคุมทิศทาง และวาล์วควบคุมความเร็วลมอัดสัปดาห์ที่...3...เวลา...2 คาบ / 100 นาที วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับ ปวส. ช่างยนต์ ปี 2	
📁 สารสำคัญ ลักษณะการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานในขั้นพื้นฐานมี 2 ลักษณะ ที่ต้องควบคุมให้เป็นไปตามที่ต้องการคือ ทิศทางการเคลื่อนที่ และความเร็วในการเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาถึงหลักการในการควบคุมอุปกรณ์ทำงานในขั้นพื้นฐานนี้ โดยใช้วาล์วควบคุมทิศทางลมอัด (Directional Control Valve) และวาล์วควบคุมความเร็วลมอัด (Flow Control Valve) ทั้งทางด้านหลักการทำงาน โครงสร้าง การเลือกใช้ การเรียกชื่อ และสัญลักษณ์	
📁 จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. หน้าที่ และความสำคัญของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด 2. การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด 3. โครงสร้างการทำงาน และสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัดแบบต่าง ๆ 4. การใช้วาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด ในวงจรนิวแมติกส์ 5. หน้าที่ และความสำคัญของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัด 6. โครงสร้างการทำงาน และสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัด F.C.V. (Flow - Control Valve) 7. การใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหล ในวงจรนิวแมติกส์	
📁 เนื้อหา 1. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ) หน้า 28 - 41 2. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม (ปานเพชร และขวัญชัย) หน้า 127 - 153	
📁 กิจกรรมการเรียนการสอน	
ขั้นกิจกรรม	
กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการยกตัวอย่างความสำคัญของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด โดยเทียบกับการทำงานของหลอดไฟฟ้า - ใ้เนื้อหาการกำหนดสัญลักษณ์, การให้ชื่อวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด ให้นศ. ดูสัญลักษณ์ แล้วอธิบายการทำงานตามสัญลักษณ์แบบต่าง ๆ	- ฟัง, ตอบคำถาม - ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- ให้นักเรียนหาเรื่องโครงสร้าง และการทำงานของวาล์ว โดยอธิบายประกอบแผ่นใสแสดงโครงสร้างของ วาล์ว 2/2,3/2,4/2, 5/2 ควบคุมด้วยกลไกต่าง ๆ	- ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก
- ใช้สัญลักษณ์แถบแม่เหล็กในการสอนวิธีการ ควบคุมอุปกรณ์ทำงานแบบทางตรง และทางอ้อม	- ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จัดบันทึก
- สรุปร่วมกับนศ. เรื่องวาล์วควบคุมทิศทางลมอัด และการนำไปใช้งาน	- ตอบคำถาม, จัดบันทึก
- นำเข้าสู่บทเรียนเรื่องความสำคัญที่ต้องมีการ ควบคุมความเร็วในระบบนิวแมติกส์	- ฟัง, ตอบคำถาม
- ให้นักเรียนหาเรื่องโครงสร้าง และการทำงานของวาล์ว โดยอธิบายประกอบแผ่นใสแสดงโครงสร้างของ วาล์วควบคุมความเร็ว Flow Control Valve	- ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก
- ใช้สัญลักษณ์แถบแม่เหล็กในการสอนวิธีการ ควบคุมความเร็วอุปกรณ์ทำงาน แบบควบคุมลม เข้า และควบคุมลมออก	- ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จัดบันทึก
- สรุปร่วมกับนศ. เรื่องการควบคุมความเร็วของ อุปกรณ์ทำงานโดยใช้ F.C.V.	- ตอบคำถาม, จัดบันทึก
- ให้นักเรียน ทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3 หมวดที่ 1 ใน หนังสือประกอบการเรียน	- ทำแบบฝึกหัดตามที่ได้รับมอบหมาย

สื่อการเรียนการสอน

1. ของจริงแสดงวาล์วควบคุมทิศทาง และวาล์วควบคุมความเร็วลมอัด
2. สัญลักษณ์แถบแม่เหล็ก
3. ใบงานที่ 1 เรื่องวาล์วควบคุมทิศทางลมอัด
4. ใบงานที่ 2 เรื่องวงจรนิวแมติกส์ควบคุมความเร็วก้านสูบ
5. หนังสือประกอบการเรียน นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ)

 การวัดผล และประเมินผล

1. ไปประเมินความพร้อม และพฤติกรรมนักเรียน
2. ตรวจสอบฝึกหัดท้ายบทที่ 3 หมวดที่ 1 ในหนังสือประกอบการเรียน
3. ตรวจสอบการทำใบงานเรื่องวลีควบคุมทิศทางลมอัด

 กิจกรรมเสนอแนะ

1. ให้นัก. ทำใบงานเรื่องวลีควบคุมทิศทางลมอัด

แผนการสอน	
เรื่อง วาล์วควบคุมในระบบนิวแมติกส์	สัปดาห์ที่...4 เวลา 2 คาบ / 100 นาที
วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	ระดับ ปวส. ช่างยนต์ ปี 2
 สาระสำคัญ นอกจากการควบคุมอุปกรณ์ทำงานในขั้นพื้นฐานให้ทำงาน หรือมอเตอร์ลม เคลื่อนที่ในทิศทาง และมีความเร็วในการเคลื่อนที่ตามที่กำหนดแล้ว การควบคุมอุปกรณ์ทำงานยังสามารถใช้ประโยชน์จาก วาล์วควบคุมได้อีก 3 ประเภท คือ วาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว (Non-Return Valve) วาล์วควบคุมความดันลมอัด (Pressure Control Valve) และวาล์วควบคุมแบบผสม (Combination Valve) โดย วาล์วทั้ง 3 ประเภท มีลักษณะ และจุดประสงค์ในการทำงานแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการเลือกนำไปใช้ในการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ ให้สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของลักษณะงานมากที่สุด	
 จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ความสำคัญ และประเภทของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว 2. โครงสร้างการทำงาน และสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว 3. การใช้วาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียวในวงจรนิวแมติกส์ 4. ความสำคัญ และประเภทของวาล์วควบคุมความดันลมอัด 5. โครงสร้างการทำงาน และสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมความดันลมอัด 6. โครงสร้างการทำงาน และสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมแบบผสม 7. การใช้วาล์วควบคุมแบบผสมในวงจรนิวแมติกส์	
 เนื้อหา 1. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ) หน้า 42 - 53 2. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม (ปานเพชร และขวัญชัย) หน้า 153 - 165	
 กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	
ขั้นกิจกรรม	
กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนบทเรียนที่แล้วด้วยเทคนิคการถาม-ตอบ - ให้เนื้อหาเรื่องโครงสร้าง และการทำงานของ วาล์วโดยอธิบายประกอบแผ่นใสแสดงโครงสร้างของวาล์ว Quick Exhaust Valve , Or Gate , And Gate	- ฟัง, ตอบคำถาม - ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- ใช้สัญลักษณ์แถบแม่เหล็กในการสอนวิธีการควบคุมความเร็วก้านสูบ - ให้นิยามเรื่องโครงสร้าง และการทำงานของวาล์วโดยอธิบายประกอบแผนโฮแสดงโครงสร้างของวาล์วลดความดัน, วาล์วระบายความดัน - ให้นิยามเรื่องโครงสร้าง และการทำงานของวาล์วโดยอธิบายประกอบแผนโฮแสดงโครงสร้างของวาล์วแบบผสม Time Delay Valve - ใช้สัญลักษณ์แถบแม่เหล็กในการสอนวิธีการควบคุมการหน่วงเวลาก้านสูบ - สรุปร่วมกับนศ. เรื่องคุณสมบัติของวาล์ว และการจำแนกชนิดของวาล์วแต่ละประเภท - ให้นศ.ทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3 หมวดที่ 2 ในหนังสือประกอบการเรียน	- ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จัดบันทึก - ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ , จัดบันทึก - ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก - ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จัดบันทึก - ตอบคำถาม, จัดบันทึก - ทำแบบฝึกหัดตามที่ได้รับมอบหมาย
📁 สื่อการเรียนการสอน	
1. ของจริงแสดงวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว, วาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว และวาล์วควบคุมความเร็วลมอัด 2. ใบงานที่ 1 เรื่องการใช้วาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียวในวงจรนิวแมติกส์ 3. ใบงานที่ 2 เรื่องการใช้วาล์วควบคุมแบบผสมในวงจรนิวแมติกส์ 4. หนังสือประกอบการเรียน นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ)	
📁 การวัดผล และประเมินผล	
1. ใบประเมินความพร้อม และพฤติกรรมการเรียน 2. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3 หมวดที่ 2 ในหนังสือประกอบการเรียน	
📁 กิจกรรมเสนอแนะ	
-	

แผนการสอน

เรื่อง การออกแบบวงจร และไดอะแกรมควบคุมการทำงานลำดับที่...5...เวลา...2 คาบ / 100 นาที
วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับ ปวส. ช่างยนต์ ปี 2

สาระสำคัญ

การเขียนวงจรนิวแมติกส์ที่ใช้บังคับการทำงานเครื่องจักรตามความต้องการของผู้ออกแบบ จำเป็นที่จะต้องมีความรู้พื้นฐานในการเขียนเป็นแบบเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ่านวงจร และเข้าใจการทำงานของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางอุปกรณ์แต่ละตัว ต้องมีตำแหน่งที่ชัดเจน และถูกต้องตามข้อบังคับของวิศวกรรมสถานแห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน รวมทั้งการให้รหัสแทนชื่อวาล์ว ก็จะส่งผลต่อการอ่านวงจรโดยตรง ซึ่งสามารถอ้างอิงถึงการทำงานของวงจรตามไดอะแกรมควบคุมการทำงาน และไดอะแกรมดังกล่าวก็มีส่วนที่สำคัญ ในการตรวจสอบความถูกต้องของวงจรที่ออกแบบด้วย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. หลักในการจัดเรียงแผนผังวงจรในระบบนิวแมติกส์
2. หลักในการให้หมายเลขแทนชื่ออุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์
3. ความสำคัญ และประเภทของไดอะแกรมควบคุมการทำงาน
4. ไดอะแกรมควบคุมการทำงานประเภทต่าง ๆ

เนื้อหา

1. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ) หน้า 111 - 115
2. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม (ปานเพชร และขวัญชัย) หน้า 173 - 180
3. เอกสารประกอบการฝึกอบรม Introduction to Pneumatics (Festo Didactic) หน้า 160 - 170

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นกิจกรรม

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการขึ้นแผ่นใสแสดงวงจร 2 ลักษณะ ที่มีการจัดเรียงตำแหน่งของวงจรแตกต่างกัน ถาม-ตอบ ให้นักอธิบายการทำงาน โยงใยถึงความสะดวก และถูกต้องในการอ่านวงจร	- ฟัง, ตอบคำถาม
- ให้นักเรียนหาเรื่องการจัดเรียงแผนผังวงจรโดยใช้สื่อเป็นสัญลักษณ์แถบแม่เหล็ก อธิบาย และให้นักเรียนออกมาแสดงการจัดเรียงสัญลักษณ์หน้าชั้นเรียน	- ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จัดบันทึก

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- อธิบายการให้หมายเลขแทนชื่ออุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ เมื่อนศ. เข้าใจ ให้ดำเนินการสรุปร่วมกับนศ. ด้วยการยกตัวอย่างบนกระดาน - บอกความสำคัญ และให้เนื้อหาเรื่องไดอะแกรมประเภทต่าง ๆ ทั้ง 4 ประเภท - แสดงวิธี และหลักการเขียนไดอะแกรมทั้ง 4 ประเภท - Alphabetic Sequence - Signal Flow Diagram - Step Motion Diagram - Time Motion Diagram - สรุปร่วมกับนศ. เรื่องไดอะแกรมควบคุมการทำงาน - ให้นศ.ทำใบงาน เรื่องการเขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงาน	- ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จัดบันทึก - ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก - ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จัดบันทึก - ตอบคำถาม, จัดบันทึก - ทำใบงานที่ได้รับมอบหมาย
 สื่อการเรียนการสอน 1. สัญลักษณ์แถบแม่เหล็ก 2. ใบงานที่ 1 เรื่องการกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ 3. ใบงานที่ 2 เรื่องการเขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงาน 4. หนังสือประกอบการเรียน นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ)  การวัดผล และประเมินผล 1. ใบประเมินความพร้อม และพฤติกรรมการเรียน 2. ตรวจการทำใบงานเรื่องการเขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงาน  กิจกรรมเสนอแนะ -	

แผนการสอน	
เรื่อง การควบคุมแบบต่อเนื่องมากกว่า 2 กระบอกสูบ	สัปดาห์ที่...6...เวลา.2 คาบ / 100 นาที
วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	ระดับ ปวส. ช่างยนต์ ปี 2
📁 สารสำคัญ งานนิวแมติกส์ในอุตสาหกรรมโดยทั่วไปเป็นการควบคุมแบบต่อเนื่อง อาศัยความสัมพันธ์ในการทำงานของอุปกรณ์มากกว่า 2 ชุดขึ้นไป ดังนั้นการออกแบบต้องคำนึงถึงความถูกต้อง และปลอดภัย โดยอาศัยความรู้จากการอ่านไดอะแกรมควบคุมการทำงาน เพื่อออกแบบวงจร และแก้ไขการเกิดสัญญาณลบลูกันที่เมนวาล์ว ซึ่งจะส่งผลให้วงจรมีความผิดพลาดในการทำงาน	
📁 จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. คุณลักษณะของวงจรทำงานแบบต่อเนื่องประเภทต่าง ๆ 2. การออกแบบวงจรทำงานต่อเนื่อง 3. ปัญหาการเกิดสัญญาณลบลูกันที่เมนวาล์ว 4. โครงสร้างการทำงาน และสัญลักษณ์ของวาล์วกลไกบังคับทำงานทางเดียว 5. การออกแบบวงจรต่อเนื่องแก้ปัญหาสัญญาณลบลูกันด้วย วาล์วกลไกบังคับทำงานทางเดียว	
📁 เนื้อหา 1. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ) หน้า 54 - 55 2. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม (ปานเพชร และขวัญชัย) หน้า 201 - 216	
📁 กิจกรรมการเรียนการสอน	
ชั้นกิจกรรม	
กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้ศ. ยกตัวอย่างงานหรือเครื่องจักรที่นำระบบนิวแมติกส์ทำงานต่อเนื่องมากกว่า 2 กระบอกสูบ ที่เคยพบเห็น - อธิบายถึงลักษณะของวงจรทำงานแบบต่อเนื่องประเภทต่าง ๆ โดยยกตัวอย่างประกอบ - ให้เนื้อหาการออกแบบวงจรทำงานต่อเนื่อง โดยยกตัวอย่าง การออกแบบวงจรบนกระดานข่าว จน นศ.เข้าใจ	- ฟัง, ตอบคำถาม - ฟัง, ตอบคำถาม, จดบันทึก - ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จดบันทึก

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- ยกตัวอย่างขั้นตอนการทำงานแบบ 1+1-2+2- ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จะเกิดสัญญาณลมสู่กันที่เมื่อนาวาล์วเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ในจุดประสงค์ต่อไป - บอกวิธีการแก้ปัญหา ด้วยวาล์วกลไกบังคับทำงานทางเดียว โดยใช้สื่อของจริงแสดงการทำงาน และวิธีเขียนสัญลักษณ์ - ใช้ตัวอย่างวงจรเดิม ให้นักพิจารณาไดอะแกรมควบคุมการทำงาน และระบุจุดที่ต้องนำวาล์วกลไกบังคับทำงานทางเดียวมาใช้ในวงจร - ยกตัวอย่างวงจรในลักษณะเช่นนี้ใหม่อีก 1-2 ครั้ง	- ฟัง, ตอบคำถาม, เสนอแนะ, จัดบันทึก - ฟัง, ตอบคำถาม, จัดบันทึก - ตอบคำถาม, จัดบันทึก - ตอบคำถาม, จัดบันทึก
 สื่อการเรียนการสอน	
1. ของจริงแสดงวาล์วกลไกบังคับทำงานทางเดียว 2. สัญลักษณ์แบบแม่เหล็ก 3. หนังสือประกอบการเรียน นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ)	
 การวัดผล และประเมินผล	
1. ใบประเมินความพร้อม และพฤติกรรมการเรียนรู้ 2. ตรวจวงจรต่อเนื่องที่มอบหมายให้นัก. ออกแบบ	
 กิจกรรมเสนอแนะ	
1. ให้นัก. ออกแบบวงจรต่อเนื่องโดยระบุ Alphabetic Sequence ให้กับ นศ. เป็นรายบุคคล	

แผนการสอน	
เรื่อง วงจรแยกสัญญาณ Cascade	สัปดาห์ที่...7...เวลา...2 คาบ / 100 นาที
วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	ระดับ ปวส. ช่างยนต์ ปี 2
 สาระสำคัญ การออกแบบวงจรนิวแมติกส์แบบต่อเนื่อง มักจะพบปัญหาว่าสัญญาณของลมจะเข้าเมนิวาล์ว มีการมาคอยอยู่ก่อนหน้า ทำให้สัญญาณใหม่ที่เข้ามาไม่สามารถสั่งงานให้เมนิวาล์วทำงานได้ การแก้ปัญหาดังกล่าวอาจใช้วาล์วกลไกบังคับทำงานทางเดียว ติดตั้งในวงจรแทนวาล์วแบบลูกกลิ้ง เพื่อไปตัดสัญญาณของลมอัดที่มากกระทำที่เมนิวาล์วก่อนหน้า แต่การแก้ปัญหาดังกล่าวอาจใช้กับงานบางประเภทไม่ได้ เพราะการทำงานของก้านสูบจะทำงานซ้อนกันอยู่ รวมทั้งการติดตั้งวาล์วกลไกบังคับทำงานทางเดียวซึ่งมีผลต่อระยะชักของก้านสูบ ทำให้ความแม่นยำในการทำงานลดน้อยลง และยังมีผลต่อความไม่ปลอดภัยที่เกิดจากการทำงานอีกด้วย ดังนั้นการแก้ปัญหาต่าง ๆ ข้างต้น สามารถทำได้โดยใช้วงจรแยกสัญญาณ แบบ Cascade	
 จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ความสำคัญของวงจรแยกสัญญาณ Cascade 2. การเปลี่ยนกลุ่มลม ของระบบแยกสัญญาณ Cascade 3. การออกแบบวงจรแยกสัญญาณ Cascade	
 เนื้อหา 1. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ) หน้า 116 - 121 2. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม (ปานเพชร และขวัญชัย) หน้า 217 - 224	
 กิจกรรมการเรียนการสอน	
ชั้นกิจกรรม	
กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้ศ.เสนอแนะ และยกตัวอย่างข้อจำกัดในการแก้ปัญหาการเกิดสัญญาณลมสู้กันที่เมนิวาล์วโดยใช้วาล์วกลไกบังคับทำงานทางเดียว - อธิบายถึงหลักในการแก้ปัญหาโดยเน้นการอธิบายในภาพรวม แล้วโยงไปสู่บทเรียนวงจรแยกสัญญาณแบบ Cascade	- ฟัง, เสนอแนะ - ฟัง,จดบันทึก

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- ให้นำเนื้อหาเรื่องส่วนประกอบ และหน้าที่ของอุปกรณ์ในวงจรแยกสัญญาณแบบ Cascade และอธิบายขั้นตอนการเปลี่ยนกลุ่มลม 2, 3, 4 กลุ่มลม - ยกตัวอย่างเพื่อออกแบบวงจรแยกสัญญาณ Cascade บนกระดาน หลาย ๆ วงจร ข้า ๆ ให้นัก.มีส่วนร่วมในการออกแบบมากที่สุด - สรุปร่วมกันศ.	- ฟัง, ตอบคำถาม,จดบันทึก - ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จดบันทึก - ตอบคำถาม, จดบันทึก

 **สื่อการเรียนการสอน**

1. สัญลักษณ์แถบแม่เหล็ก
2. ใบงานที่ 1 เรื่องการออกแบบวงจรแยกสัญญาณ Cadcade
3. หนังสือประกอบการเรียน นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ)

 **การวัดผล และประเมินผล**

1. ใบประเมินความพร้อม และพฤติกรรมนักเรียน
2. ตรวจวงจรแยกสัญญาณ Cascade ที่มอบหมายให้นัก. ออกแบบ

 **กิจกรรมเสนอแนะ**

1. ให้นัก. ออกแบบวงจรแยกสัญญาณ Cascade โดยให้ใช้ Alphabetic Sequence เดิมจากบทเรียนที่แล้ว

แผนการสอน									
เรื่อง วงจรแยกสัญญาณ Shift Register	สัปดาห์ที่.....8 เวลา.....2 คาบ / 100 นาที								
วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	ระดับ ปวส. ช่างยนต์ ปี 2								
 สาระสำคัญ จากข้อจำกัดและข้อเสียของวงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade จึงแก้ปัญหาด้วยการพัฒนาให้วงจรแยกสัญญาณควบคุมการทำงานได้ประสิทธิภาพดีกว่าเดิม โดยใช้วงจรแยกสัญญาณ ควบคุมแบบ Shift Register ซึ่งมีข้อดีที่วงจรควบคุมที่ผ่านมา คือ สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุม การทำงานของวาล์วต่าง ๆ จะรวดเร็ว และแน่นอนกว่า ลดปัญหาการเกิดสัญญาณลมตกคร่อมในระบบ เพราะสัญญาณลมจะผ่านวาล์วชุด Shift Register เพียงชุดเดียว ไม่เหมือนกับวงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade ที่ผ่านมา  จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ความสำคัญของวงจรแยกสัญญาณ Shift Register 2. การเปลี่ยนกลุ่มลม ของระบบแยกสัญญาณ Shift Register 3. การออกแบบวงจรแยกสัญญาณ Shift Register  เนื้อหา 1. นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ) หน้า 122 - 124 2. นิวแมติกส์อุตสาหกรรม (ปานเพชร และขวัญชัย) หน้า 224 - 237  กิจกรรมการเรียนการสอน <u>ชั้นกิจกรรม</u> <table> <tr> <th>กิจกรรมผู้สอน</th><th>กิจกรรมผู้เรียน</th></tr> <tr> <td>- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้ศ. เสนอแนะ และยกตัวอย่างข้อจำกัดในการแก้ปัญหาการเกิดสัญญาณลมสู้กันที่เมนวาล์วโดยใช้วงจรแยกสัญญาณ Cascade</td><td>- ฟัง, เสนอแนะ</td></tr> <tr> <td>- อธิบายถึงหลักในการแก้ปัญหา ที่นศ. และผู้สอน เสนอแนะร่วมกัน นำไปสู่บทเรียนวงจรแยกสัญญาณแบบ Shift Register</td><td>- ฟัง, จดบันทึก</td></tr> <tr> <td>- ให้เนื้อหาเรื่องส่วนประกอบ และหน้าที่ของอุปกรณ์ในวงจรแยกสัญญาณ Shift Register และอธิบายขั้นตอนการเปลี่ยนกลุ่มลม 3, 4 กลุ่มลม</td><td>- ฟัง, ตอบคำถาม, จดบันทึก</td></tr> </table>		กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้ศ. เสนอแนะ และยกตัวอย่างข้อจำกัดในการแก้ปัญหาการเกิดสัญญาณลมสู้กันที่เมนวาล์วโดยใช้วงจรแยกสัญญาณ Cascade	- ฟัง, เสนอแนะ	- อธิบายถึงหลักในการแก้ปัญหา ที่นศ. และผู้สอน เสนอแนะร่วมกัน นำไปสู่บทเรียนวงจรแยกสัญญาณแบบ Shift Register	- ฟัง, จดบันทึก	- ให้เนื้อหาเรื่องส่วนประกอบ และหน้าที่ของอุปกรณ์ในวงจรแยกสัญญาณ Shift Register และอธิบายขั้นตอนการเปลี่ยนกลุ่มลม 3, 4 กลุ่มลม	- ฟัง, ตอบคำถาม, จดบันทึก
กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน								
- นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้ศ. เสนอแนะ และยกตัวอย่างข้อจำกัดในการแก้ปัญหาการเกิดสัญญาณลมสู้กันที่เมนวาล์วโดยใช้วงจรแยกสัญญาณ Cascade	- ฟัง, เสนอแนะ								
- อธิบายถึงหลักในการแก้ปัญหา ที่นศ. และผู้สอน เสนอแนะร่วมกัน นำไปสู่บทเรียนวงจรแยกสัญญาณแบบ Shift Register	- ฟัง, จดบันทึก								
- ให้เนื้อหาเรื่องส่วนประกอบ และหน้าที่ของอุปกรณ์ในวงจรแยกสัญญาณ Shift Register และอธิบายขั้นตอนการเปลี่ยนกลุ่มลม 3, 4 กลุ่มลม	- ฟัง, ตอบคำถาม, จดบันทึก								

กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน
- ยกตัวอย่างเพื่อออกแบบวงจรแยกสัญญาณ Shift Register บนกระดานหลาย ๆ วงจร ช้าๆ ให้นัก.มีส่วนร่วมในการออกแบบมากที่สุด - สรุปร่วมกับนัก. - ให้นัก.ทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4 ในหนังสือประกอบการเรียน	- ฟัง, ตอบคำถาม, ออกมาทำกิจกรรม, จดบันทึก - ตอบคำถาม, จดบันทึก - ทำแบบฝึกหัดตามที่ได้รับมอบหมาย
 สื่อการเรียนการสอน 1. สัญลักษณ์แอมป์แม่เหล็ก 2. ใบงานที่ 1 เรื่องการออกแบบวงจรแยกสัญญาณ Shift Register 3. หนังสือประกอบการเรียน นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (วิทยา และคนอื่น ๆ)  การวัดผล และประเมินผล 1. ไปประเมินความพร้อม และพฤติกรรมนักเรียน 2. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4 ในหนังสือประกอบการเรียน 3. ตรวจวงจรแยกสัญญาณ Shift Register ที่มอบหมายให้นัก. ออกแบบ  กิจกรรมเสนอแนะ 1. ให้นัก. ออกแบบวงจรแยกสัญญาณ Shift Register โดยให้ใช้ Alphabetic Sequence เดิมจากบทเรียนที่แล้ว	

ตารางที่ ข-1 แสดงการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง ความรู้ และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อ (Topic)	ความรู้ (Knowledge)	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives)
1. ความรู้เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์	1.1 ความหมายของระบบนิวแมติกส์	1.1.1 บอกวิวัฒนาการของระบบนิวแมติกส์ได้
		1.1.2 ให้คำจำกัดความของคำว่านิวแมติกส์ได้
	1.2 คุณสมบัติของนิวแมติกส์ และระบบการทำงานอื่น ๆ	1.2.1 บอกคุณสมบัติของระบบนิวแมติกส์ และระบบการทำงานอื่น ๆ ได้
	1.3 การแบ่งประเภทของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ ตามโครงสร้างหลัก	1.3.1 แบ่งประเภทของอุปกรณ์ ตามโครงสร้างหลักในระบบนิวแมติกส์ได้
	1.4 หน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ ตามโครงสร้างหลัก	1.4.1 บอกหน้าที่ และความสำคัญของอุปกรณ์ ตามโครงสร้างหลักในระบบนิวแมติกส์ได้
2. กฎเบื้องต้น ของลมอัด	2.1 ความดัน และไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน	2.1.1 อธิบายไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันได้
	2.2 ทฤษฎีพื้นฐานของลมอัดเกี่ยวกับ แรง, อุณหภูมิ, พื้นที่ และความดัน	2.2.1 อธิบายความสำคัญของสมการ และหน่วยเกี่ยวกับแรง, อุณหภูมิ, พื้นที่ ที่มีความสัมพันธ์กับความดันได้
	2.3 ความสำคัญตามกฎของปาสคาล, บอยล์ และเกย์ ลูสแซค	2.3.1 อธิบายความสำคัญตามกฎของปาสคาล, บอยล์ และเกย์ ลูสแซคได้
3. การผลิต และการเตรียมลมอัดในระบบนิวแมติกส์	3.1 การเตรียมลมอัดในระบบนิวแมติกส์	3.1.1 บอกคุณสมบัติ และการทำงานของอุปกรณ์เตรียมลมอัดในระบบนิวแมติกส์ได้
		3.1.2 บอกหลักการทำงานของวงจรควบคุมเครื่องอัดอากาศแบบ Start-Stop หรือแบบ On-Off ได้
	3.2 การจ่ายลมอัดในระบบนิวแมติกส์	3.2.1 บอกวิธีการติดตั้งท่อส่งจ่ายลมอัดที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ได้
4. การปรับปรุงคุณภาพลมอัด	4.1 ความสำคัญของชุดควบคุม และปรับปรุงคุณภาพลมอัด	4.1.1 บอกความสำคัญ และหน้าที่ของชุดควบคุม และปรับปรุงคุณภาพลมอัดได้
	4.2 สัญลักษณ์แทนการทำงานของชุดควบคุม และปรับปรุงคุณภาพลมอัด	4.2.1 อ่านสัญลักษณ์แทนการทำงานของชุดควบคุม และปรับปรุงคุณภาพลมอัดได้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

หัวข้อ (Topic)	ความรู้ (Knowledge)	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives)
	4.3 การติดตั้งชุดควบคุม และปรับปรุงคุณภาพลมอัด ในงานอุตสาหกรรม	4.3.1 บอกหลักการการทำงานของชุดควบคุม และปรับปรุงคุณภาพลมอัดได้ ที่ใช้ในงานติดตั้งแบบต่าง ๆ ได้
5. อุปกรณ์ทำงาน ในระบบนิวแมติกส์	5.1 คุณสมบัติของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์	5.1.1 บอกคุณสมบัติของกระบอกสูบลม และมอเตอร์ลมชนิดต่าง ๆ ได้
	5.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์	5.2.1 อธิบายหลักการทำงานของกระบอกสูบลม และมอเตอร์ลมชนิดต่าง ๆ ได้
	5.3 สัญลักษณ์ของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์	5.3.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ของกระบอกสูบทำงานทางเดียว และกระบอกสูบทำงานสองทางชนิดต่าง ๆ ได้
6. วาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด	6.1 หน้าที่และความสำคัญของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด	6.1.1 บอกหน้าที่ และความสำคัญของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ได้
	6.2 การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด	6.2.1 บอกความหมายแทนส่วนประกอบทางสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัดได้
	6.3 โครงสร้างการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด	6.3.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัดแบบ 2/2, 3/2, 4/2 และ 5/2 ได้
	6.4 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด	6.4.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัดแบบ 2/2, 3/2, 4/2 และ 5/2 ได้
	6.5 การใช้วาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด ในวงจรนิวแมติกส์	6.5.1 อธิบายคุณลักษณะของวงจรควบคุมทิศทางการไหลลมอัด ในวงจรนิวแมติกส์ได้ 6.5.2 ไล่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรควบคุมทิศทางการไหลลมอัด ประเภทต่างๆในวงจรนิวแมติกส์ได้
7. วาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัด	7.1 หน้าที่ และความสำคัญของวาล์ว ควบคุมอัตราการไหลลมอัด	7.1.1 บอกหน้าที่ และความสำคัญของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัด ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ได้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

หัวข้อ (Topic)	ความรู้ (Knowledge)	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives)
	7.2 โครงสร้างการทำงานของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัด	7.2.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัดแบบคอคอดปรับค่า และแบบควบคุมอัตราการไหลทางเดียวได้
	7.3 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัด	7.3.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัดแบบคอคอดปรับค่า และแบบควบคุมอัตราการไหลทางเดียวได้
	7.4 การใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหล ในวงจรนิวแมติกส์	7.4.1 อธิบายถึงคุณลักษณะของวงจรควบคุมปริมาณลมเข้า และวงจรควบคุมปริมาณลมออกได้
		7.4.2 ใ้วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรควบคุมปริมาณลมเข้า และวงจรควบคุมปริมาณลมออกได้
8. วาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว	8.1 ความสำคัญ และประเภทของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว	8.1.1 บอกหน้าที่ และความสำคัญของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ได้
	8.2 โครงสร้างการทำงานของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว	8.2.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียวแบบวาล์วก้นกลับ, แบบวาล์วระบายลมทิ้งเร็ว, แบบขัดเทิลวาล์ว และแบบวาล์วความดันสองทางได้
	8.3 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว	8.3.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียวแบบวาล์วก้นกลับ, แบบวาล์วระบายลมทิ้งเร็ว, แบบขัดเทิลวาล์ว และแบบวาล์วความดันสองทางได้
	8.4 การใช้วาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียวในวงจรนิวแมติกส์	8.4.1 ใ้วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว ประเภทต่าง ๆ ในวงจรนิวแมติกส์ได้
9. วาล์วควบคุมความดันลมอัด และวาล์วควบคุมแบบผสม	9.1 โครงสร้างการทำงานของวาล์วควบคุมความดันลมอัด และวาล์วควบคุมแบบผสม	9.1.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมความดันลมอัด และวาล์วควบคุมแบบผสมได้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

หัวข้อ (Topic)	ความรู้ (Knowledge)	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives)
	9.2 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมความดันลมอัด และวาล์วควบคุมแบบผสม	9.2.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ วาล์วควบคุมความดันลมอัด และวาล์วควบคุมแบบผสมได้
	9.3 การใช้วาล์วควบคุมแบบผสมในวงจรนิวแมติกส์	9.3.1 ไล่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรนิวแมติกส์ควบคุมการหน่วงเวลาได้
10. หลักการเขียนและออกแบบวงจรนิวแมติกส์	10.1 หลักในการจัดเรียงแผนผังวงจรในระบบนิวแมติกส์	10.1.1 บอกหลักในการจัดเรียงแผนผังวงจร ได้ถูกต้องตามข้อบังคับของวิศวกรรมสถานแห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน
	10.2 หลักในการให้หมายเลขแทนชื่ออุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์	10.2.1 กำหนดหมายเลขแทนชื่ออุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์ได้
11. ไดอะแกรมควบคุมการทำงานของวงจรนิวแมติกส์	11.1 ความหมายของไดอะแกรมควบคุมการทำงาน	11.1.1 บอกความหมายของไดอะแกรมควบคุมการทำงานประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ได้
	11.2 ไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Alphabetic Sequence	11.2.1 เขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Alphabetic Sequence ในระบบตัวอักษร และระบบตัวเลขได้
	11.3 ไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Signal Flow Diagram	11.3.1 เขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Signal Flow Diagram ได้
	11.4 ไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Step Motion Diagram	11.4.1 เขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Step Motion Diagram ได้
	11.5 ไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Time Motion Diagram	11.5.1 เขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Time Motion Diagram ได้
12. การควบคุมแบบต่อเนื่อง	12.1 ลักษณะของวงจรทำงานแบบต่อเนื่อง	12.1.1 บอกคุณลักษณะของวงจรต่อเนื่องแบบต่าง ๆ ได้
	12.2 การไล่วงจรทำงานแบบต่อเนื่อง	12.2.1 ไล่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรทำงานต่อเนื่องแบบต่าง ๆ ได้
	12.3 การออกแบบวงจรทำงานต่อเนื่อง	12.3.1 ออกแบบวงจรนิวแมติกส์ควบคุมแบบต่อเนื่องได้
13. การแก้ปัญหาการเกิดสัญญาณลบลูกันที่เมนิวาล์ว	13.1 การเกิดสัญญาณลบลูกันที่เมนิวาล์ว	13.1.1 บอกจุดที่เป็นปัญหาของการเกิดสัญญาณลบลูกันที่เมนิวาล์วในวงจรต่อเนื่องได้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

หัวข้อ (Topic)	ความรู้ (Knowledge)	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives)
	13.2 โครงสร้างการทำงานของ วาล์วกลไกบังคับทำงานทางเดียว	13.2.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์ว 3/2 ควบคุมการทำงานด้วยกลไกบังคับ ทำงานทางเดียว ได้
	13.3 สัญลักษณ์ของวาล์วกลไก บังคับทำงานทางเดียว	13.3.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ของวาล์ว 3/2 ควบคุมการทำงานด้วยกลไกบังคับ ทำงานทางเดียว ได้
	13.4 การใส่วงจรต่อเนื่องแก้ปัญหา สัญญาณลบลูกัน ด้วยวาล์วกลไก บังคับทำงานทางเดียว	13.4.1 ใส่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ ของวงจรต่อเนื่องแก้ปัญหาการเกิดสัญญาณ ลบลูกันที่เมนวาล์ว โดยใช้วาล์ว 3/2 ควบคุม การทำงานด้วยกลไกบังคับทำงานทางเดียว ได้
14. วงจรแยกสัญญาณ Cascade	14.1 การเปลี่ยนกลุ่มลม ของระบบ Cascade	14.1.1 บอกความสำคัญในการออกแบบ ชุดแยกสัญญาณเปลี่ยนกลุ่มลมแบบ Cascade 2 กลุ่มลม และ 3 กลุ่มลมได้
	14.2 การออกแบบวงจรแยก สัญญาณ Cascade	14.2.1 บอกหลักการออกแบบวงจรแยก สัญญาณควบคุมแบบ Cascade ได้
		14.2.2 ใส่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ ของวงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade ได้
15. วงจรแยกสัญญาณ Shift Register	15.1 ความสำคัญของวงจรแยก สัญญาณ Shift Register	15.1.1 บอกความสำคัญของวงจรแยก สัญญาณควบคุมแบบ Shift Register ใน วงจรนิวแมติกส์ได้
	15.2 การเปลี่ยนกลุ่มลม ของระบบ Shift Register	15.2.1 บอกความสำคัญในการออกแบบ ชุดแยกสัญญาณเปลี่ยนกลุ่มลมแบบ Shift Register 3 กลุ่มลม, 4 กลุ่มลมได้
	15.3 การออกแบบวงจรแยก สัญญาณ Shift Register	15.3.1 บอกหลักการออกแบบวงจรแยก สัญญาณควบคุมแบบ Shift Register ได้
		15.3.2 ใส่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ ของวงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Shift Register ได้

ตารางที่ ข-2 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives)	ระดับ ความรู้			ระดับ ความ สำคัญ			ข้อสอบ ข้อที่	จำนวน ข้อสอบ
	R	A	T	O	I	X		
1.1.1 บอกวิวัฒนาการของระบบนิวแมติกส์ได้	/			/			1-2	2
1.1.2 ให้คำจำกัดความของคำว่า นิวแมติกส์ได้	/			/			3-4	2
1.2.1 บอกคุณสมบัติของระบบนิวแมติกส์ และระบบการทำงาน อื่น ๆ ได้	/				/		5-11	7
1.3.1 แบ่งประเภทของอุปกรณ์ ตามโครงสร้างหลักในระบบ นิวแมติกส์ ได้	/			/			12-13	2
1.4.1 บอกหน้าที่ และความสำคัญของอุปกรณ์ ตามโครงสร้าง หลักในระบบนิวแมติกส์ได้	/				/		14-15	2
2.1.1 อธิบายไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันได้	/			/			16-19	4
2.2.1 อธิบายความสำคัญของสมการ และหน่วยเกี่ยวกับแรง, อุณหภูมิ, พื้นที่ ที่มีความสัมพันธ์กับความดันได้	/			/			20-25	6
2.3.1 อธิบายความสำคัญตามกฎหมายของปาสคาล, บอยล์ และ เกย์-ลุสแซคได้	/			/			26-27	2
3.1.1 บอกคุณสมบัติ และการทำงานของอุปกรณ์เตรียมลมอัดใน ระบบนิวแมติกส์ได้	/				/		28-36	9
3.1.2 บอกหลักการทำงานของวงจรควบคุมเครื่องอัดอากาศแบบ Start-Stop หรือแบบ On-Off ได้	/			/			37-39	3
3.2.1 บอกวิธีการติดตั้งท่อส่งจ่ายลมอัดที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ ได้	/			/			40-42	3
4.1.1 บอกความสำคัญและหน้าที่ของชุดควบคุม และปรับปรุง คุณภาพลมอัดได้	/				/		43-46	4
4.2.1 อ่านสัญลักษณ์แทนการทำงานของชุดควบคุม และปรับ ปรุงคุณภาพลมอัดได้	/				/		47-49	3
4.3.1 บอกหลักการทำงานของชุดควบคุม และปรับปรุงคุณภาพ ลมอัด ที่ใช้ในงานติดตั้งแบบต่าง ๆ ได้	/				/		50-54	5
5.1.1 บอกคุณสมบัติของกระบอกสูบลม และมอเตอร์ลมชนิด ต่าง ๆ ได้	/			/			55-58	4
5.2.1 อธิบายหลักการทำงานของกระบอกสูบลม และมอเตอร์ลม ชนิดต่าง ๆ ได้	/			/			59-65	7
5.3.1 อ่านและเขียนสัญลักษณ์ของกระบอกสูบทำงานทางเดียว และกระบอกสูบทำงานสองทางชนิดต่าง ๆ ได้	/				/		66-67	2

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives)	ระดับ ความรู้			ระดับ ความ สำคัญ			ข้อสอบ ข้อที่	จำนวน ข้อสอบ
	R	A	T	O	I	X		
6.1.1 บอกหน้าที่ และความสำคัญของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ได้	/				/		68-71	4
6.2.1 บอกความหมายแทนส่วนประกอบทางสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัดได้	/				/		72-78	7
6.3.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัดแบบ 2/2, 3/2, 4/2 และ 5/2 ได้	/				/		79-82	4
6.4.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัดแบบ 2/2, 3/2, 4/2 และ 5/2 ได้	/				/		83-85	3
6.5.1 อธิบายคุณลักษณะของวงจรควบคุมทิศทางการไหลลมอัดในวงจรนิวแมติกส์ได้	/			/			86-89	4
6.5.2 ไล่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรควบคุมทิศทางการไหลลมอัด ประเภทต่าง ๆ ในวงจรนิวแมติกส์ได้		/			/		90-95	6
7.1.1 บอกหน้าที่ และความสำคัญของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัด ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ได้	/				/		96-97	2
7.2.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัดแบบคอคอดปรับค่าและแบบควบคุมอัตราการไหลทางเดียวได้	/				/		98-100	3
7.3.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมอัตราการไหลลมอัดแบบคอคอดปรับค่า และแบบควบคุมอัตราการไหลทางเดียวได้	/				/		101-102	2
7.4.1 อธิบายถึงคุณลักษณะของวงจรควบคุมปริมาณลมเข้า และวงจรควบคุมปริมาณลมออกได้	/			/			103-104	2
7.4.2 ไล่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ ของวงจรควบคุมปริมาณลมเข้า และวงจรควบคุมปริมาณลมออกได้		/			/		105-108	4
8.1.1 บอกหน้าที่ และความสำคัญของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียว ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ได้	/				/		109-110	2
8.2.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียวแบบวาล์วกันกลับ, แบบวาล์วระบายลมทิ้งเร็ว, แบบขัดเทิลวาล์ว และแบบวาล์วความดันสองทางได้	/				/		111-115	5
8.3.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมบังคับลมอัดไหลทางเดียวแบบวาล์วกันกลับ, แบบวาล์วระบายลมทิ้งเร็ว, แบบขัดเทิลวาล์ว และแบบวาล์วความดันสองทางได้	/				/		116-117	2

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives)	ระดับ ความรู้			ระดับ ความ สำคัญ			ข้อสอบ ข้อที่	จำนวน ข้อสอบ
	R	A	T	O	I	X		
8.4.1 ไล่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ ของวงจรควบคุม บังคับลมอัดไหลทางเดียว ประเภทต่าง ๆ ในวงจรนิวแมติกส์ได้	/				/		118-124	7
9.1.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมความดันลมอัด และวาล์วควบคุมแบบผสมได้	/				/		125-128	4
9.2.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ วาล์วควบคุมความดันลมอัด และวาล์วควบคุมแบบผสมได้	/				/		129-132	4
9.3.1 ไล่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรนิวแมติกส์ ควบคุมการหน่วงเวลาได้	/				/		133-135	3
10.1.1 บอกหลักในการจัดเรียงแผนผังวงจร ได้ถูกต้องตามข้อ บังคับของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยสำหรับรัฐเยอรมัน	/				/		136-138	3
10.2.1 กำหนดหมายเลขแทนชื่ออุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์ได้	/				/		139-143	5
11.1.1 บอกความหมายของไดอะแกรมควบคุมการทำงาน ประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ได้	/			/			144-145	2
11.2.1 เขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Alphabetic Sequence ในระบบตัวอักษร และระบบตัวเลขได้	/			/			146-148	3
11.3.1 เขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Signal Flow Diagram ได้	/			/			149-151	3
11.4.1 เขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Step Motion Diagram ได้	/			/			152-154	3
11.5.1 เขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Time Motion Diagram ได้	/			/			155-157	3
12.1.1 บอกคุณลักษณะของวงจรต่อเนื่องแบบต่าง ๆ ได้	/			/			158-160	3
12.2.1 ไล่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรทำงานต่อเนื่อง แบบต่าง ๆ ได้	/				/		161-166	6
12.3.1 ออกแบบวงจรนิวแมติกส์ควบคุมแบบต่อเนื่องได้	/				/		167-169	3
13.1.1 บอกจุดที่เป็นปัญหาของการเกิดสัญญาณลบลูกันที่ เมนวาล์วในวงจรต่อเนื่องได้	/				/		170-175	6
13.2.1 อธิบายหลักการทำงานของวาล์ว 3/2 ควบคุมการทำงาน ด้วยกลไกบังคับทำงานทางเดียวได้	/				/		176-178	3
13.3.1 อ่าน และเขียนสัญลักษณ์ของวาล์ว 3/2 ควบคุมการ ทำงานด้วยกลไกบังคับทำงานทางเดียวได้	/				/		179-180	2

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Objectives)	ระดับ ความรู้			ระดับ ความ สำคัญ			ข้อสอบ ข้อที่	จำนวน ข้อสอบ
	R	A	T	O	I	X		
13.4.1 ไส่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรต่อเนื่อง แก้ปัญหาการเกิดสัญญาณลบลูกันที่เมนิวาล์ว โดยใช้วาล์ว 3/2 ควบคุมการทำงานด้วยกลไกบังคับทำงานทางเดียวได้		/				/	181-182	2
14.1.1 บอกความสำคัญในการออกแบบชุดแยกสัญญาณเปลี่ยน กลุ่มลมแบบ Cascade 2 กลุ่มลม และ 3 กลุ่มลมได้	/				/		183-188	6
14.2.1 บอกหลักการออกแบบวงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade ได้	/					/	189-192	4
14.2.2 ไส่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรแยกสัญญาณ ควบคุมแบบ Cascade ได้		/				/	193-195	3
15.1.1 บอกความสำคัญของวงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Shift Register ในวงจรนิวแมติกส์ได้	/			/			196-198	3
15.2.1 บอกความสำคัญในการออกแบบชุดแยกสัญญาณเปลี่ยน กลุ่มลมแบบ Shift Register 3 กลุ่มลม และ 4 กลุ่มลมได้	/				/		199-203	5
15.3.1 บอกหลักการออกแบบวงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Shift Register ได้	/					/	204-206	3
15.3.2 ไส่วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรแยกสัญญาณ ควบคุมแบบ Shift Register ได้		/				/	207-209	3

ระดับความรู้

- R = Recalled Knowledge
หมายถึง ขั้นการฟื้นคืนความรู้
- A = Applied Knowledge
หมายถึง ขั้นการนำความรู้ไปใช้
- T = Transferred Knowledge
หมายถึง ขั้นการส่งถ่ายความรู้

ระดับความสำคัญ

- O = Unimportant
หมายถึง สำคัญน้อย
- I = Important
หมายถึง สำคัญปานกลาง
- X = Very Important
หมายถึง สำคัญมาก

ตารางที่ ข-3 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1.1	1	+1	0	+1	0	+1	3	.6
	2	+1	+1	0	0	+1	3	.6
1.1.2	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	0	0	+1	+1	+1	3	.6
1.2.1	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	+1	+1	+1	0	+1	4	.8
	7	+1	0	0	0	+1	2	.4*
	8	0	+1	0	0	+1	2	.4*
	9	-1	+1	+1	+1	+1	3	.6
	10	+1	0	0	+1	+1	3	.6
	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
1.3.1	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	13	0	+1	+1	+1	0	3	.6
1.4.1	14	+1	+1	+1	-1	+1	3	.6
	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2.1.1	16	0	+1	0	+1	+1	3	.6
	17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	18	0	+1	+1	+1	0	3	.6
	19	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
2.2.1	20	-1	0	+1	0	-1	-1	.2*
	21	+1	0	+1	+1	0	3	.6
	22	+1	+1	0	+1	0	3	.6
	23	+1	+1	0	0	+1	3	.6
	24	-1	+1	+1	+1	+1	3	.6
	25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2.3.1	26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	27	+1	0	0	+1	+1	3	.6
3.1.1	28	+1	+1	0	0	+1	3	.6
	29	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	30	0	0	+1	+1	+1	3	.6
	31	-1	+1	+1	+1	0	2	.4*
	32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	33	+1	0	0	+1	+1	3	.6
	34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3.1.2	35	-1	0	+1	0	-1	-1	-.2*
	36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	37	+1	-1	+1	+1	0	2	.4*
	38	+1	0	+1	+1	0	3	.6
	39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3.2.1	40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4.1.1	43	+1	+1	0	0	+1	3	.6
	44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	45	+1	+1	+1	+1	0	4	.8
4.2.1	46	+1	0	+1	+1	0	3	.6
	47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	49	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
4.3.1	50	-1	0	0	0	0	-1	-.2*
	51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	52	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
5.1.1	53	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	54	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	55	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	56	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	57	+1	0	+1	0	0	2	.4*
5.2.1	58	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	59	+1	+1	+1	0	0	3	.6
	60	-1	+1	+1	0	-1	0	0*
5.3.1	61	+1	0	+1	+1	0	3	.6
	62	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	63	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	64	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	65	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	66	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	67	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6.1.1	68	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	69	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	70	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	71	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6.2.1	72	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	73	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	74	+1	+1	0	+1	0	3	.6
	75	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	76	-1	0	+1	-1	-1	-2	-.4*
	77	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	78	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6.3.1	79	+1	+1	0	-1	0	1	.2*
	80	-1	+1	+1	+1	0	2	.4*
	81	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	82	+1	+1	+1	+1	0	4	.8
6.4.1	83	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	84	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	85	0	+1	0	+1	+1	3	.6
6.5.1	86	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	87	+1	0	0	+1	+1	3	.6
	88	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	89	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
6.5.2	90	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	91	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	92	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	93	1+	+1	+1	-1	+1	3	.6
	94	1+	+1	+1	+1	+1	5	1
	95	+1	+1	+1	-1	+1	3	.6
7.1.1	96	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	97	+1	+1	+1	0	0	3	.6
7.2.1	98	+1	0	0	-1	+1	1	.2*
	99	-1	+1	+1	+1	+1	3	.6
	100	+1	+1	+1	+1	0	4	.8
7.3.1	101	+1	+1	+1	0	+1	4	.8

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
7.4.1	102	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	103	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	104	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7.4.2	105	+1	-1	+1	0	-1	0	0*
	106	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	107	0	+1	+1	+1	+1	4	.8
8.1.1	108	-1	+1	+1	0	-1	0	0*
	109	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	110	+1	+1	+1	0	+1	4	.8
8.2.1	111	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	112	-1	+1	+1	+1	0	2	.4
	113	+1	+1	0	+1	0	3	.6
8.3.1	114	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	115	0	+1	0	+1	-1	1	.2*
	116	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8.4.1	117	+1	+1	+1	-1	+1	3	.6
	118	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	119	+1	0	+1	0	0	2	.4*
	120	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	121	+1	0	+1	0	+1	3	.6
	122	+1	0	+1	0	0	2	.4*
	123	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	124	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9.1.1	125	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	126	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	127	+1	0	0	-1	-1	-1	-.2*
	128	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	129	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	130	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9.2.1	131	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	132	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	133	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
9.3.1	134	+1	0	+1	0	+1	3	.6
	135	+1	+1	+1	-1	+1	3	.6

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
10.1.1	136	0	0	-1	0	+1	0	0*
	137	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	138	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
10.2.1	139	+1	+1	+1	0	+1	4	.8
	140	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	141	0	+1	0	+1	+1	3	.6
	142	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11.1.1	143	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	144	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	145	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11.2.1	146	+1	+1	+1	0	+1	4	.8
	147	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	148	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
11.3.1	149	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	150	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	151	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11.4.1	152	+1	+1	+1	0	+1	4	.8
	153	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	154	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11.5.1	155	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	156	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	157	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
12.1.1	158	+1	+1	0	+1	0	3	.6
	159	0	+1	+1	+1	+1	4	.8
	160	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12.2.1	161	+1	0	+1	0	0	2	.4*
	162	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	163	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	164	+1	+1	0	0	+1	3	.6
	165	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	166	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
12.3.1	167	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	168	0	0	+1	+1	+1	3	.6
	169	+1	+1	+1	0	+1	4	.8

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
13.1.1	170	+1	-1	-1	0	+1	0	0*
	171	+1	0	0	+1	0	2	.4*
	172	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	173	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	174	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	175	+1	+1	0	0	0	2	.4*
13.2.1	176	+1	+1	0	0	0	2	.4*
	177	0	+1	+1	+1	+1	4	.8
	178	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13.3.1	179	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	180	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13.4.1	181	+1	-1	+1	+1	+1	3	.6
	182	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
14.1.1	183	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	184	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	185	+1	0	0	+1	+1	3	.6
	186	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	187	+1	+1	0	+1	0	3	.6
	188	+1	+1	+1	+1	0	4	.8
14.2.1	189	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
	190	-1	+1	+1	+1	+1	3	.6
	191	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	192	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14.2.2	193	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	194	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	195	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
15.1.1	196	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	197	+1	+1	0	-1	+1	2	.4*
	198	+1	0	+1	+1	+1	4	.8
15.2.1	199	-1	0	+1	-1	+1	0	0*
	200	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	201	+1	0	0	+1	+1	3	.6
	202	+1	0	0	0	+1	2	.4*
	203	+1	0	+1	-1	0	1	.2*

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
15.3.1	204	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	205	+1	+1	0	+1	+1	4	.8
	206	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
15.3.2	207	+1	+1	+1	0	0	3	.6
	208	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	209	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ข้อสอบมีค่าดัชนีมากกว่า .5 ถือว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนข้อสอบที่มีค่าดัชนีต่ำกว่า .5 ให้ตัดทิ้งไป ทำให้มีข้อสอบที่นำไปใช้ทดสอบหาค่าอำนาจจำแนกจำนวน 180 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางข้างต้น ใช้สูตรคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สมนึก, 2541: 221) สมการที่ (3-1) มีตัวอย่างการคำนวณดังนี้

ตัวอย่าง จากข้อมูลข้อที่ 1 ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีผลรวมของคะแนนความคิดเห็นเท่ากับ 3 คะแนน

จากสูตร คำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

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

$$\text{เมื่อ } \Sigma R = 3, N = 5$$

$$\text{แทนค่า} \quad IOC = \frac{3}{5}$$

ดังนั้น IOC มีค่าเท่ากับ 0.6 #

สรุปว่า ข้อสอบข้อที่ 1 มีค่า IOC เท่ากับ 0.6 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.5 แสดงว่าข้อคำถามข้อนี้ มีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ข-4 แสดงข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

คนที่ 1	ช	ช	ค	ค	ง	ง	ง	ก	ค	ค	ก	ช	ค	ช	ค
คนที่ 2	ช	ก	ก	ค	ค	ง	ค	ก	ช	ค	ง	ช	ช	ก	ค
คนที่ 3	ช	ช	ก	ง	ค	ง	ง	ช	ช	ค	ก	ช	ค	ง	ค
คนที่ 4	ง	ช	ก	ค	ก	ง	ค	ช	ช	ค	ก	ช	ค	ช	ค
คนที่ 5	ค	ก	ก	ก	ง	ค	ง	ช	ง	ค	ก	ง	ค	ง	ค
คนที่ 6	ค	ช	ก	ช	ก	ง	ง	ก	ค	ค	ก	ช	ค	ช	ค
คนที่ 7	ช	ง	ก	ง	ค	ง	ง	ช	ง	ค	ง	ช	ค	ช	ง
คนที่ 8	ก	ช	ก	ช	ก	ค	ค	ค	ช	ค	ค	ช	ช	ช	ค
คนที่ 9	ค	ก	ช	ง	ก	ค	ค	ก	ค	ค	ก	ช	ค	ช	ค
คนที่ 10	ค	ช	ก	ง	ค	ง	ง	ช	ค	ค	ช	ช	ง	ช	ก
คนที่ 11	ก	ก	ค	ค	ง	ง	ช	ช	ก	ค	ช	ง	ค	ค	ง
คนที่ 12	ง	ช	ก	ช	ค	ง	ก	ก	ค	ง	ช	ช	ค	ง	ค
คนที่ 13	ช	ก	ช	ค	ช	ง	ช	ค	ช	ค	ค	ช	ค	ง	ก
คนที่ 14	ค	ง	ก	ก	ช	ค	ง	ช	ก	ค	ง	ช	ค	ค	ช
คนที่ 15	ค	ค	ค	ง	ช	ง	ง	ง	ค	ค	ก	ก	ค	ง	ง
R ₀	5	7	10	5	4	11	4	7	5	14	7	12	12	7	9

คนที่ 16	ก	ง	ก	ง	ค	ช	ง	ก	ค	ค	ง	ค	ง	ง	ก
คนที่ 17	ช	ก	ค	ก	ช	ค	ค	ช	ช	ง	ง	ก	ค	ง	ก
คนที่ 18	ก	ช	ค	ค	ก	ง	ค	ง	ก	ค	ง	ก	ค	ก	ค
คนที่ 19	ก	ก	ช	ค	ช	ช	ช	ช	ช	ค	ง	ช	ช	ง	ช
คนที่ 20	ค	ก	ก	ก	ก	ง	ง	ช	ช	ค	ง	ค	ค	ก	ค
คนที่ 21	ก	ช	ค	ง	ก	ค	ก	ค	ค	ค	ช	ง	ค	ก	ก
คนที่ 22	ค	ง	ค	ก	ค	ง	ก	ง	ค	ค	ง	ง	ง	ง	ง
คนที่ 23	ค	ก	ก	ค	ค	ง	ค	ง	ช	ค	ช	ช	ง	ก	ก
คนที่ 24	ค	ง	ค	ง	ค	ง	ช	ช	ค	ค	ง	ก	ค	ก	ก
คนที่ 25	ค	ก	ก	ก	ก	ก	ค	ช	ก	ง	ก	ง	ง	ช	ค
คนที่ 26	ค	ก	ค	ง	ง	ช	ง	ง	ช	ง	ก	ค	ค	ก	ง
คนที่ 27	ก	ก	ก	ค	ก	ค	ก	ก	ช	ค	ง	ก	ก	ง	ง
คนที่ 28	ค	ง	ค	ค	ก	ง	ง	ค	ก	ง	ช	ช	ช	ง	ก
คนที่ 29	ก	ก	ก	ช	ค	ค	ง	ก	ช	ค	ก	ก	ช	ง	ง
คนที่ 30	ค	ง	ก	ง	ง	ค	ก	ค	ค	ช	ง	ก	ก	ช	ก
R ₁	1	2	7	5	6	6	4	5	7	10	3	3	6	2	3

R	6	9	17	10	10	17	8	12	12	24	10	15	18	9	12
---	---	---	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	---	----

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

คนที่ 1	ก	ง	ง	ข	ง	ข	ง	ค	ค	ข	ง	ข	ง	ข	ก
คนที่ 2	ง	ข	ก	ค	ง	ข	ข	ค	ง	ข	ง	ง	ค	ข	ข
คนที่ 3	ข	ค	ข	ง	ง	ก	ค	ก	ก	ข	ง	ง	ค	ข	ก
คนที่ 4	ก	ง	ข	ข	ง	ง	ง	ค	ข	ก	ง	ง	ค	ข	ก
คนที่ 5	ค	ง	ก	ค	ง	ข	ง	ก	ค	ค	ง	ง	ค	ข	ก
คนที่ 6	ข	ง	ข	ก	ก	ข	ง	ก	ข	ข	ง	ก	ก	ข	ก
คนที่ 7	ค	ข	ข	ค	ก	ข	ค	ค	ง	ข	ง	ก	ค	ข	ข
คนที่ 8	ข	ก	ก	ค	ก	ค	ค	ก	ค	ข	ง	ก	ข	ข	ข
คนที่ 9	ก	ค	ข	ค	ข	ข	ง	ค	ง	ข	ง	ข	ก	ข	ก
คนที่ 10	ข	ค	ข	ค	ก	ค	ค	ค	ข	ข	ข	ก	ง	ข	ค
คนที่ 11	ง	ค	ก	ก	ค	ข	ค	ง	ข	ก	ข	ง	ค	ข	ค
คนที่ 12	ข	ค	ข	ค	ข	ข	ง	ค	ง	ข	ง	ข	ค	ง	ก
คนที่ 13	ข	ก	ข	ก	ก	ข	ง	ก	ง	ก	ง	ข	ก	ข	ง
คนที่ 14	ง	ง	ง	ก	ง	ข	ค	ค	ข	ค	ง	ค	ง	ข	ง
คนที่ 15	ข	ค	ข	ก	ง	ง	ง	ค	ค	ง	ง	ค	ข	ข	ก
R _c	7	5	4	7	7	10	8	5	5	9	13	5	3	14	8

คนที่ 16	ข	ค	ข	ก	ก	ข	ง	ก	ข	ข	ง	ข	ง	ข	ก
คนที่ 17	ก	ค	ข	ค	ง	ค	ค	ก	ข	ง	ง	ข	ง	ข	ก
คนที่ 18	ง	ข	ข	ก	ค	ข	ค	ก	ข	ข	ง	ก	ก	ข	ง
คนที่ 19	ข	ข	ข	ค	ค	ก	ก	ก	ข	ง	ก	ก	ง	ก	ง
คนที่ 20	ก	ง	ก	ค	ง	ค	ข	ง	ข	ข	ข	ก	ค	ข	ก
คนที่ 21	ก	ง	ข	ง	ง	ค	ก	ค	ข	ง	ข	ข	ข	ข	ก
คนที่ 22	ข	ข	ข	ก	ก	ข	ง	ค	ค	ค	ค	ง	ง	ข	ค
คนที่ 23	ก	ก	ค	ค	ค	ค	ง	ก	ข	ค	ง	ข	ก	ข	ก
คนที่ 24	ก	ค	ข	ก	ข	ข	ง	ค	ข	ง	ง	ง	ข	ง	ง
คนที่ 25	ก	ค	ค	ก	ง	ก	ค	ก	ค	ข	ค	ง	ข	ข	ง
คนที่ 26	ข	ข	ข	ข	ก	ค	ค	ข	ค	ข	ข	ข	ก	ง	ก
คนที่ 27	ค	ก	ก	ง	ค	ง	ค	ข	ข	ข	ง	ข	ก	ข	ข
คนที่ 28	ข	ข	ข	ง	ง	ข	ข	ข	ข	ง	ค	ข	ข	ข	ก
คนที่ 29	ก	ค	ก	ก	ก	ข	ง	ง	ข	ก	ง	ข	ข	ก	ข
คนที่ 30	ก	ก	ข	ข	ค	ค	ค	ข	ง	ข	ง	ข	ข	ง	ข
R _L	5	2	3	4	5	6	5	6	1	7	8	3	4	10	7

R	12	7	7	11	12	16	13	11	6	16	21	8	7	24	15
---	----	---	---	----	----	----	----	----	---	----	----	---	---	----	----

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
คนที่ 1	ข	ง	ก	ข	ง	ค	ค	ง	ข	ก	ก	ข	ก	ข	ค
คนที่ 2	ข	ค	ก	ค	ง	ค	ก	ง	ข	ข	ก	ข	ข	ก	ง
คนที่ 3	ข	ค	ง	ข	ง	ค	ค	ง	ก	ก	ง	ข	ก	ข	ค
คนที่ 4	ข	ค	ก	ค	ง	ค	ข	ง	ข	ก	ข	ข	ข	ข	ค
คนที่ 5	ค	ง	ก	ข	ง	ค	ก	ข	ก	ก	ก	ข	ก	ข	ค
คนที่ 6	ข	ค	ก	ข	ก	ค	ก	ง	ก	ก	ก	ข	ก	ข	ก
คนที่ 7	ค	ค	ก	ข	ก	ค	ค	ง	ข	ก	ก	ข	ก	ก	ง
คนที่ 8	ค	ค	ง	ค	ค	ค	ค	ง	ง	ง	ก	ข	ก	ข	ง
คนที่ 9	ข	ง	ก	ข	ค	ข	ก	ง	ค	ก	ก	ข	ก	ข	ค
คนที่ 10	ง	ง	ค	ข	ก	ค	ก	ง	ง	ก	ก	ข	ก	ก	ง
คนที่ 11	ง	ก	ก	ข	ค	ก	ง	ง	ข	ก	ก	ข	ก	ก	ค
คนที่ 12	ก	ก	ก	ค	ค	ข	ก	ง	ค	ก	ก	ค	ก	ข	ง
คนที่ 13	ก	ค	ก	ก	ข	ข	ก	ค	ค	ก	ง	ข	ก	ข	ค
คนที่ 14	ข	ก	ข	ค	ข	ค	ง	ง	ง	ค	ข	ข	ก	ค	ค
คนที่ 15	ข	ก	ค	ข	ค	ข	ก	ค	ข	ก	ก	ข	ก	ก	ข
R ₀	3	7	10	9	5	10	8	12	3	12	11	14	13	9	8
คนที่ 16	ข	ค	ก	ข	ก	ค	ก	ง	ก	ก	ก	ข	ก	ข	ก
คนที่ 17	ก	ง	ก	ข	ก	ก	ข	ค	ข	ก	ข	ง	ก	ก	ค
คนที่ 18	ก	ข	ก	ค	ค	ก	ก	ง	ข	ค	ข	ข	ก	ข	ค
คนที่ 19	ง	ค	ง	ง	ง	ก	ก	ง	ข	ง	ง	ง	ก	ก	ค
คนที่ 20	ข	ค	ก	ค	ง	ข	ค	ค	ก	ง	ง	ข	ก	ข	ค
คนที่ 21	ค	ง	ก	ก	ค	ข	ก	ง	ก	ค	ข	ง	ค	ง	ข
คนที่ 22	ง	ข	ง	ก	ง	ค	ข	ค	ค	ก	ง	ง	ก	ข	ค
คนที่ 23	ค	ง	ข	ก	ก	ค	ก	ง	ง	ข	ง	ก	ค	ข	ง
คนที่ 24	ก	ง	ก	ข	ค	ข	ก	ค	ง	ง	ง	ข	ก	ก	ง
คนที่ 25	ก	ข	ก	ข	ข	ข	ก	ค	ค	ค	ง	ก	ก	ก	ข
คนที่ 26	ข	ข	ง	ข	ก	ข	ง	ข	ค	ค	ค	ข	ข	ก	ค
คนที่ 27	ก	ข	ค	ง	ข	ค	ก	ค	ง	ข	ก	ง	ก	ข	ค
คนที่ 28	ก	ข	ก	ง	ง	ข	ค	ก	ค	ก	ข	ข	ค	ข	ค
คนที่ 29	ข	ค	ข	ก	ค	ง	ง	ข	ค	ก	ข	ก	ข	ก	ข
คนที่ 30	ง	ก	ง	ก	ข	ง	ค	ง	ง	ข	ง	ง	ง	ก	ค
R ₁	2	4	8	5	4	4	8	6	3	5	2	6	9	7	9
R	5	11	18	14	9	14	16	18	6	17	13	20	22	16	17

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

คนที่ 1	ง	ง	ก	ค	ข	ค	ข	ก	ข	ค	ก	ก	ง	ข	ก
คนที่ 2	ง	ง	ก	ค	ค	ค	ข	ก	ข	ง	ข	ก	ง	ข	ก
คนที่ 3	ก	ง	ค	ข	ข	ค	ข	ก	ค	ค	ข	ก	ข	ข	ข
คนที่ 4	ง	ง	ค	ก	ค	ค	ข	ง	ก	ค	ข	ก	ค	ก	ก
คนที่ 5	ก	ง	ก	ข	ค	ค	ข	ก	ก	ค	ง	ก	ง	ข	ก
คนที่ 6	ง	ง	ง	ง	ก	ค	ง	ก	ก	ง	ก	ก	ก	ข	ก
คนที่ 7	ง	ค	ก	ค	ข	ค	ข	ง	ข	ค	ก	ข	ข	ข	ก
คนที่ 8	ง	ง	ก	ข	ข	ค	ข	ก	ข	ค	ข	ก	ก	ข	ก
คนที่ 9	ง	ง	ค	ง	ข	ค	ง	ก	ข	ง	ค	ก	ง	ข	ก
คนที่ 10	ข	ค	ค	ง	ข	ค	ข	ก	ก	ก	ค	ข	ง	ข	ก
คนที่ 11	ง	ง	ก	ข	ข	ค	ข	ก	ข	ก	ง	ข	ก	ข	ก
คนที่ 12	ค	ง	ง	ง	ข	ข	ค	ก	ข	ง	ค	ก	ง	ข	ก
คนที่ 13	ง	ค	ก	ง	ก	ค	ง	ก	ก	ง	ก	ก	ข	ข	ก
คนที่ 14	ก	ค	ก	ง	ข	ง	ง	ก	ค	ง	ข	ข	ง	ข	ก
คนที่ 15	ค	ข	ก	ง	ก	ค	ค	ก	ก	ก	ข	ค	ข	ข	ก
R _u	9	10	9	4	9	13	9	13	7	6	3	4	7	14	14

คนที่ 16	ง	ง	ง	ง	ก	ค	ง	ก	ก	ง	ก	ก	ก	ข	ก
คนที่ 17	ง	ง	ค	ข	ข	ค	ค	ก	ง	ง	ข	ก	ง	ก	ก
คนที่ 18	ง	ง	ก	ง	ค	ค	ง	ก	ค	ง	ก	ข	ก	ข	ค
คนที่ 19	ข	ง	ก	ค	ข	ก	ค	ก	ง	ก	ข	ข	ค	ค	ก
คนที่ 20	ก	ง	ก	ค	ก	ค	ง	ค	ข	ง	ง	ก	ค	ข	ข
คนที่ 21	ก	ค	ค	ข	ง	ค	ก	ก	ก	ก	ข	ก	ค	ค	ข
คนที่ 22	ค	ง	ค	ข	ง	ก	ง	ก	ข	ข	ง	ก	ก	ก	ก
คนที่ 23	ง	ก	ข	ก	ข	ค	ข	ก	ข	ข	ค	ง	ข	ค	ก
คนที่ 24	ข	ง	ค	ง	ง	ข	ค	ก	ง	ง	ก	ก	ง	ข	ค
คนที่ 25	ค	ง	ก	ง	ง	ก	ข	ก	ก	ก	ข	ก	ก	ก	ก
คนที่ 26	ข	ก	ก	ค	ค	ง	ง	ง	ค	ค	ข	ก	ง	ก	ง
คนที่ 27	ค	ข	ข	ง	ง	ก	ค	ก	ก	ค	ข	ง	ก	ข	ก
คนที่ 28	ง	ข	ข	ข	ค	ค	ง	ข	ค	ง	ง	ง	ข	ก	ก
คนที่ 29	ก	ง	ค	ข	ค	ค	ก	ง	ก	ง	ข	ก	ข	ก	ก
คนที่ 30	ค	ค	ค	ก	ค	ค	ง	ก	ก	ข	ข	ก	ข	ค	ง
R _i	5	9	5	5	3	9	2	11	3	2	1	2	3	5	9

R	14	19	14	9	12	22	11	24	10	8	4	6	10	19	23
---	----	----	----	---	----	----	----	----	----	---	---	---	----	----	----

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

คนที่ 1	ง	ข	ค	ก	ง	ค	ก	ก	ค	ค	ง	ง	ง	ค	ข
คนที่ 2	ง	ข	ค	ก	ค	ค	ก	ก	ค	ก	ค	ง	ง	ค	ก
คนที่ 3	ง	ข	ก	ก	ค	ค	ก	ก	ข	ข	ค	ก	ก	ค	ง
คนที่ 4	ง	ข	ค	ก	ง	ก	ง	ค	ข	ง	ค	ง	ข	ค	ก
คนที่ 5	ง	ก	ข	ก	ก	ค	ข	ง	ข	ง	ง	ก	ข	ค	ง
คนที่ 6	ง	ข	ง	ก	ค	ค	ก	ก	ค	ค	ค	ก	ง	ก	ข
คนที่ 7	ง	ข	ค	ก	ง	ค	ก	ก	ค	ข	ง	ก	ก	ค	ข
คนที่ 8	ง	ค	ง	ก	ง	ค	ก	ก	ก	ข	ค	ก	ก	ค	ข
คนที่ 9	ง	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ก	ข	ข	ค	ก	ก	ค	ง
คนที่ 10	ง	ข	ค	ก	ก	ค	ง	ก	ก	ข	ค	ก	ง	ค	ง
คนที่ 11	ง	ก	ค	ก	ก	ค	ค	ง	ก	ก	ค	ง	ข	ข	ค
คนที่ 12	ง	ข	ค	ก	ข	ค	ค	ข	ข	ค	ค	ก	ก	ง	ค
คนที่ 13	ง	ข	ค	ง	ค	ค	ข	ก	ข	ข	ง	ง	ง	ก	ค
คนที่ 14	ค	ง	ข	ก	ค	ค	ง	ข	ข	ง	ค	ก	ง	ค	ข
คนที่ 15	ง	ข	ค	ง	ก	ค	ง	ก	ก	ง	ง	ง	ข	ค	ข
R _u	14	11	10	13	5	14	7	10	7	6	10	6	6	11	4

คนที่ 16	ง	ข	ง	ก	ค	ค	ค	ก	ก	ค	ค	ก	ง	ก	ข
คนที่ 17	ง	ง	ข	ก	ค	ค	ก	ก	ก	ก	ค	ง	ข	ค	ค
คนที่ 18	ค	ก	ค	ง	ข	ค	ข	ข	ก	ง	ง	ง	ข	ค	ข
คนที่ 19	ง	ค	ง	ง	ง	ง	ง	ก	ก	ง	ค	ข	ข	ง	ก
คนที่ 20	ง	ง	ข	ง	ก	ค	ก	ค	ง	ง	ค	ก	ค	ก	ค
คนที่ 21	ง	ค	ค	ก	ก	ก	ง	ค	ข	ง	ค	ง	ข	ค	ก
คนที่ 22	ง	ก	ค	ง	ง	ง	ข	ก	ก	ก	ข	ก	ค	ค	ก
คนที่ 23	ก	ค	ง	ข	ค	ค	ง	ง	ง	ก	ง	ง	ก	ข	ค
คนที่ 24	ก	ง	ค	ก	ข	ค	ค	ค	ก	ง	ค	ง	ก	ข	ง
คนที่ 25	ค	ข	ง	ก	ข	ค	ค	ก	ก	ค	ค	ก	ง	ก	ข
คนที่ 26	ง	ก	ก	ค	ข	ง	ก	ง	ข	ก	ข	ค	ค	ค	ง
คนที่ 27	ค	ข	ก	ค	ง	ข	ข	ง	ก	ค	ค	ค	ค	ข	ค
คนที่ 28	ง	ก	ข	ก	ค	ก	ข	ก	ก	ง	ข	ค	ง	ข	ก
คนที่ 29	ข	ก	ง	ค	ข	ง	ค	ก	ก	ข	ข	ข	ค	ค	ค
คนที่ 30	ข	ค	ค	ค	ก	ค	ง	ค	ข	ก	ข	ก	ข	ข	ง
R _i	8	3	5	6	4	8	3	7	3	1	8	5	3	6	3

R	22	14	15	19	9	22	10	17	10	7	18	11	9	17	7
---	----	----	----	----	---	----	----	----	----	---	----	----	---	----	---

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

คนที่ 1	ช	ค	ค	ก	ช	ช	ค	ง	ค	ก	ค	ช	ค	ก	ค
คนที่ 2	ค	ง	ช	ค	ช	ง	ค	ช	ค	ก	ช	ช	ค	ก	ช
คนที่ 3	ค	ค	ค	ก	ช	ช	ก	ก	ง	ช	ค	ช	ง	ช	ช
คนที่ 4	ง	ค	ค	ก	ช	ช	ช	ก	ก	ค	ค	ช	ช	ก	ช
คนที่ 5	ช	ง	ค	ง	ง	ช	ค	ค	ค	ก	ก	ค	ก	ง	ช
คนที่ 6	ช	ช	ก	ก	ค	ก	ค	ช	ค	ก	ค	ง	ค	ก	ค
คนที่ 7	ค	ง	ค	ก	ก	ง	ก	ง	ค	ก	ค	ช	ง	ก	ช
คนที่ 8	ช	ค	ค	ก	ค	ช	ค	ช	ก	ค	ง	ค	ก	ช	ช
คนที่ 9	ค	ค	ช	ค	ช	ก	ค	ง	ง	ง	ค	ง	ค	ก	ช
คนที่ 10	ค	ก	ค	ช	ค	ก	ง	ง	ง	ก	ค	ง	ค	ก	ช
คนที่ 11	ช	ค	ง	ก	ค	ก	ค	ก	ง	ช	ก	ช	ก	ค	ง
คนที่ 12	ค	ค	ง	ก	ค	ค	ช	ง	ค	ค	ค	ก	ค	ค	ค
คนที่ 13	ค	ง	ช	ค	ค	ช	ค	ค	ง	ง	ช	ช	ค	ค	ก
คนที่ 14	ค	ช	ช	ก	ช	ช	ค	ง	ง	ค	ก	ง	ค	ค	ค
คนที่ 15	ก	ค	ช	ก	ช	ช	ง	ก	ค	ก	ก	ง	ค	ก	ค
R _u	8	8	7	10	7	8	9	3	7	7	8	7	9	8	8

คนที่ 16	ช	ช	ก	ช	ค	ก	ค	ก	ช	ง	ค	ง	ค	ก	ค
คนที่ 17	ค	ค	ก	ช	ช	ช	ค	ค	ง	ช	ช	ง	ง	ง	ง
คนที่ 18	ค	ค	ช	ช	ช	ช	ง	ง	ง	ช	ง	ง	ช	ก	ก
คนที่ 19	ช	ค	ก	ค	ช	ค	ง	ง	ก	ค	ง	ก	ค	ช	ง
คนที่ 20	ค	ง	ช	ง	ช	ค	ง	ช	ช	ค	ก	ช	ก	ค	ง
คนที่ 21	ง	ก	ค	ก	ง	ค	ก	ค	ง	ช	ค	ง	ก	ช	ช
คนที่ 22	ง	ง	ง	ช	ค	ช	ช	ช	ค	ก	ช	ก	ค	ค	ง
คนที่ 23	ช	ง	ง	ง	ง	ช	ค	ค	ค	ค	ค	ก	ค	ก	ค
คนที่ 24	ช	ช	ช	ก	ค	ก	ค	ง	ง	ค	ก	ง	ค	ค	ค
คนที่ 25	ช	ง	ก	ช	ค	ก	ค	ค	ค	ง	ง	ช	ช	ก	ค
คนที่ 26	ช	ค	ก	ง	ก	ก	ค	ช	ค	ง	ก	ก	ง	ช	ค
คนที่ 27	ช	ค	ช	ค	ช	ช	ก	ช	ช	ง	ช	ช	ช	ง	ค
คนที่ 28	ง	ช	ค	ก	ค	ง	ค	ค	ก	ช	ช	ค	ก	ง	ก
คนที่ 29	ง	ช	ง	ก	ง	ง	ก	ก	ค	ง	ช	ง	ค	ง	ช
คนที่ 30	ค	ก	ก	ค	ค	ช	ง	ช	ง	ค	ง	ง	ง	ง	ค
R _u	4	5	2	4	5	6	7	5	5	1	3	3	6	4	2

R	12	13	9	14	12	14	16	8	12	8	11	10	15	12	10
---	----	----	---	----	----	----	----	---	----	---	----	----	----	----	----

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
คนที่ 1	ค	ง	ค	ค	ค	ข	ค	ง	ค	ก	ง	ค	ง	ข	ข
คนที่ 2	ค	ง	ค	ค	ค	ข	ค	ข	ง	ก	ค	ข	ค	ข	ค
คนที่ 3	ข	ข	ข	ค	ก	ง	ง	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ค	ค
คนที่ 4	ก	ง	ข	ค	ง	ข	ง	ง	ข	ก	ง	ค	ง	ค	ข
คนที่ 5	ง	ง	ก	ค	ง	ง	ง	ข	ค	ก	ง	ข	ง	ก	ค
คนที่ 6	ก	ข	ง	ค	ข	ค	ง	ง	ก	ก	ข	ข	ง	ข	ค
คนที่ 7	ค	ข	ค	ก	ก	ข	ง	ข	ค	ค	ง	ค	ค	ข	ค
คนที่ 8	ค	ข	ก	ค	ค	ง	ข	ข	ข	ค	ง	ง	ข	ข	ข
คนที่ 9	ก	ก	ก	ค	ค	ข	ค	ค	ก	ก	ข	ค	ง	ข	ค
คนที่ 10	ง	ง	ก	ก	ค	ข	ค	ง	ง	ก	ข	ค	ค	ข	ค
คนที่ 11	ค	ง	ข	ก	ก	ค	ข	ง	ก	ข	ค	ค	ค	ข	ค
คนที่ 12	ค	ง	ค	ข	ก	ก	ง	ค	ค	ค	ข	ค	ข	ก	ค
คนที่ 13	ก	ก	ค	ก	ค	ข	ง	ค	ค	ก	ค	ค	ก	ข	ค
คนที่ 14	ก	ง	ค	ข	ก	ข	ง	ก	ค	ง	ข	ข	ข	ข	ข
คนที่ 15	ค	ก	ค	ข	ง	ข	ข	ก	ค	ก	ง	ค	ค	ก	ง
R ₁	7	8	4	8	6	9	8	5	8	10	6	10	5	2	10
คนที่ 16	ก	ข	ง	ข	ข	ค	ง	ค	ก	ก	ข	ข	ง	ข	ค
คนที่ 17	ง	ค	ก	ค	ง	ข	ค	ก	ง	ข	ข	ข	ค	ข	ข
คนที่ 18	ข	ง	ค	ค	ง	ก	ค	ง	ข	ง	ก	ค	ค	ง	ข
คนที่ 19	ก	ก	ค	ค	ค	ก	ก	ข	ก	ข	ก	ง	ค	ข	ค
คนที่ 20	ค	ง	ก	ข	ง	ก	ค	ก	ข	ค	ง	ข	ก	ข	ง
คนที่ 21	ก	ก	ค	ค	ง	ค	ง	ค	ค	ง	ค	ก	ก	ค	ง
คนที่ 22	ง	ค	ก	ค	ค	ข	ค	ก	ง	ค	ค	ง	ข	ข	ก
คนที่ 23	ข	ข	ข	ก	ข	ง	ก	ข	ค	ก	ง	ข	ข	ข	ค
คนที่ 24	ก	ง	ค	ข	ก	ก	ค	ง	ค	ก	ข	ข	ข	ข	ข
คนที่ 25	ง	ข	ง	ข	ข	ค	ง	ก	ก	ก	ค	ค	ง	ง	ง
คนที่ 26	ค	ค	ค	ก	ค	ข	ก	ค	ง	ก	ข	ข	ข	ง	ง
คนที่ 27	ค	ค	ข	ง	ข	ข	ค	ง	ก	ก	ง	ข	ค	ข	ค
คนที่ 28	ง	ง	ก	ข	ก	ข	ค	ข	ข	ง	ค	ค	ค	ข	ง
คนที่ 29	ค	ก	ง	ค	ข	ง	ค	ข	ข	ก	ค	ก	ค	ค	ง
คนที่ 30	ข	ค	ข	ข	ง	ก	ข	ง	ค	ก	ค	ค	ง	ข	ง
R ₁	2	4	4	6	3	5	3	4	4	8	4	4	3	2	4
R	9	12	8	14	9	14	11	9	12	18	10	14	8	4	14

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

คนที่ 1	ค	ข	ก	ก	ง	ก	ก	ง	ข	ง	ข	ข	ข	ข	ก
คนที่ 2	ข	ข	ก	ก	ค	ข	ข	ค	ข	ก	ข	ค	ข	ข	ข
คนที่ 3	ข	ข	ก	ข	ค	ค	ก	ค	ค	ข	ค	ค	ค	ค	ข
คนที่ 4	ข	ข	ก	ข	ค	ข	ง	ค	ข	ค	ก	ก	ก	ค	ข
คนที่ 5	ก	ข	ก	ข	ข	ข	ข	ค	ค	ก	ข	ข	ก	ง	ข
คนที่ 6	ง	ก	ก	ง	ค	ข	ข	ค	ข	ง	ง	ง	ง	ก	ก
คนที่ 7	ค	ข	ก	ง	ง	ก	ข	ค	ข	ง	ข	ข	ค	ค	ข
คนที่ 8	ข	ก	ก	ง	ข	ง	ข	ก	ง	ก	ค	ข	ข	ข	ก
คนที่ 9	ก	ก	ข	ข	ค	ข	ก	ค	ข	ง	ก	ค	ค	ค	ง
คนที่ 10	ค	ข	ก	ข	ง	ข	ก	ง	ก	ง	ง	ก	ค	ก	ข
คนที่ 11	ค	ก	ก	ค	ค	ก	ก	ค	ง	ก	ข	ค	ค	ค	ง
คนที่ 12	ก	ข	ก	ข	ค	ข	ก	ค	ข	ค	ข	ค	ค	ค	ง
คนที่ 13	ก	ข	ง	ง	ง	ก	ก	ก	ข	ง	ข	ค	ข	ค	ข
คนที่ 14	ค	ข	ก	ค	ค	ข	ค	ง	ข	ง	ข	ข	ค	ก	ข
คนที่ 15	ข	ข	ง	ข	ค	ค	ง	ก	ค	ข	ข	ง	ค	ค	ง
R _u	5	11	12	4	4	8	7	9	9	4	2	6	2	8	3

คนที่ 16	ง	ก	ก	ง	ค	ง	ข	ง	ข	ง	ง	ง	ข	ก	ง
คนที่ 17	ข	ก	ก	ข	ก	ง	ข	ง	ก	ค	ก	ก	ข	ค	ค
คนที่ 18	ค	ก	ค	ข	ก	ค	ก	ง	ข	ค	ค	ค	ง	ก	ข
คนที่ 19	ก	ข	ค	ก	ข	ข	ก	ข	ข	ค	ค	ค	ข	ก	ง
คนที่ 20	ก	ก	ง	ก	ค	ข	ค	ง	ข	ก	ข	ค	ค	ข	ง
คนที่ 21	ง	ค	ข	ค	ก	ข	ข	ค	ข	ก	ง	ง	ค	ข	ก
คนที่ 22	ง	ก	ง	ง	ก	ค	ก	ก	ข	ก	ง	ข	ง	ข	ง
คนที่ 23	ข	ก	ก	ค	ค	ค	ข	ง	ข	ค	ค	ข	ง	ง	ง
คนที่ 24	ก	ข	ค	ค	ค	ข	ค	ง	ข	ง	ก	ข	ข	ก	ข
คนที่ 25	ก	ข	ข	ข	ค	ก	ค	ค	ก	ค	ข	ข	ค	ค	ข
คนที่ 26	ค	ข	ง	ง	ก	ง	ง	ก	ข	ค	ง	ข	ค	ง	ข
คนที่ 27	ง	ก	ก	ค	ค	ค	ก	ข	ก	ข	ค	ข	ค	ก	ค
คนที่ 28	ง	ง	ง	ค	ข	ก	ง	ข	ง	ค	ก	ก	ก	ข	ค
คนที่ 29	ค	ค	ค	ข	ก	ง	ค	ค	ก	ก	ข	ก	ค	ข	ข
คนที่ 30	ง	ค	ก	ค	ก	ค	ก	ง	ง	ข	ค	ก	ก	ง	ข
R _L	2	4	5	3	0	4	5	3	9	3	4	3	2	2	1

R	7	15	17	7	4	12	12	12	18	7	6	9	4	10	4
---	---	----	----	---	---	----	----	----	----	---	---	---	---	----	---

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
คนที่ 1	ง	ค	ข	ข	ข	ข	ก	ก	ค	ก	ง	ก	ข	ง	ก
คนที่ 2	ง	ค	ข	ข	ค	ข	ง	ข	ค	ก	ง	ก	ง	ค	ข
คนที่ 3	ก	ค	ข	ง	ก	ข	ค	ก	ก	ข	ก	ค	ง	ง	ก
คนที่ 4	ข	ค	ข	ข	ค	ง	ค	ก	ง	ก	ค	ข	ง	ข	ก
คนที่ 5	ค	ค	ก	ง	ง	ข	ก	ง	ค	ง	ง	ข	ง	ง	ก
คนที่ 6	ง	ค	ข	ก	ค	ง	ง	ง	ข	ก	ค	ก	ข	ง	ค
คนที่ 7	ก	ค	ข	ง	ข	ง	ง	ข	ค	ข	ง	ค	ข	ค	ก
คนที่ 8	ง	ข	ข	ข	ค	ก	ก	ค	ค	ข	ค	ง	ง	ง	ก
คนที่ 9	ค	ค	ข	ข	ข	ข	ก	ง	ค	ง	ง	ง	ค	ข	ก
คนที่ 10	ข	ค	ก	ค	ค	ก	ง	ค	ค	ข	ง	ก	ก	ข	ก
คนที่ 11	ข	ก	ข	ก	ค	ก	ง	ก	ค	ก	ข	ก	ง	ข	ก
คนที่ 12	ง	ง	ค	ค	ข	ข	ง	ค	ง	ง	ง	ข	ข	ค	ง
คนที่ 13	ค	ข	ก	ค	ง	ค	ข	ก	ก	ก	ง	ก	ข	ง	ง
คนที่ 14	ข	ค	ก	ค	ค	ก	ง	ค	ค	ง	ง	ก	ก	ข	ก
คนที่ 15	ง	ก	ค	ค	ก	ค	ข	ข	ง	ก	ค	ก	ง	ค	ข
R ₀	6	10	9	5	7	6	7	5	9	7	9	8	7	6	10
คนที่ 16	ก	ก	ง	ค	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ก	ข	ข	ก	ค
คนที่ 17	ค	ข	ก	ก	ก	ค	ข	ข	ข	ก	ก	ก	ง	ค	ข
คนที่ 18	ข	ข	ค	ก	ค	ก	ค	ง	ข	ค	ก	ก	ข	ข	ก
คนที่ 19	ข	ข	ข	ค	ค	ก	ข	ก	ข	ก	ง	ง	ง	ง	ง
คนที่ 20	ค	ก	ข	ง	ค	ข	ค	ง	ก	ค	ง	ค	ข	ค	ง
คนที่ 21	ง	ง	ก	ข	ง	ก	ข	ค	ค	ค	ข	ก	ค	ง	ค
คนที่ 22	ข	ง	ง	ง	ค	ง	ง	ก	ข	ง	ง	ก	ค	ง	ค
คนที่ 23	ค	ค	ง	ก	ค	ก	ก	ค	ข	ง	ข	ง	ง	ก	ค
คนที่ 24	ข	ง	ก	ข	ค	ก	ข	ค	ก	ค	ง	ข	ง	ง	ข
คนที่ 25	ข	ข	ก	ค	ค	ค	ข	ข	ค	ค	ค	ข	ค	ค	ค
คนที่ 26	ก	ค	ง	ก	ข	ข	ข	ก	ง	ง	ก	ค	ข	ง	ข
คนที่ 27	ข	ก	ก	ค	ค	ค	ก	ข	ข	ข	ข	ค	ค	ข	ง
คนที่ 28	ค	ค	ข	ค	ก	ข	ค	ข	ง	ก	ข	ค	ง	ข	ค
คนที่ 29	ง	ก	ค	ง	ค	ง	ก	ค	ก	ง	ค	ค	ก	ก	ก
คนที่ 30	ค	ค	ก	ค	ค	ค	ง	ข	ก	ง	ง	ก	ง	ก	ง
R ₁	2	4	3	2	10	3	2	3	3	4	5	5	6	5	2
R	8	14	12	7	17	9	9	8	12	11	14	13	13	11	12

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

คนที่ 1	ง	ง	ก	ข	ข	ก	ง	ง	ก	ข	ข	ก	ง	ค	ก
คนที่ 2	ข	ง	ข	ข	ค	ข	ง	ง	ค	ข	ข	ค	ง	ค	ค
คนที่ 3	ค	ค	ข	ค	ข	ข	ข	ค	ค	ข	ข	ค	ก	ค	ก
คนที่ 4	ง	ค	ข	ค	ข	ค	ข	ง	ง	ก	ข	ง	ก	ค	ก
คนที่ 5	ง	ค	ง	ค	ข	ข	ง	ง	ก	ข	ค	ง	ก	ค	ข
คนที่ 6	ง	ค	ง	ข	ค	ค	ข	ง	ค	ก	ข	ง	ง	ข	ก
คนที่ 7	ข	ค	ข	ค	ข	ก	ข	ค	ก	ข	ข	ค	ง	ข	ค
คนที่ 8	ก	ก	ข	ง	ข	ง	ค	ค	ก	ข	ข	ก	ง	ค	ง
คนที่ 9	ง	ค	ก	ข	ข	ค	ง	ก	ง	ข	ก	ก	ข	ก	ข
คนที่ 10	ค	ค	ค	ค	ข	ข	ง	ค	ก	ข	ง	ค	ง	ข	ค
คนที่ 11	ง	ง	ข	ข	ข	ก	ค	ง	ค	ข	ง	ข	ข	ข	ก
คนที่ 12	ค	ค	ค	ค	ง	ข	ง	ก	ค	ข	ค	ข	ง	ข	ก
คนที่ 13	ง	ค	ข	ก	ง	ง	ก	ก	ค	ข	ข	ง	ก	ข	ค
คนที่ 14	ง	ค	ค	ข	ค	ข	ง	ง	ก	ง	ง	ค	ง	ข	ค
คนที่ 15	ก	ค	ข	ง	ค	ค	ข	ง	ข	ก	ค	ค	ข	ค	ง
R _u	8	3	8	6	9	6	7	8	6	11	8	4	8	7	6

คนที่ 16	ง	ก	ก	ก	ก	ข	ค	ก	ค	ค	ง	ค	ค	ง	ค
คนที่ 17	ก	ข	ค	ง	ก	ง	ข	ค	ง	ข	ค	ก	ข	ก	ค
คนที่ 18	ก	ข	ค	ข	ค	ก	ง	ง	ข	ก	ก	ง	ค	ค	ง
คนที่ 19	ง	ก	ค	ข	ค	ค	ง	ข	ง	ค	ก	ก	ง	ค	ก
คนที่ 20	ก	ก	ค	ง	ข	ก	ข	ก	ง	ก	ข	ค	ก	ข	ง
คนที่ 21	ข	ข	ก	ข	ค	ง	ง	ง	ข	ง	ก	ข	ค	ข	ก
คนที่ 22	ก	ข	ง	ข	ค	ง	ข	ข	ง	ค	ง	ก	ก	ค	ง
คนที่ 23	ข	ง	ก	ข	ง	ค	ข	ง	ค	ข	ง	ก	ค	ก	ข
คนที่ 24	ง	ก	ข	ก	ข	ง	ง	ก	ง	ค	ก	ง	ก	ง	ข
คนที่ 25	ข	ง	ค	ค	ข	ข	ค	ค	ข	ก	ง	ค	ข	ข	ข
คนที่ 26	ค	ก	ข	ก	ค	ข	ก	ง	ข	ง	ก	ค	ก	ค	ค
คนที่ 27	ก	ข	ก	ค	ข	ก	ค	ค	ข	ค	ค	ง	ข	ง	ข
คนที่ 28	ค	ก	ค	ค	ข	ง	ข	ก	ค	ง	ง	ค	ข	ข	ค
คนที่ 29	ข	ก	ค	ง	ง	ค	ง	ง	ก	ก	ก	ก	ข	ข	ค
คนที่ 30	ค	ง	ค	ข	ง	ค	ค	ก	ค	ข	ง	ค	ก	ค	ก
R _L	3	3	2	6	5	3	5	5	1	3	1	3	1	5	3

R	11	6	10	12	14	9	12	13	7	14	9	7	9	12	9
---	----	---	----	----	----	---	----	----	---	----	---	---	---	----	---

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

คนที่ 1	ก	ก	ค	ง	ข	ค	ข	ค	ง	ค	ข	ค	ก	ค	ค
คนที่ 2	ง	ก	ค	ง	ข	ค	ค	ง	ก	ก	ก	ข	ข	ค	ง
คนที่ 3	ง	ก	ค	ง	ก	ค	ก	ข	ค	ก	ง	ค	ง	ข	ง
คนที่ 4	ข	ก	ก	ง	ข	ก	ก	ข	ก	ก	ง	ค	ข	ค	ง
คนที่ 5	ข	ง	ก	ง	ก	ง	ค	ค	ก	ง	ง	ค	ค	ค	ก
คนที่ 6	ข	ก	ก	ง	ข	ง	ค	ข	ข	ค	ข	ค	ค	ง	ค
คนที่ 7	ง	ง	ง	ง	ข	ง	ข	ค	ง	ง	ข	ค	ข	ข	ง
คนที่ 8	ค	ก	ค	ง	ง	ข	ง	ก	ค	ก	ข	ข	ก	ข	ค
คนที่ 9	ง	ค	ก	ค	ง	ง	ค	ก	ข	ค	ค	ก	ข	ข	ก
คนที่ 10	ง	ข	ก	ง	ก	ง	ค	ค	ค	ค	ค	ง	ก	ค	ข
คนที่ 11	ข	ง	ข	ง	ข	ค	ก	ค	ข	ข	ก	ข	ก	ค	ค
คนที่ 12	ค	ก	ค	ง	ง	ค	ข	ง	ค	ค	ก	ก	ก	ง	ข
คนที่ 13	ก	ค	ค	ง	ค	ข	ง	ข	ง	ก	ค	ง	ข	ค	ก
คนที่ 14	ค	ข	ก	ง	ก	ง	ข	ค	ค	ค	ค	ก	ก	ข	ง
คนที่ 15	ค	ข	ง	ค	ข	ค	ก	ค	ค	ค	ก	ข	ก	ก	ง
R _u	5	7	6	13	7	6	4	7	3	5	3	6	7	7	6

คนที่ 16	ข	ข	ค	ง	ข	ง	ก	ข	ค	ค	ข	ข	ค	ง	ง
คนที่ 17	ข	ง	ข	ง	ง	ค	ง	ค	ก	ก	ง	ก	ค	ง	ง
คนที่ 18	ข	ง	ง	ง	ง	ก	ข	ง	ง	ข	ก	ค	ค	ง	ค
คนที่ 19	ง	ง	ข	ง	ข	ง	ค	ข	ข	ก	ข	ก	ก	ก	ค
คนที่ 20	ง	ง	ง	ง	ข	ค	ข	ง	ก	ก	ค	ก	ง	ง	ง
คนที่ 21	ค	ก	ค	ค	ค	ข	ค	ค	ง	ค	ง	ก	ง	ข	ก
คนที่ 22	ข	ค	ก	ง	ข	ก	ข	ง	ข	ค	ก	ค	ก	ค	ก
คนที่ 23	ค	ข	ก	ง	ข	ง	ข	ง	ค	ก	ข	ก	ง	ง	ข
คนที่ 24	ข	ค	ค	ก	ค	ค	ข	ก	ข	ค	ค	ข	ง	ข	ค
คนที่ 25	ข	ค	ง	ง	ค	ก	ก	ข	ก	ข	ค	ข	ง	ค	ก
คนที่ 26	ง	ก	ง	ง	ข	ข	ข	ข	ข	ก	ง	ค	ข	ข	ง
คนที่ 27	ค	ค	ก	ง	ง	ง	ก	ข	ง	ก	ข	ง	ค	ข	ก
คนที่ 28	ข	ข	ง	ข	ก	ก	ค	ง	ค	ข	ก	ข	ข	ค	ก
คนที่ 29	ข	ค	ก	ง	ค	ก	ค	ก	ง	ข	ค	ค	ข	ค	ค
คนที่ 30	ง	ข	ง	ก	ข	ก	ง	ง	ข	ค	ค	ง	ค	ก	ข
R _L	4	2	3	11	7	3	3	2	3	6	3	4	2	4	4

R	9	9	9	24	14	9	7	9	6	11	6	10	9	11	10
---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	----	---	----	---	----	----

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อที่	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

คนที่ 1	ช	ค	ช	ช	ค	ช	ค	ค	ง	ช	ค	ช	ค	ง	ก
คนที่ 2	ง	ค	ค	ช	ค	ง	ค	ค	ง	ช	ง	ก	ค	ช	ก
คนที่ 3	ค	ค	ช	ช	ช	ช	ค	ช	ช	ค	ก	ช	ค	ง	ก
คนที่ 4	ช	ค	ช	ค	ช	ช	ค	ค	ง	ง	ง	ค	ค	ค	ก
คนที่ 5	ง	ง	ช	ช	ง	ช	ช	ค	ง	ค	ค	ก	ค	ง	ก
คนที่ 6	ช	ค	ก	ช	ก	ช	ค	ง	ค	ช	ง	ช	ค	ง	ก
คนที่ 7	ค	ง	ค	ค	ค	ช	ค	ค	ง	ค	ค	ช	ค	ช	ก
คนที่ 8	ค	ง	ช	ช	ง	ช	ช	ค	ง	ง	ง	ก	ค	ง	ก
คนที่ 9	ค	ช	ค	ช	ก	ง	ค	ก	ก	ค	ช	ง	ค	ค	ก
คนที่ 10	ค	ช	ก	ช	ค	ช	ค	ง	ค	ค	ค	ก	ค	ก	ช
คนที่ 11	ก	ช	ง	ช	ค	ง	ช	ก	ง	ช	ค	ก	ช	ง	ค
คนที่ 12	ง	ช	ช	ช	ง	ค	ค	ก	ง	ช	ค	ง	ค	ค	ก
คนที่ 13	ช	ค	ช	ก	ก	ค	ก	ช	ง	ช	ช	ง	ค	ง	ก
คนที่ 14	ค	ก	ก	ช	ช	ช	ค	ง	ค	ค	ค	ก	ค	ก	ช
คนที่ 15	ค	ช	ช	ค	ค	ช	ค	ค	ค	ช	ง	ก	ง	ค	ก
R _u	7	6	8	11	6	10	11	7	9	7	5	7	13	7	12

คนที่ 16	ช	ค	ก	ก	ค	ค	ง	ค	ก	ช	ช	ค	ค	ง	ง
คนที่ 17	ก	ง	ค	ก	ค	ช	ง	ค	ง	ค	ช	ก	ค	ค	ช
คนที่ 18	ค	ค	ก	ง	ค	ช	ค	ก	ค	ช	ก	ง	ค	ค	ก
คนที่ 19	ก	ก	ก	ง	ค	ช	ช	ค	ค	ช	ง	ง	ค	ง	ค
คนที่ 20	ง	ค	ช	ค	ช	ง	ช	ก	ช	ง	ช	ง	ค	ค	ก
คนที่ 21	ช	ค	ช	ช	ง	ช	ก	ค	ง	ค	ช	ช	ค	ค	ค
คนที่ 22	ช	ช	ช	ก	ก	ก	ง	ค	ก	ก	ง	ค	ก	ก	ก
คนที่ 23	ง	ก	ค	ง	ง	ช	ค	ง	ก	ค	ค	ค	ก	ง	ช
คนที่ 24	ค	ง	ก	ก	ก	ก	ค	ง	ช	ค	ค	ค	ค	ง	ง
คนที่ 25	ช	ช	ช	ก	ก	ก	ก	ก	ช	ค	ค	ช	ค	ค	ก
คนที่ 26	ง	ค	ค	ค	ช	ค	ค	ช	ช	ก	ค	ค	ค	ช	ง
คนที่ 27	ช	ช	ก	ช	ช	ค	ก	ก	ค	ช	ง	ค	ค	ก	ก
คนที่ 28	ง	ช	ค	ช	ง	ก	ค	ช	ค	ค	ก	ง	ช	ค	ก
คนที่ 29	ก	ง	ก	ง	ค	ช	ก	ง	ง	ค	ช	ก	ก	ค	ง
คนที่ 30	ช	ช	ก	ง	ช	ค	ช	ช	ค	ค	ค	ค	ค	ช	ค
R _l	2	5	4	3	5	6	5	5	3	4	3	2	11	4	6

R	9	11	12	14	11	16	16	12	12	11	8	9	24	11	18
---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	----	----	----

ตารางที่ ข-5 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ

หัวข้อที่	ความรู้ ข้อที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	D	P	สรุปผล
1	1.1	1.1.1	1	.26	.20	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			2	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
		1.1.2	3	.20	.56	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			4	0	.33	ตัดออก
	1.2	1.2.1	5	- .13	.33	ตัดออก
			6	.33	.56	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			7	0	.26	ตัดออก
			8	.13	.40	ตัดออก
			9	- .13	.40	ตัดออก
	1.3	1.3.1	10	.26	.80	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			11	.26	.33	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	1.4	1.4.1	12	.60	.50	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			13	.40	.60	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
2	2.1	2.1.1	14	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			15	.40	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			16	.13	.40	ตัดออก
			17	.20	.23	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	2.2	2.2.1	18	.06	.23	ตัดออก
			19	.20	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			20	.13	.40	ตัดออก
			21	.26	.53	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			22	.20	.43	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	2.3	2.3.1	23	- .06	.36	ตัดออก
			24	.26	.20	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
3	3.1	3.1.1	25	.13	.53	ตัดออก
			26	.33	.70	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			27	.13	.26	ตัดออก
			28	- .06	.23	ตัดออก
			29	.26	.80	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			30	.06	.50	ตัดออก

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

หัวข้อที่	ความรู้ ข้อที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	D	P	สรุปผล
		3.1.2	31	.06	.16	ตัดออก
			32	.20	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			33	.13	.60	ตัดออก
	3.2	3.2.1	34	.26	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			35	.06	.30	ตัดออก
			36	.40	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
4	4.1	4.1.1	37	0	.53	ตัดออก
			38	.40	.60	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			39	0	.20	ตัดออก
			40	.46	.56	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	4.2	4.2.1	41	.60	.43	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			42	.53	.66	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			43	.26	.73	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	4.3	4.3.1	44	.13	.53	ตัดออก
			45	-.06	.56	ตัดออก
			46	.26	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			47	.06	.63	ตัดออก
5	5.1	5.1.1	48	.26	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			49	-.06	.30	ตัดออก
			50	.40	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	5.2	5.2.1	51	.26	.73	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			52	.46	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			53	.13	.80	ตัดออก
			54	.26	.33	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			55	.26	.26	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			56	.13	.13	ตัดออก
	5.3	5.3.1	57	.13	.20	ตัดออก
			58	.26	.33	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
6	6.1	6.1.1	59	.60	.63	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			60	.33	.76	นำไปใช้เป็นข้อสอบ

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

หัวข้อที่	ความรู้ ข้อที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	D	P	สรุปผล
			61	.40	.73	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			62	.53	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	6.2	6.2.1	63	.33	.50	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			64	.46	.63	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			65	.06	.30	ตัดออก
			66	.40	.73	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			67	.26	.33	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			68	.20	.56	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			69	.26	.33	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	6.3	6.3.1	70	.33	.23	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			71	.13	.60	ตัดออก
	6.4	6.4.1	72	.06	.36	ตัดออก
			73	.20	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			74	.33	.56	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	6.5	6.5.1	75	.06	.23	ตัดออก
			76	.26	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			77	.20	.43	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			78	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
		6.5.2	79	.40	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			80	.13	.40	ตัดออก
			81	.13	.46	ตัดออก
			82	.13	.53	ตัดออก
			83	- .13	.26	ตัดออก
7	7.1	7.1.1	84	.13	.40	ตัดออก
			85	.40	.26	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	7.2	7.2.1	86	.33	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			87	.26	.33	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	7.3	7.3.1	88	.20	.50	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			89	.26	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	7.4	7.4.1	90	.40	.33	นำไปใช้เป็นข้อสอบ

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

หัวข้อที่	ความรู้ ข้อที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	D	P	สรุปผล
		7.4.2	91	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			92	.26	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			93	0	.26	ตัดออก
8	8.1	8.1.1	94	.13	.46	ตัดออก
			95	.20	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	8.2	8.2.1	96	.26	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			97	.33	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			98	.06	.30	ตัดออก
			99	.26	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	8.3	8.3.1	100	.13	.60	นำไปแก้ไข *
			101	.13	.33	ตัดออก
	8.4	8.4.1	102	.40	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			103	.13	.26	ตัดออก
			104	0	.13	ตัดออก
			105	.40	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			106	.20	.23	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
9	9.1	9.1.1	107	.46	.50	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			108	.46	.56	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			109	.06	.23	ตัดออก
	9.2	9.2.1	110	.26	.13	ตัดออก
			111	.26	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			112	.13	.40	ตัดออก
			113	.40	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	9.3	9.3.1	114	0	.60	นำไปแก้ไข *
			115	.06	.23	ตัดออก
			116	- .13	.20	ตัดออก
10	10.1	10.1.1	117	.20	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			118	0	.13	ตัดออก
	10.2	10.2.1	119	.40	.33	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			120	.13	.13	ตัดออก

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

หัวข้อที่	ความรู้ ข้อที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	D	P	สรุปผล
11			121	.26	.26	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			122	.40	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			123	.40	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	11.1	11.1.1	124	.20	.23	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			125	- .20	.56	ตัดออก
	11.2	11.2.1	126	.20	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			127	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			128	.13	.26	ตัดออก
	11.3	11.3.1	129	.40	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			130	.20	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			131	.26	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	11.4	11.4.1	132	.20	.43	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			133	.06	.43	ตัดออก
			134	.06	.36	ตัดออก
	11.5	11.5.1	135	.53	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			136	.33	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			137	0	.20	ตัดออก
12	12.1	12.1.1	138	.40	.33	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			139	0	.40	ตัดออก
			140	.26	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	12.2	12.2.1	141	.20	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			142	.13	.40	ตัดออก
			143	.20	.43	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			144	.33	.23	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			145	.53	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	12.3	12.3.1	146	.46	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			147	.06	.23	ตัดออก
			148	.46	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
13	13.1	13.1.1	149	.13	.40	ตัดออก
			150	.20	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

หัวข้อที่	ความรู้ ข้อที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	D	P	สรุปผล
13	13.2	13.2.1	151	.06	.30	ตัดออก
			152	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			153	.20	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	13.3	13.3.1	154	.13	.80	นำไปแก้ไข *
			155	0	.46	ตัดออก
	13.4	13.4.1	156	.20	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			157	.06	.23	ตัดออก
14	14.1	14.1.1	158	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			159	0	.20	ตัดออก
			160	- .06	.36	ตัดออก
			161	0	.20	ตัดออก
			162	.13	.33	ตัดออก
			163	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	14.2	14.2.1	164	.20	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			165	.13	.33	ตัดออก
			166	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			167	.06	.36	ตัดออก
		14.2.2	168	.26	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			169	.53	.46	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			170	.06	.36	ตัดออก
15	15.1	15.1.1	171	.26	.53	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			172	.40	.53	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	15.2	15.2.1	173	.13	.40	ตัดออก
			174	.40	.40	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
	15.3	15.3.1	175	.20	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			176	.13	.26	ตัดออก
			177	.33	.30	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
		15.3.2	178	.13	.80	ตัดออก
			179	.20	.36	นำไปใช้เป็นข้อสอบ
			180	.40	.60	นำไปใช้เป็นข้อสอบ

จากผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของเป็นรายข้อ ได้ข้อสอบที่นำไปใช้หาค่าความเชื่อมั่น และเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 111 ข้อ โดยมีอยู่ 3 ข้อ ที่นำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่เช่นเดิม

การวิเคราะห์ข้อมูลตารางที่ ข-4 ใช้สูตรคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ (ล้วน และ อังกฤษ, 2538: 210-211) สมการที่ (3-2) และสูตรคำนวณหาค่าดัชนีความยากง่าย (ล้วน และ อังกฤษ, 2538: 209-210) สมการที่ (3-3) มีตัวอย่างการคำนวณดังนี้

ตัวอย่าง จากข้อมูลข้อที่ 1 ผู้เรียนจำนวน 30 คน ถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคะแนนสูง จำนวน 15 คนและกลุ่มคะแนนต่ำ จำนวน 15 คน โดยผู้เรียนกลุ่มคะแนนสูง ตอบข้อคำถามถูกต้องจำนวน 5 คน และผู้เรียนกลุ่มคะแนนต่ำ ตอบข้อคำถามถูกต้องจำนวน 1 คน

จากสูตร คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ

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

เมื่อ $R_U = 5$, $R_L = 1$, $N = 30$

$$\text{แทนค่า} \quad D = \frac{5 - 1}{\frac{30}{2}}$$

ดังนั้น D มีค่าเท่ากับ 0.26 #

จากสูตร คำนวณหาค่าดัชนีความยากง่าย

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

เมื่อ $R = R_U - R_L$

$R = (5 + 1) = 6$, $N = 30$

$$\text{แทนค่า} \quad P = \frac{6}{30}$$

ดังนั้น P มีค่าเท่ากับ 0.2 #

สรุปว่า ข้อสอบข้อที่ 1 มีค่าอำนาจจำแนก เท่ากับ 0.26 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ .20 และมีค่าดัชนีความยากง่ายเท่ากับ 0.2 อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 แสดงว่าข้อคำถามข้อนี้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อสอบได้

.....

ตารางที่ ข-6 แสดงข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ

คนที่	ข้อสอบที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
2	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
5	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
7	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1
8	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
9	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
10	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
11	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
12	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
13	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
14	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
15	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
17	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
18	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
19	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
20	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
21	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
22	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
23	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
24	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
25	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
29	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
30	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Σ	6	9	17	17	24	10	15	18	9	12	7	11	16	13	6
p	.20	.30	.57	.57	.80	.33	.50	.60	.30	.40	.23	.37	.53	.43	.20
q	.80	.70	.43	.43	.20	.67	.50	.40	.70	.60	.77	.63	.47	.57	.80
pq	.160	.210	.245	.245	.160	.221	.250	.240	.210	.240	.177	.233	.249	.245	.160

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

คนที่	ข้อสอบที่														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1
5	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
10	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
11	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
13	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
14	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
15	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
17	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0
18	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
19	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
20	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
21	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
22	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
23	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1
24	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
25	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
26	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
27	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
28	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
29	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
30	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Σ	21	24	11	14	14	18	17	13	20	22	14	14	12	22	11
P	.70	.80	.37	.47	.47	.60	.57	.43	.67	.73	.47	.47	.40	.73	.37
q	.30	.20	.63	.53	.53	.40	.43	.57	.33	.27	.53	.53	.60	.27	.63
pq	.210	.160	.233	.249	.249	.240	.245	.245	.221	.197	.249	.249	.240	.197	.233

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

คน ที่	ข้อสอบที่														
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
3	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
4	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
6	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
7	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
8	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
9	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
10	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
11	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
12	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
13	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
14	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
15	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
16	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
17	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
18	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
20	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
22	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
23	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
24	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
26	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
27	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
29	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Σ	10	8	10	19	23	22	14	15	19	22	10	17	10	7	9
p	.33	.27	.33	.63	.77	.73	.47	.50	.63	.73	.33	.57	.33	.23	.30
q	.67	.73	.67	.37	.23	.27	.53	.50	.37	.27	.67	.43	.67	.77	.70
pq	.221	.197	.221	.233	.177	.197	.249	.250	.233	.197	.221	.245	.221	.177	.210

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

คน ที่	ข้อสอบที่															
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
2	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	
4	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	
5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
6	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	
7	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	
8	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	
9	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	
10	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	
11	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
12	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	
13	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	
14	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	
15	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	
16	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	
17	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
18	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
19	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
20	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	
21	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
22	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	
23	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
26	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
27	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
28	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
29	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	
30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Σ	17	12	13	9	14	8	11	10	15	12	10	9	12	9	14	
P	.57	.40	.43	.30	.47	.27	.37	.33	.50	.40	.33	.30	.40	.30	.47	
q	.43	.60	.57	.70	.53	.73	.63	.67	.50	.60	.67	.70	.60	.70	.53	
pq	.245	.240	.245	.210	.249	.197	.233	.221	.250	.240	.221	.210	.240	.210	.249	

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

คนที่	ข้อสอบที่														
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
2	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
4	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
5	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
6	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
7	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
8	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
9	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
10	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
12	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
13	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
14	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1
15	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
16	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
19	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
21	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
23	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
24	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
25	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
26	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
27	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
29	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
30	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Σ	11	12	18	14	14	7	15	17	12	12	18	9	10	8	14
p	.37	.40	.60	.47	.47	.23	.50	.57	.40	.40	.60	.30	.33	.27	.47
q	.63	.60	.40	.53	.53	.77	.50	.43	.60	.60	.40	.70	.67	.73	.53
pq	.233	.240	.240	.249	.249	.177	.250	.245	.240	.240	.240	.210	.221	.197	.249

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

คน ที่	ข้อสอบที่														
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
3	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
4	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
5	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
6	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
7	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
8	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
9	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
10	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1
11	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
12	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
13	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
14	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
15	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
16	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
17	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
19	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
20	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
21	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
22	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
24	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
25	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
30	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Σ	12	7	9	9	12	11	14	13	12	11	10	14	9	13	7
p	.40	.23	.30	.30	.40	.37	.47	.43	.40	.37	.33	.47	.30	.43	.23
q	.60	.77	.70	.70	.60	.63	.53	.57	.60	.63	.67	.53	.70	.57	.77
pq	.240	.177	.210	.210	.240	.233	.249	.245	.240	.233	.221	.249	.210	.245	.177

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

คน ที่	ข้อสอบที่														
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
2	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
3	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
4	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
5	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
6	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
7	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
8	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
10	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
11	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
12	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0
13	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
14	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
16	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
18	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
19	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
20	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
21	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
22	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
23	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
24	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
26	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
29	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
30	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	14	9	9	9	9	9	24	9	9	9	11	9	12	14	16
p	.47	.30	.30	.30	.30	.30	.80	.30	.30	.30	.37	.30	.40	.47	.53
q	.53	.70	.70	.70	.70	.70	.20	.70	.70	.70	.63	.70	.60	.53	.47
pq	.249	.210	.210	.210	.210	.210	.160	.210	.210	.210	.233	.210	.240	.249	.249

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

คนที่	ข้อสอบที่						X	X ²
	106	107	108	109	110	111		
1	1	1	1	0	1	1	91	8281
2	1	1	1	1	0	1	79	6241
3	1	0	0	0	1	1	71	5041
4	1	1	0	0	0	1	67	4489
5	0	1	0	1	1	1	62	3844
6	1	0	1	0	1	1	64	4096
7	1	1	0	0	0	1	76	5776
8	0	1	0	1	1	1	62	3844
9	1	0	0	0	0	1	65	4225
10	1	0	0	1	0	0	66	4356
11	0	1	1	1	1	0	56	3136
12	1	1	1	0	0	1	63	3969
13	0	1	1	0	1	1	56	3136
14	1	0	0	1	0	0	52	2704
15	1	0	1	1	0	1	50	2500
16	0	0	1	0	1	0	40	1600
17	0	1	0	1	0	0	34	1156
18	1	0	1	0	0	1	34	1156
19	0	0	1	0	1	0	30	900
20	0	0	0	0	0	1	34	1156
21	0	1	0	0	0	0	34	1156
22	0	0	0	0	0	1	27	729
23	1	0	0	0	1	0	33	1089
24	1	0	0	0	1	0	32	1024
25	0	0	0	0	0	1	30	900
26	1	0	0	0	0	0	25	625
27	0	0	1	0	0	1	22	484
28	1	0	0	0	0	1	27	729
29	0	1	0	1	0	0	28	784
30	0	0	0	0	0	0	20	400
Σ	16	12	11	9	11	18	1430	79526
P	.53	.40	.37	.30	.37	.60		
q	.47	.60	.63	.70	.63	.40		
pq	.249	.240	.233	.210	.233	.240	Σ pq = 24.905	

การวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางข้างต้น ใช้สูตรคำนวณความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_n) สูตร K-R # 20 ของ Kuder-Richardson # 20 (ลัวัน และอังคณา, 2538: 210-211) สมการที่ (3-4) มีวิธีการคำนวณดังนี้

จากสูตร คำนวณหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ (S_t^2)

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

คำนวณค่า S_t^2

$$S_t^2 = \frac{30 \times 79526 - (1430)^2}{30 \times (30 - 1)}$$

$$S_t^2 = \frac{340880}{870}$$

$$S_t^2 = 391.816$$

จากสูตร คำนวณความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_n)

$$r_n = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{(\sum pq)}{S_t^2} \right]$$

แทนค่า

$$r_n = \frac{111}{111-1} \left\{ 1 - \frac{24.905}{391.816} \right\}$$

$$r_n = 1.009 \times .9364$$

ดังนั้น r_n มีค่าเท่ากับ .94 #

สรุปว่า ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ที่สร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ .94 แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้น มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง

.....



โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชา นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ (3100-0106)

สาขาวิชา ช่างยนต์ ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส) ชั้นปีที่ 2

เวลาสอบ 120 นาที

คำชี้แจง : 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 111 ข้อ จำนวน 27 หน้า

2. ไม่อนุญาตให้นำหนังสือหรือเอกสารเข้าห้องสอบ

3. คำถามให้ทำในกระดาษคำตอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณเข้าห้องสอบได้

คำสั่ง : จงเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวในคำถามแต่ละข้อ โดยทำเครื่องหมาย (X) ลงในช่องว่างให้ตรงกับข้อที่ต้องการ ในกระดาษคำตอบที่แจกให้

1. ข้อใดคือการปฏิบัติงานการอุตสาหกรรมโดยเริ่มนำระบบนิวแมติกส์มาใช้ให้เกิดประโยชน์

ก. งานส่งวัสดุไปตามท่อฝังพื้นด้วยลมอัด

ค. ระบบเบรคพลังงานลมอัด

ข. เครื่องเจาะอุโมงค์ที่ใช้ระบบลมอัด

ง. เครื่องผลิตไฟฟ้าพลังงานลมอัด

2. ข้อใดเป็นการจัดเรียงลำดับการพัฒนาระบบนิวแมติกส์จากอดีตจนถึงปัจจุบัน

ก. ระบบลมอัด - ระบบพีแอลซี - ระบบไฮดรอลิกส์

ข. ระบบลมอัด - ระบบลมอัดผสมไฟฟ้า - ระบบพีแอลซี

ค. ระบบลมอัดผสมไฟฟ้า - ระบบพีแอลซี - ระบบลมอัด

ง. ระบบลมอัดผสมไฟฟ้า - ระบบลมอัด - ระบบไฮดรอลิกส์

3. จากความหมายของคำว่า “นิวแมติกส์” ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวถูกต้อง

ก. ระบบการส่งกำลังและควบคุมการทำงานด้วยลมอัด

ข. ระบบที่อาศัยลมอัดในการผลักดันวัสดุ - อุปกรณ์

ค. ระบบที่เปลี่ยนรูปพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล

ง. ระบบทำงานที่ใช้ในการผลิตลมอัด

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็น ข้อจำกัด ของระบบนิวแมติกส์

- ก. เคลื่อนที่เร็วมากจนควบคุมได้ยาก
- ข. ลมอัดมีสารหล่อลื่นที่สามารถติดไฟหรือระเบิดได้
- ค. สามารถทำงานส่งกำลังได้ในระยะไกลๆ เท่านั้น
- ง. มีเสียงดังที่เกิดขึ้นในขณะทำงาน

5. ข้อใด ไม่จัด อยู่ในประเภทของอุปกรณ์หลัก ๆ ในระบบนิวแมติกส์

- ก. อุปกรณ์จ่ายลมอัด
- ค. อุปกรณ์ตรวจสอบการทำงาน
- ข. อุปกรณ์ควบคุม
- ง. อุปกรณ์ทำงาน

6. อุปกรณ์ในข้อใดต่อไปนี้อยู่ในประเภทของ อุปกรณ์ทำงาน

- ก. มอเตอร์ลม
- ค. ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด
- ข. เครื่องอัดลม
- ง. สายลม

7. อุปกรณ์ควบคุม ในระบบนิวแมติกส์มีความสำคัญอย่างไร

- ก. ควบคุมการส่งจ่ายลมอัดให้มีความดันและอุณหภูมิที่ถูกต้อง
- ข. ควบคุมอุปกรณ์ทำงานให้เป็นไปตามความต้องการ
- ค. ควบคุมการส่งผ่านลมอัดเข้าสู่ถึงพักเพื่อนำไปใช้งาน
- ง. ควบคุมการทำงานโดยรวมของระบบให้เกิดความปลอดภัย

8. หลังจากลมอัดที่ผลิตได้ถูกบรรจุในถังพักลมแล้ว ลมอัดในถังพักลมจะถูกจ่ายออกไปเข้าอุปกรณ์ตัวใดต่อไป

- ก. อุปกรณ์ทำงาน
- ค. ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด
- ข. อุปกรณ์ควบคุม
- ง. เครื่องกรองท่อเมน และเครื่องทำลมแห้ง

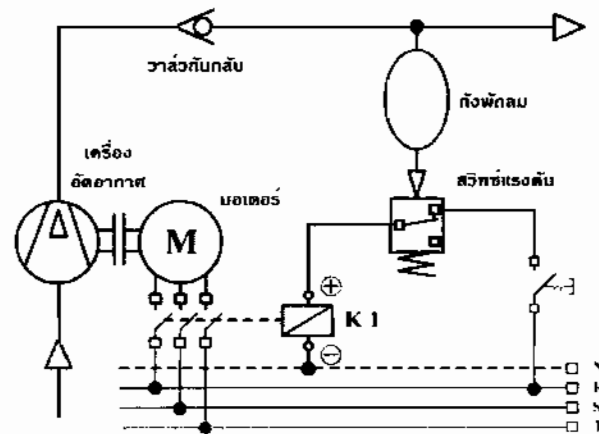
9. ความดันในข้อใด เป็นจุดที่ไม่มีค่าความดันและอุณหภูมิเหลืออยู่เลย

- ก. ความดันสัมบูรณ์
- ค. ความดันเกจ
- ข. ความดันศูนย์สัมบูรณ์
- ง. ความดันบรรยากาศ

10. ความดันบรรยากาศ สามารถหาได้จากเครื่องมือวัดที่จุดใด และมีค่าเท่าใด

- ก. ห้องปฏิบัติการ มีค่า 14.7ปอนด์/ตารางนิ้ว
- ค. ระดับผิวน้ำทะเล มีค่า14.7ปอนด์/ตารางนิ้ว
- ข. ห้องปฏิบัติการ มีค่า 14.7บาร์
- ง. ระดับผิวน้ำทะเล มีค่า 14.7บาร์

18. จากรูปเป็นการควบคุมเครื่องอัดอากาศแบบใด

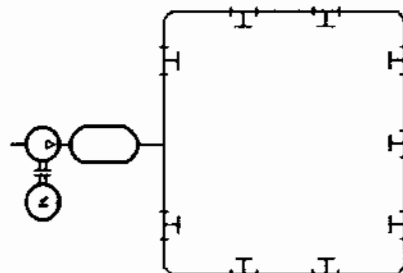


- ก. Unloading Regulation ชนิดการควบคุมแบบระบายลมอัด
- ข. Unloading Regulation ชนิดการควบคุมแบบเปิด
- ค. On - Off หรือแบบ Start - Stop
- ง. Solenoid Control

19. การติดตั้งท่อส่งลมอัดโดยให้ปลายท่อทำมุมเอียง 1 - 2 % ของความยาวท่อ เพื่อเหตุผลในข้อใด

- ก. ให้ลมอัดไหลผ่านได้สะดวก
- ข. ให้ความชื้นรวมตัวที่ปลายท่อ ง่ายต่อการกำจัดออก
- ค. เป็นการป้องกันการเกิดแรงดันตกคร่อมในท่อส่งลมอัด
- ง. ให้อุปกรณ์ตัวท้าย ๆ มีแรงดันลมอัดพอเพียงกับการใช้งาน

20. จากรูปเป็นการเดินท่อเมนแบบใด



- ก. แบบทั่วไป
- ข. แบบแยกสาขา
- ค. แบบวงแหวน
- ง. แบบต่อขวาง

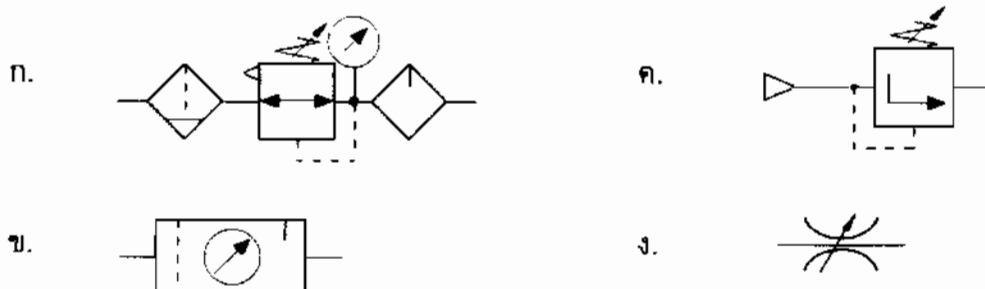
21. ข้อใด ไม่ใช่หน้าที่ของชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด

- ก. กรองเศษฝุ่นผง
- ข. ดักน้ำหรือความชื้นที่มากับลมอัด
- ค. จ่ายน้ำมันหล่อลื่นเข้าสู่ระบบ
- ง. ลดความเร็วลมอัดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

22. ส่วนประกอบใดในชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด ที่ทำหน้าที่รักษาแรงดันในระบบให้อยู่ในระดับที่ตั้งไว้

- ก. Regulator
- ข. Lubricator
- ค. Venturi
- ง. Filter

23. ข้อใดเป็นสัญลักษณ์ที่ถูกต้องของชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด



24. จากคำตอบข้อ 23 สัญลักษณ์ของชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด สามารถเขียนอย่างย่อได้ตามข้อใด

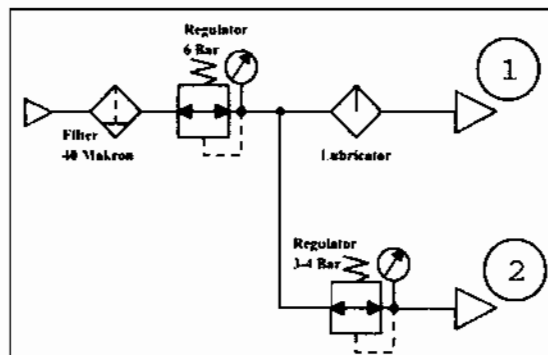
- ก. ข้อ ก.
- ข. ข้อ ข.
- ค. ข้อ ค.
- ง. ไม่มีข้อถูก

25. สัญลักษณ์ต่อไปนี้หมายถึงอุปกรณ์ในข้อใด



- ก. อุปกรณ์กรองเศษฝุ่น ผง และดักน้ำ
- ข. อุปกรณ์ปรับและควบคุมความดัน
- ค. อุปกรณ์จ่ายละอองน้ำมันหล่อลื่น
- ง. อุปกรณ์ควบคุมปริมาณลมอัด

26. จากรูปการติดตั้งชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด ลมอัดที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพตามหมายเลข 2 จะมีคุณสมบัติอย่างไร



- ก. มีน้ำมันหล่อลื่นปะปนไปกับลมอัด และมีอุณหภูมิไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส
- ข. มีน้ำมันหล่อลื่นปะปนไปกับลมอัด และมีอุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส
- ค. มีสิ่งสกปรกปะปนไม่เกิน 40 ไมครอน และมีความดันลมอัดไม่เกิน 6 บาร์
- ง. มีสิ่งสกปรกปะปนไม่เกิน 40 ไมครอน และมีความดันลมอัดไม่เกิน 4 บาร์

27. กระบอกสูบทำงานทางเดียว นิยมใช้กับงานในลักษณะใด

- ก. ช่วงชักสั้น และต้องการงานด้านใดด้านหนึ่ง
- ข. ช่วงชักสั้น และต้องการงานทั้งสองด้าน
- ค. ช่วงชักยาว และต้องการงานด้านใดด้านหนึ่ง
- ง. ช่วงชักยาว และต้องการงานทั้งสองด้าน

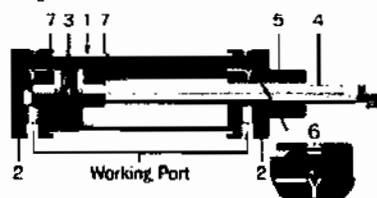
28. งานเปิด - ปิดวาล์วต่างๆในระบบท่อ ควรเลือกใช้มอเตอร์ลมแบบใด

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ก. แบบหมุนทางเดียว | ค. แบบหมุนต่อเนื่อง |
| ข. แบบหมุนสลับจำกัดองศา | ง. แบบหมุนจำกัดความเร็ว |

29. สปริงภายในกระบอกสูบทำงานทางเดียว มีหน้าที่อะไร

- ก. ด้านการเคลื่อนที่ของก้านสูบ
- ข. หน่วงเวลาให้ก้านสูบเลื่อนเข้าในจังหวะที่ต้องการ
- ค. ดันก้านสูบกลับสู่ตำแหน่งเดิม
- ง. ลดแรงกระแทกเมื่อก้านสูบเลื่อนเข้า - ออกสู่กระยะชัก

30. จากรูปโครงสร้างของกระบอกสูบ ชิ้นส่วนหมายเลข 6 ทำหน้าที่อะไร



- ก. ควบคุมปริมาณลมอัดก่อนเข้ากระบอกสูบ
- ข. ควบคุมความดันลมอัดระบายออก ในจังหวะที่ก้านสูบใกล้ระยะชัก
- ค. ป้องกันการเกิดสูญญากาศในขณะที่ก้านสูบเลื่อนเข้า - ออก
- ง. ช่วยในการรับแรง ไม่ให้ก้านสูบคดงอเมื่อมีแรงมากระทำ

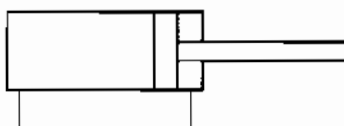
31. ข้อใดกล่าว ผิด เกี่ยวกับการทำงานของมอเตอร์ลมแบบหมุนต่อเนื่อง

- ก. อาศัยลมอัดในการป้อนให้มอเตอร์เกิดการทำงาน
- ข. ทำงานโดยการหมุนรอบตัวได้ในทิศทางเดียว
- ค. ไม่สามารถตั้งองศาในการทำงานได้
- ง. ไม่มีข้อถูก

32. มอเตอร์ลมมีการทำงานที่ดีกว่ามอเตอร์ไฟฟ้าทางด้านใด

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| ก. ความเร็วในการหมุน | ค. ทำงานภายใต้ความชื้นและอุณหภูมิสูง |
| ข. ความแม่นยำในการสั่งการ | ง. ราคา |

33. จากสัญลักษณ์มีการทำงานอย่างไร



- ก. ก้านสูบเลื่อนออกด้วยลมอัด เลื่อนเข้าด้วยสปริงภายใน
- ข. ก้านสูบเลื่อนออกด้วยแรงดันสปริง เลื่อนเข้าด้วยลมอัด
- ค. ก้านสูบเลื่อนออก และเลื่อนเข้าด้วยแรงดันสปริง
- ง. ก้านสูบเลื่อนออก และเลื่อนเข้าด้วยลมอัด

34. ข้อใดเป็นความสำคัญของวาล์วควบคุม ในระบบนิวแมติกส์

- ก. ควบคุมปริมาณลมอัดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
- ข. ควบคุมอุปกรณ์ทำงานให้เป็นไปตามที่ต้องการ
- ค. ควบคุมการเปิด - ปิด เครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนเครื่องอัดอากาศ
- ง. ควบคุมลมอัดในระบบให้สะอาดปราศจากฝุ่นผง และไอน้ำ

35. ข้อใดเป็นความสำคัญของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด (Directional Control Valve)

- ก. ทำให้อุปกรณ์ทำงาน เคลื่อนที่ในทิศทางที่ต้องการ
- ข. ทำให้อุปกรณ์ทำงาน เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว
- ค. ทำให้อุปกรณ์ทำงาน เริ่มการทำงานได้
- ง. ทำให้อุปกรณ์ทำงาน หยุดการทำงานได้

36. ข้อใดเป็นหน้าที่ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด

- ก. ส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ในระบบ
- ค. ควบคุมอุปกรณ์ทำงานให้เลื่อนเข้า - ออก
- ข. เปิดและปิดทางการไหลลมอัด
- ง. ถูกทุกข้อ

37. วาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัด มีหน้าที่ตรงกับอุปกรณ์ตัวใดในระบบไฟฟ้า

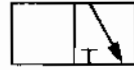
- ก. หลอดไฟ
- ค. หม้อแปลง
- ข. สวิตช์เปิด - ปิด
- ง. ไม่มีข้อถูก

38. ข้อใดเป็นความหมายทางสัญลักษณ์แทนตำแหน่งและสถานะการทำงานของวาล์วตามรูป

1	0
---	---

- ก. วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง เป็นตำแหน่งเดิมทั้ง 2 ตำแหน่ง
- ข. วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง เป็นตำแหน่งทำงานทั้ง 2 ตำแหน่ง
- ค. วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง เป็นตำแหน่งปกติ 1 ตำแหน่ง และ ตำแหน่งทำงาน 1 ตำแหน่ง
- ง. วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง เป็นตำแหน่งปกติ 1 ตำแหน่ง และ ตำแหน่งเดิม 1 ตำแหน่ง

39. สัญลักษณ์รูปตัวที (T) ในกรอบสี่เหลี่ยมของวาล์วควบคุมทิศทางลมอัด มีความหมายว่าอย่างไร



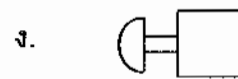
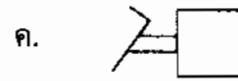
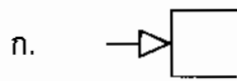
ก. ปิดกั้นไม่ให้ลมอัดไหลผ่านได้

ค. เป็นจุดพักลม

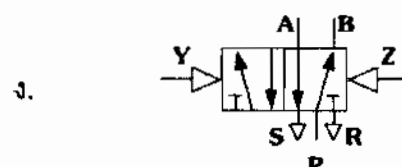
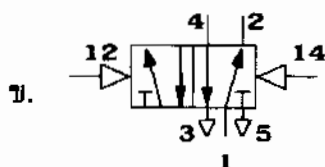
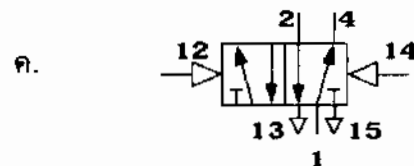
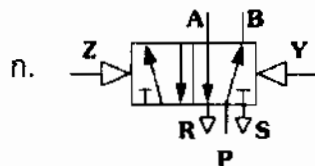
ข. ไม่มีจุดเชื่อมต่อในรูนั้น

ง. เป็นจุดระบายลมทิ้งออกสู่บรรยากาศ

40. สัญลักษณ์ในข้อใดหมายถึงกลไกบังคับการทำงานของวาล์ว โดยใช้เท้าเหยียบ



41. ข้อใดระบุได้ถูกลม ถูกต้อง



42. จากชื่อของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลลมอัดแบบ 3/2 D.C.V. หมายเลข 3 และ 2 คือ

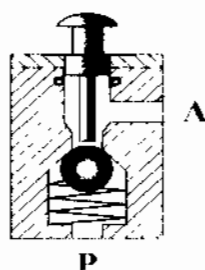
ก. เลข 3 คือ จำนวนรู เลข 2 คือ จำนวนตำแหน่ง

ข. เลข 3 คือ จำนวนตำแหน่ง เลข 2 คือ จำนวนรู

ค. เลข 3 คือ จำนวนกลไกบังคับ เลข 2 คือ จำนวนสปริง

ง. เลข 3 คือ จำนวนสปริง เลข 2 คือ จำนวนกลไกบังคับ

จากรูปโครงสร้างของวาล์วตามรูป จงตอบคำถามข้อ 43 - 44



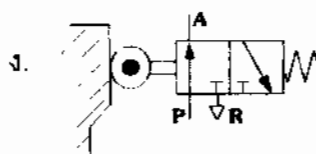
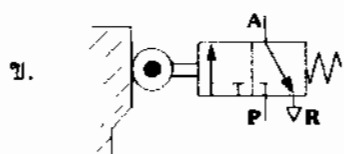
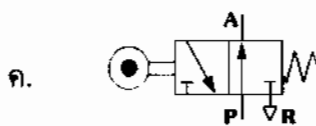
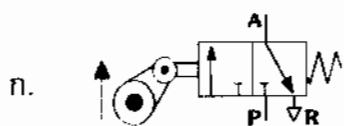
43. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการทำงานของวาล์วตามรูป

- ก. เมื่อกดปุ่มกด ลมจากว A จะไหลออกว P
- ข. เมื่อกดปุ่มกด ลมจากว P จะไหลออกว A
- ค. เมื่อกดปุ่มกด ลูกบอลจะปิดว P ทำให้ลมไม่มีการเชื่อมต่อถึงกัน
- ง. เมื่อกดปุ่มกดจะทำให้ลมจากว A ไหลระบายออกว P ได้สะดวกขึ้น

44. สปริงที่อยู่ภายในจะทำงานตอนไหน

- ก. เมื่อกดปุ่มกด
- ข. เมื่อปล่อยปุ่มกด
- ค. เมื่อแรงดันลมน้อยกว่าที่ตั้งไว้
- ง. เมื่อแรงดันลมมากกว่าที่ตั้งไว้

45. ข้อใดคือ สัญลักษณ์วาล์วแบบลูกกลิ้งทำงานสองทาง ในกรณีที่วาล์วถูกกลไกภายนอกกดทับอยู่



46. ข้อใดเป็น ข้อเสีย ของวงจรควบคุมแบบทางตรง

- ก. ใช้อุปกรณ์มากทำให้เกิดความสิ้นเปลือง
- ข. ควบคุมยาก
- ค. จำเป็นต้องทำงานใกล้เคียงอุปกรณ์ทำงาน
- ง. ต้องใช้วาล์วควบคุมแบบพิเศษ

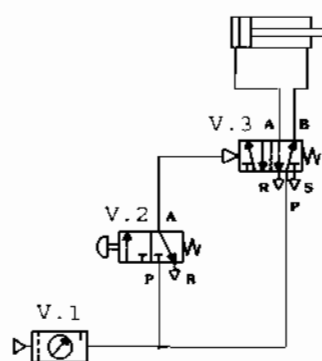
47. วงจรการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ หมายถึง

- | | |
|--------------------------------------|---|
| ก. การควบคุมโดยไม่มีเมนวาล์ว | ค. การควบคุมให้ก้านสูบเลื่อนกลับได้เอง |
| ข. การควบคุมโดยใช้วาล์ว Roller Lever | ง. การควบคุมให้ก้านสูบเลื่อนไป - กลับได้เอง |

48. วงจรที่ก้านสูบเลื่อนออก - เข้า และกระทำต่อเนื่องไปตลอดเวลา หมายถึงวงจรข้อใด

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| ก. วงจรควบคุมทางตรง | ค. วงจรควบคุมอัตโนมัติ |
| ข. วงจรควบคุมทางอ้อม | ง. วงจรควบคุมกึ่งอัตโนมัติ |

จากรูปวงจร จงตอบคำถามข้อ 49 - 50



49. วาล์วตัวใดทำหน้าที่เป็นวาล์วควบคุมตัวสุดท้าย (Main Valve)

- | | |
|--------------|-------------------------|
| ก. วาล์ว V.1 | ค. วาล์ว V.3 |
| ข. วาล์ว V.2 | ง. วงจรไม่มี Main Valve |

50. วาล์ว V.3 มีการเปลี่ยนตำแหน่งทำงานเมื่อใด

- | |
|--|
| ก. เมื่อกดปุ่มกดที่วาล์ว V.2 |
| ข. เมื่อมีลมอัดจากวาล์ว V.1 เข้ามาที่รู P |
| ค. เมื่อก้านสูบเลื่อนเข้าสู่ระยะชัก |
| ง. วาล์วจะเปลี่ยนตำแหน่งเองด้วยสปริงที่อยู่ภายใน |

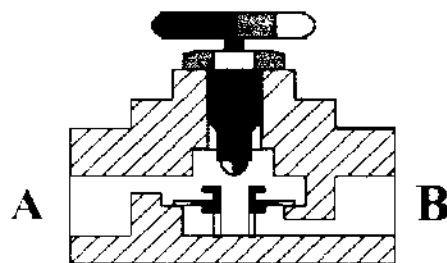
51. ข้อใดเป็นหน้าที่ของวาล์วควบคุมอัตราการไหลทางเดียว (One - Way F.C.V)

- | |
|---|
| ก. ควบคุมปริมาณลมอัดส่วนที่ไหลผ่านไปใช้งาน |
| ข. บังคับลมอัดให้ไหลผ่านได้ทางเดียว |
| ค. ควบคุมความดันลมอัดในระบบ |
| ง. ส่งสัญญาณเปลี่ยนตำแหน่งวาล์วควบคุมตัวถัดไป |

52. ข้อใดกล่าว ถูกต้อง เกี่ยวกับการทำงานของวาล์วควบคุมอัตราการไหล แบบควบคุมการไหลทางเดียว

- ก. มีรูลมเข้าสองทาง บังคับไหลออกทางเดียว
- ข. มีรูลมเข้าทางเดียว บังคับไหลออกสองทาง
- ค. ลมเข้าด้านหนึ่งแบบอิสระ อีกด้านหนึ่งถูกควบคุม
- ง. ลมเข้าด้านใดด้านหนึ่งจะถูกควบคุมการไหลออก

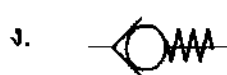
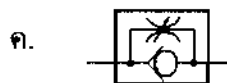
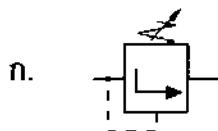
จากรูปโครงสร้างของวาล์ว จงตอบคำถามข้อ 53 - 54



53. วาล์วมีการทำงานอย่างไร

- ก. ลมเข้ารู A ออกรู B แบบอิสระ
- ข. ลมเข้ารู A ออกรู B ปรับปริมาณการไหลได้
- ค. ลมเข้ารู B ออกรู A ปรับปริมาณการไหลได้
- ง. ปรับสกรูกว้างลมผ่านทั้ง 2 รูได้อย่างอิสระ ,ปรับสกรูแคบลมผ่านทั้ง 2 รูจะถูกควบคุม

54. สัญลักษณ์ของวาล์วตรงกับข้อใด



55. จากสัญลักษณ์ของวาล์วต่อไปนี้ ลูกศรในสัญลักษณ์หมายถึง



- ก. วาล์วสามารถปรับค่าได้
- ข. วาล์วไม่มีชิ้นส่วนที่เป็นสปริงติดตั้งอยู่
- ค. วาล์วมีการระบายลมทิ้งในตัว
- ง. ที่ตัวอุปกรณ์มีอุปกรณ์เก็บเสียง

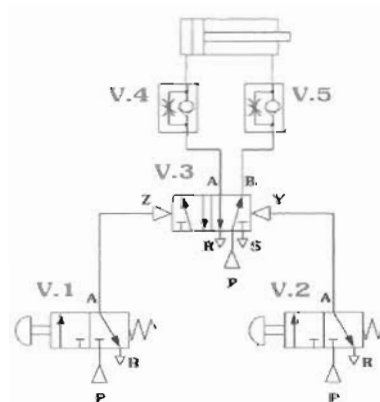
56. การควบคุมลมเข้า (Inlet Control) หมายถึง

- ก. การควบคุมปริมาณลมที่จะไหลเข้าอุปกรณ์จ่ายลมอัด
- ข. การควบคุมปริมาณลมที่จะไหลเข้าอุปกรณ์ทำงาน
- ค. การควบคุมปริมาณลมที่จะไหลเข้าอุปกรณ์ควบคุมในระบบ
- ง. การควบคุมปริมาณลมที่จะไหลเข้าอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย

57. ข้อใดเป็นข้อจำกัดของหลักการควบคุมลมออก (Outlet Control)

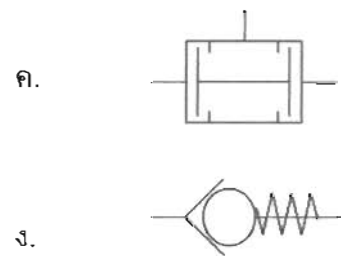
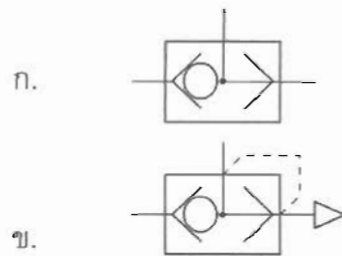
- ก. ลูกสูบเคลื่อนที่ไม่ราบเรียบ
- ค. ไม่สามารถหยุดในตำแหน่งที่แม่นยำ
- ข. ไม่เหมาะกับอุปกรณ์ทำงานที่มีช่วงชักยาว
- ง. ใช้เวลาในการสะสมแรงดันนาน

58. จากวงจรก้านสูบมีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร



- ก. ก้านสูบเคลื่อนที่ออกช้า และเคลื่อนที่เข้าด้วยความเร็วปกติ
- ข. ก้านสูบเคลื่อนที่ออกด้วยความเร็วปกติ และเคลื่อนที่เข้าช้า
- ค. ก้านสูบเคลื่อนที่ออก และเคลื่อนที่เข้าด้วยความเร็วปกติ
- ง. ก้านสูบเคลื่อนที่ออกช้า และเคลื่อนที่เข้าช้า

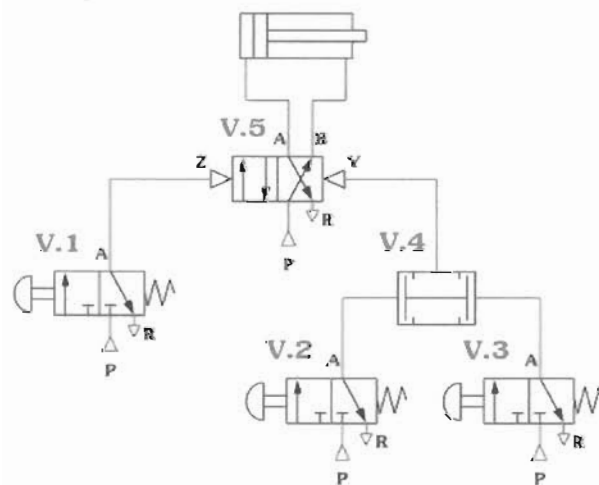
63. สัญลักษณ์ของวาล์วตรงกับข้อใด



64. วงจรที่มีการติดตั้งวาล์วระบายลมทิ้งเร็ว (Quick Exhaust Valve) จะมีการทำงานอย่างไร

- ก. ก้านสูบจะควบคุมความเร็ว
ข. ได้ก้านสูบจะมีช่วงชักยาวขึ้น
ค. ก้านสูบจะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว
ง. ก้านสูบจะได้รับลมอัดมากขึ้นในการเคลื่อนที่

จากรูปวงจร จงตอบคำถามข้อ 65 - 66



65. การบังคับให้ก้านสูบเลื่อนเข้าทำได้อย่างไร

- ก. กดวาล์ว V.1
ข. กดวาล์ว V.2 หรือ วาล์ว V.3
ค. กดวาล์ว V.2 พร้อมกับวาล์ว V.3
ง. เมื่อก้านสูบเลื่อนออก แล้วจะเลื่อนเข้าเอง

66. จากวงจรถ้าเปลี่ยนวาล์ว V.4 เป็นชุดเทิลวาล์ว (Or Gate) วงจรจะเลื่อนเข้าได้อย่างไร

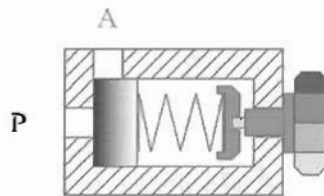
ก. กดวาล์ว V.1

ค. กดวาล์ว V.2 พร้อมกับวาล์ว V.3

ข. กดวาล์ว V.2 หรือ วาล์ว V.3

ง. เมื่อก้านสูบเลื่อนออก แล้วจะเลื่อนเข้าเอง

จากรูปโครงสร้างของวาล์ว จงตอบคำถามข้อ 67 - 68



67. วาล์วมีการทำงานอย่างไร

ก. ลมเข้ารู P ออกรู A ได้ เมื่อปรับสกรูเพื่อเปิดทาง

ข. ลมเข้ารู P ออกรู A เมื่อแรงดันมากกว่าแรงดันสปริง

ค. ลมเข้ารู A ดันสปริงยุบตัว แล้วไหลออกทางรู P

ง. ลมเข้ารู A ในห้องสปริง ปิดทางลมจากรู P ผ่านไม่ได้

68. การปรับตั้งความดันลมอัดในการทำงานของวาล์ว ทำได้โดยวิธีใด

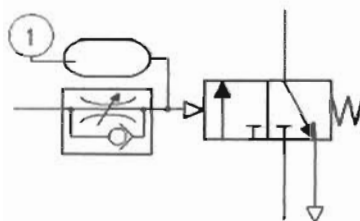
ก. หมุนปรับความแข็งของสปริงที่สกรูปรับแต่ง

ข. เปลี่ยนขนาดสปริงภายในให้ใหญ่ขึ้น

ค. ปรับตั้งระยะห่างลิ้นเลื่อนกับผนังด้านหน้าตัวเรือน

ง. วาล์วชนิดนี้ไม่สามารถปรับตั้งความดันได้

69. จากสัญลักษณ์ของวาล์วตามรูป หมายเลข 1 หมายถึง



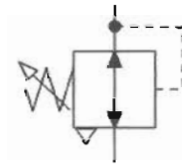
ก. ตัวตรวจจับแรงดันลมอัดขณะทำงาน

ค. ชุดปรับสภาพลมอัด

ข. ห้องเก็บลมอัด

ง. ตัวสั่งวาล์วทำงานด้วยกลไกภายนอก

70. จากสัญลักษณ์ตามรูป หมายถึงวาล์วในข้อใด



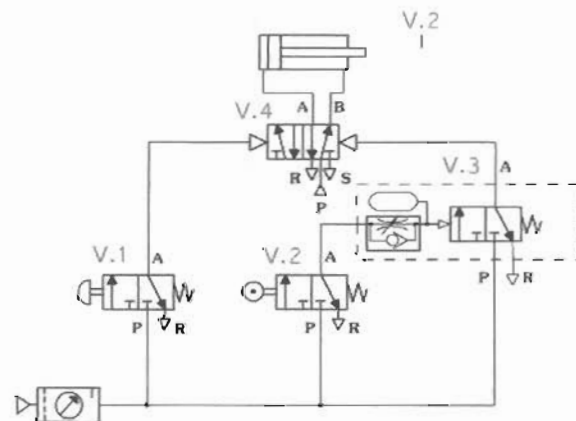
ก. วาล์วระบายความดัน แบบมีรูระบาย

ค. วาล์วลดความดัน แบบมีรูระบาย

ข. วาล์วระบายความดัน แบบไม่มีรูระบาย

ง. วาล์วลดความดัน แบบไม่มีรูระบาย

71. จากรูปวงจร เมื่อกดวาล์วหมายเลข V.1 แล้วจะการทำงานอย่างไร



ก. ลูกสูบเลื่อนออกแล้วเลื่อนเข้าทันที

ข. ลูกสูบเลื่อนออกแล้วค้างตำแหน่งจึงเลื่อนเข้า

ค. ลูกสูบเลื่อนออกแล้วค้างตำแหน่งไว้

ง. ลูกสูบเลื่อนเข้า - ออก ต่อเนื่องตลอดเวลา

72. อุปกรณ์ตัวใดเป็นอุปกรณ์ป้องกันสัญญาณ ตามมาตรฐานข้อบังคับด้านการจัดเรียงแผนผังวงจรระบบนิวแมติกส์

ก. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณลมอัดไหลเข้ากระบอกสูบ

ข. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ

ค. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมกระบอกสูบให้มีการทำงานตามที่ต้องการ

ง. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ

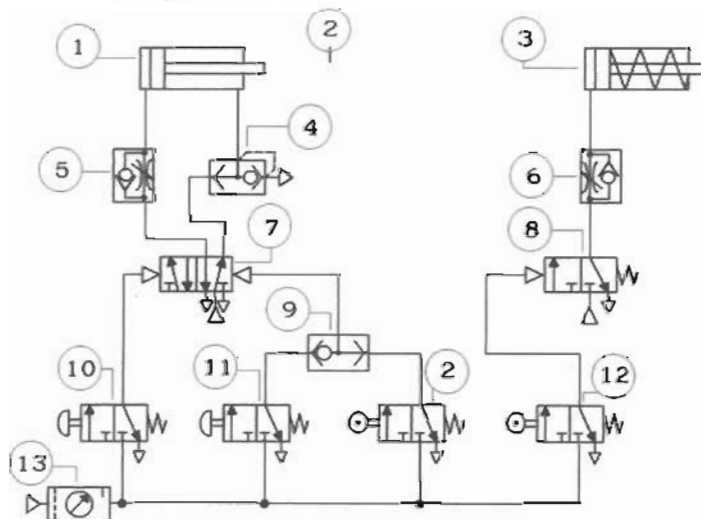
73. การให้หมายเลขแทนชื่ออุปกรณ์ในระบบ ตามหลังจุดทศนิยมด้วยหมายเลข 1 จะใช้แทนอุปกรณ์ตัวใด

- ก. อุปกรณ์ทำงาน (Working Element)
- ข. อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว (Speed Control Element)
- ค. อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย (Final Control Element)
- ง. อุปกรณ์ป้อนสัญญาณ (Signal Element)

74. หมายเลขแทนชื่ออุปกรณ์ 1.4 มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. เป็นอุปกรณ์ตัวสุดท้าย ควบคุมกระบอกสูบชุดที่ 1
- ข. เป็นอุปกรณ์ตัวสุดท้าย ควบคุมกระบอกสูบชุดที่ 4
- ค. เป็นอุปกรณ์ป้อนสัญญาณ ที่ทำให้กระบอกสูบชุดที่ 1 เลื่อนเข้า
- ง. เป็นอุปกรณ์ป้อนสัญญาณ ที่ทำให้กระบอกสูบชุดที่ 1 เลื่อนออก

จากรูป วงจร จงตอบคำถามข้อ 75 - 76



75. ข้อใดเป็นหมายเลขแทนชื่อ วาล์วหมายเลข 8

- ก. 1.1
- ข. 1.2
- ค. 2.1
- ง. 2.2

76. ข้อใดเป็นหมายเลขแทนชื่อ วาล์วหมายเลข 2

- ก. 1.3
- ข. 1.5
- ค. 1.0
- ง. 2.0

77. ข้อใดเป็นความหมายของไดอะแกรมที่แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ทำงาน และ วาล์วควบคุม โดยพิจารณาจากจังหวะในการทำงานของเครื่องจักร

- | | |
|------------------------|------------------------|
| ก. Alphabetic Sequence | ค. Motion Step Diagram |
| ข. Signal Flow Diagram | ง. Motion Time Diagram |

78. การเขียนไดอะแกรมแบบ Alphabetic Sequence เครื่องหมายบวก (+) มีความสำคัญอย่างไร

- ก. บอกให้รู้ว่าอุปกรณ์ทำงาน เคลื่อนที่เข้า
- ข. บอกให้รู้ว่าอุปกรณ์ทำงาน เคลื่อนที่ออก
- ค. บอกให้รู้ว่าวาล์วควบคุม อยู่ในตำแหน่งปกติ
- ง. บอกให้รู้ว่าวาล์วควบคุม อยู่ในตำแหน่งทำงาน

79. ข้อใดเป็นไดอะแกรมแบบ Alphabetic Sequence /1+1-2+1- / ในรูปของตัวอักษรที่ถูกต้อง

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| ก. /1 out 1 in 2 out 2 in / | ค. /a1 a0 b1 b0 / |
| ข. /1.2 1.3 2.2 2.3 / | ง. /A+ A- B+ B- / |

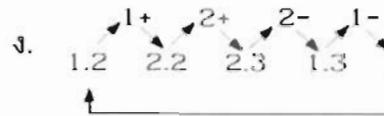
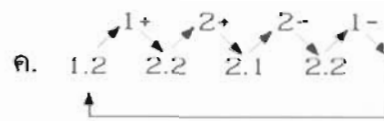
80. ข้อใดกล่าว ผิด เกี่ยวกับการเขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Signal Flow Diagram

- ก. จำเป็นต้องใช้ Alphabetic Sequence ประกอบการเขียนด้วยเสมอ
- ข. เส้นลูกศรหมายถึงทิศทางการส่งสัญญาณของวาล์วควบคุม
- ค. ไม่สามารถเขียนไดอะแกรมร่วมกับอุปกรณ์ทำงานมากกว่า 5 ชุดขึ้นไป
- ง. ต้องมีการโยงเส้นลูกศรกลับตำแหน่งเริ่มต้น

81. ในการเขียนไดอะแกรมควบคุมแบบ Signal Flow Diagram จะพิจารณาจากการทำงานของอุปกรณ์ตัวใด

- ก. อุปกรณ์ทำงาน และอุปกรณ์ส่งสัญญาณ
- ข. อุปกรณ์ทำงาน และอุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย
- ค. อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย และอุปกรณ์ส่งสัญญาณ
- ง. อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย และอุปกรณ์จ่ายพลังงาน

82. Signal Flow Diagram ในข้อใดถูกต้อง



83. หลักในการเขียน Step Motion Diagram ในข้อใด หมายถึงไดอะแกรมเคลื่อนที่

- ก. จังหวะการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงาน
- ข. จังหวะการเคลื่อนที่ของเมนวาล์ว
- ค. จังหวะการเคลื่อนที่ของวาล์วควบคุม
- ง. จังหวะการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทุกตัวในระบบ

84. หลักการเขียน Time Motion Diagram แกนนอนที่กำหนดขึ้น หมายถึงข้อใด

- ก. เวลาในการทำงาน
- ข. ความเร็วในการเคลื่อนที่
- ค. จังหวะหรือขั้นตอนการทำงาน
- ง. ระยะชักของอุปกรณ์ทำงาน

85. อุปกรณ์ในข้อใด ไม่ใช่ ส่วนประกอบในการเขียนไดอะแกรมควบคุมแบบ Time Motion Diagram

- ก. อุปกรณ์ทำงาน
- ข. อุปกรณ์ควบคุมตัวสุดท้าย
- ค. อุปกรณ์ส่งสัญญาณ
- ง. อุปกรณ์จ่ายพลังงาน

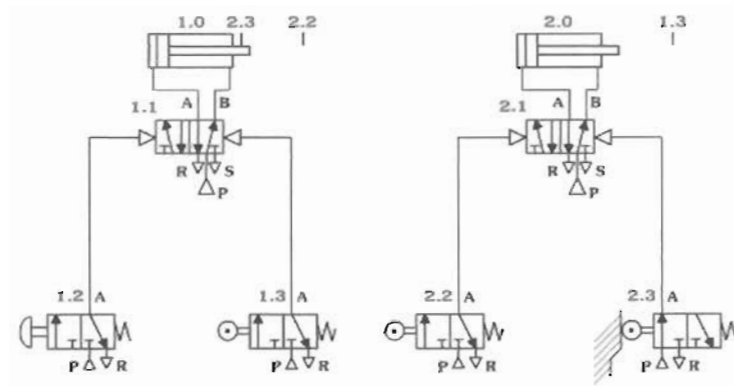
86. วงจรทำงานต่อเนื่อง แบบกึ่งอัตโนมัติ มีการทำงานอย่างไร

- ก. อาศัยกลไกภายนอกเป็นตัวสั่งการเริ่มต้นการทำงาน
- ข. วงจรจะหยุดทำงานทันทีเมื่อครบ 1 รอบ
- ค. วงจรจะทำงานไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะมีการสั่งหยุดการทำงาน
- ง. ไม่มีข้อถูก

87. การออกแบบวงจรต่อเนื่องแบบผสม หมายถึง

- ก. วงจรที่มีการติดตั้งวาล์วควบคุมแบบผสม เช่นวาล์วหน่วงเวลามาใช้กับวงจร
- ข. วงจรที่รวมระบบต่อเนื่องแบบกึ่งอัตโนมัติ และแบบอัตโนมัติไว้ในวงจรเดียวกัน
- ค. วงจรที่มีอุปกรณ์ทำงาน 2 ชุดขึ้นไป โดยอุปกรณ์ทำงานแต่ละชุดเป็นคนละประเภทกัน
- ง. วงจรที่ออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาการเกิดสัญญาณลบล้างกันที่เมนวาล์ว

88. วงจรมีการทำงานเรียงลำดับกันอย่างไร



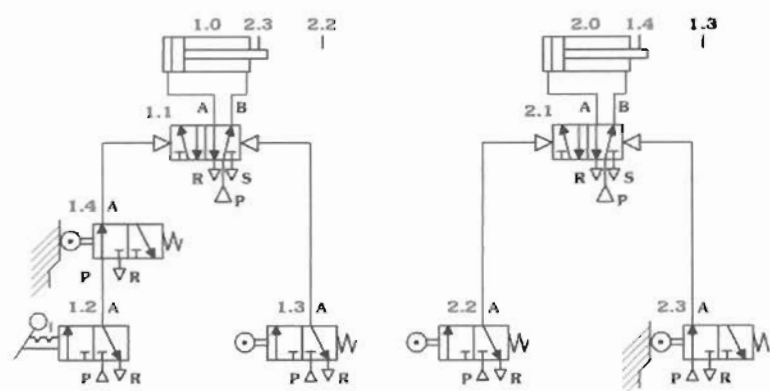
ก. 1+ 1- 2+ 2-

ค. 2+ 1+ 2- 1-

ข. 1+ 2+ 1- 2-

ง. 2+ 2- 1+ 1-

89. จากรูปวงจร วาล์วควบคุมตัวใดทำหน้าที่สั่งการให้กระบอกสูบ 2.0 เลื่อนเข้า



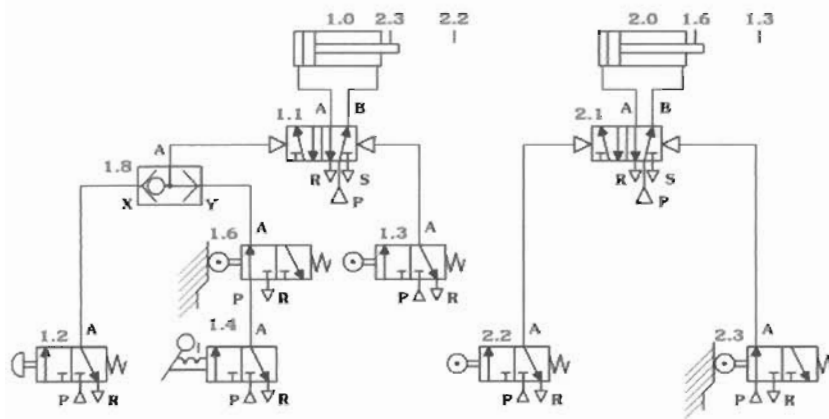
ก. วาล์ว 1.3

ค. วาล์ว 2.2

ข. วาล์ว 1.4

ง. วาล์ว 2.3

จากรูป วงจร จงตอบคำถามข้อ 90 - 91



90. วาล์วควบคุมตัวใดทำหน้าที่สั่งเริ่มการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ

- | | |
|--------------|--------------|
| ก. วาล์ว 1.2 | ค. วาล์ว 2.2 |
| ข. วาล์ว 1.4 | ง. วาล์ว 2.3 |

91. วาล์วควบคุมตัวใดทำหน้าที่สั่งเริ่มการทำงานแบบอัตโนมัติ

- | | |
|--------------|--------------|
| ก. วาล์ว 1.2 | ค. วาล์ว 2.2 |
| ข. วาล์ว 1.4 | ง. วาล์ว 2.3 |

92. ข้อใดเป็นขั้นตอนสุดท้าย ในการออกแบบวงจรทำงานแบบต่อเนื่อง

- เพิ่มเติมเงื่อนไขพิเศษเข้ากับวงจร
- ตรวจสอบการทำงานของวงจร
- เขียนไดอะแกรมควบคุมการทำงาน
- กำหนดหมายเลข และรหัสแทนอุปกรณ์ให้ครบถ้วน

93. การออกแบบวงจรควบคุมแบบต่อเนื่องจะพิจารณาจากสิ่งใด เพื่อประกอบการกำหนดกลไกในการบังคับเลื่อนวาล์วควบคุม

- ชนิดของกระบอกสูบ
- จำนวน และขนาดของเมนวาล์ว
- ไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Alphabetic Sequence
- ไดอะแกรมควบคุมการทำงานแบบ Step Motion Diagram

94. ไดอะแกรมข้อใดที่ ไม่ ทำให้เกิดสัญญาณลั้กันที่เมนวาล์ว

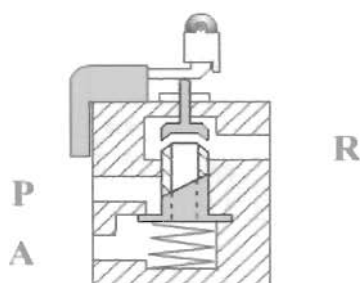
ก. 1+ 2+ 1- 2-

ค. 1+ 2+ 2- 1-

ข. 1+ 1- 2+ 2-

ง. 1+ 1- 2- 2+

จากรูปโครงสร้างของวาล์ว จงตอบคำถามข้อ 95 - 96



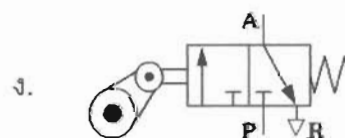
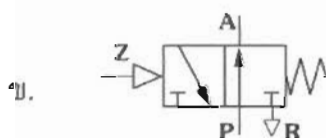
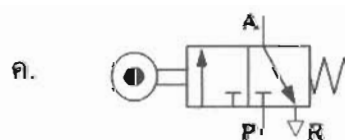
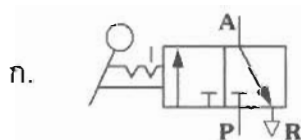
95. วาล์วมีการทำงานอย่างไร

- ก. ใช้กลไกภายนอกกด สามารถทำงานได้ทิศทางเดียว
- ข. ใช้มือดัน มีร่องล็อก โดยดันไปข้างหน้าได้ทางเดียว
- ค. ใช้กลไกภายนอกเปิดช่องทางลม เลื่อนตำแหน่งวาล์ว
- ง. ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าจำนวนชุดเดียวสั่งการเลื่อนวาล์ว

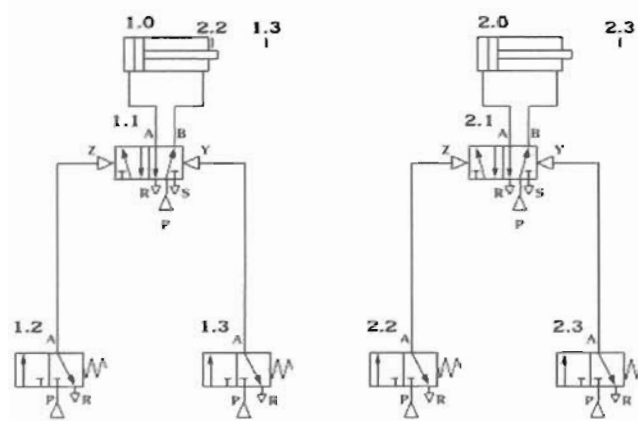
96. ในตำแหน่งปกติช่องทางลม (Port) มีการเชื่อมต่อกันอย่างไร

- ก. ลมอัดจากรู P ต่อถึงกันกับรู A ส่วนรู R ถูกปิดกั้น
- ข. ลมอัดจากรู P ต่อถึงกันกับรู R ส่วนรู A ถูกปิดกั้น
- ค. ลมอัดจากรู A ต่อถึงกันกับรู R ส่วนรู P ถูกปิดกั้น
- ง. ลมอัดจากรู P, A, R ถูกปิดกั้น ไม่สามารถเชื่อมต่อถึงกันได้

97. ข้อใดเป็นสัญลักษณ์ที่ถูกต้องของวาล์ว



98. จากรูปวงจร วาล์วในตำแหน่งใดที่ต้องเป็นโรเลอร์ทริป



ก. วาล์ว 1.2

ค. วาล์ว 2.2

ข. วาล์ว 1.3

ง. วาล์ว 2.3

99. คำว่า “ลมหลัก” ในวงจรแยกสัญญาณแบบ Cascade หมายถึง

ก. ลมที่ต่อจากกลุ่มลมไปสู่วาล์วส่งสัญญาณ

ค. ลมที่ต่อกับแหล่งจ่ายลมตลอดเวลา

ข. ลมที่ผ่านจากเมนวาล์วเข้าอุปกรณ์ทำงาน

ง. ลมที่ใช้ในการเปลี่ยนกลุ่มลม

100. การทำงานของชุดแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade 4 กลุ่มลม เมื่อกดปุ่มเริ่มทำงาน จะเป็นการสั่งการเปลี่ยนกลุ่มลมตรงกับข้อใด

ก. กลุ่มลมสุดท้าย เป็นกลุ่มลมที่ 1

ค. จังหวะเริ่มทำงานจะไม่มีการเปลี่ยนกลุ่มลม

ข. กลุ่มลมที่ 1 เป็นกลุ่มลมที่ 2

ง. ไม่มีข้อถูก ขึ้นอยู่กับลักษณะของวงจร

101. ข้อใดถูกต้อง ในการแบ่งกลุ่มลม สำหรับการออกแบบวงจรแยกสัญญาณ

ก. 1+ / 1- / 2+ / 2- / 3+ / 3-

ค. 1+ / 1- / 2+ / 2- / 3+ / 3-

ข. 1+ / 1- / 2+ / 2- / 3+ / 3-

ง. 1+ / 1- / 2+ / 2- / 3+ / 3-

102. การเขียนชุดแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade 4 กลุ่มลม จะมีวาล์วเปลี่ยนกลุ่มลม จำนวน กี่ตัว

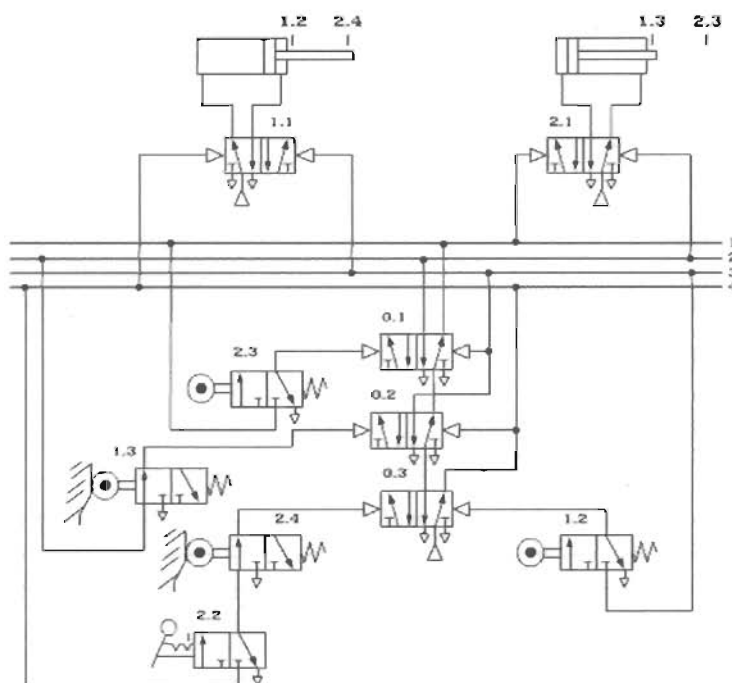
ก. 1 ตัว

ค. 3 ตัว

ข. 2 ตัว

ง. 4 ตัว

จากรูป วงจร จงตอบคำถามข้อ 103 - 104



103. วาล์ว 2.4 ทำหน้าที่อะไร

ก. เปลี่ยนกลุ่มลม จากกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ 4

ข. สั่งให้วงจรทำงานแบบอัตโนมัติ

ค. ควบคุมการเลื่อนออกของกระบอกสูบ 1.0

ง. ควบคุมการเลื่อนเข้าของกระบอกสูบ 2.0

104. วาล์วควบคุมตัวใดทำหน้าที่ส่งสัญญาณเปลี่ยนกลุ่มลมจากกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ 3

ก. วาล์ว 1.2

ค. วาล์ว 2.3

ข. วาล์ว 1.3

ง. วาล์ว 2.4

105. ความสำคัญข้อใด ที่กล่าวถึงการนำวงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Shift Register มาใช้ แทนระบบ Cascade

ก. ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านอุปกรณ์

ข. แก้ปัญหาการเกิดสัญญาณลมตกคร่อมในวงจร

ค. ง่ายต่อการตรวจสอบ และการบำรุงรักษา

ง. เหมาะในการติดตั้งกับเครื่องจักรขนาดใหญ่

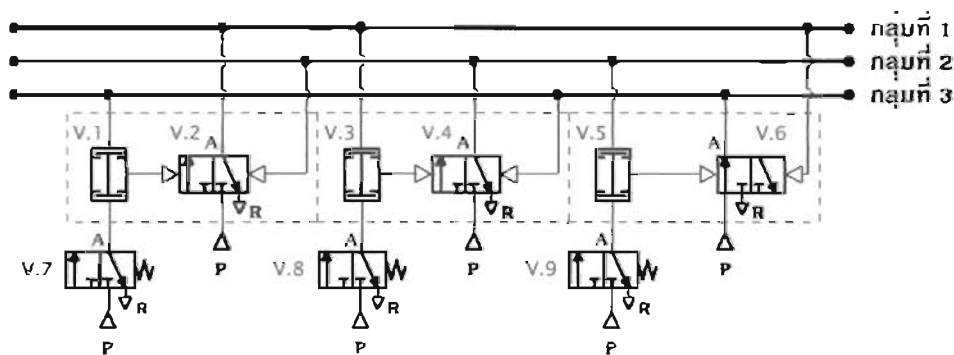
106. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหลักในการควบคุมวงจรแยกสัญญาณแบบ Shift Register

- ก. ยากในการตรวจสอบความผิดพลาดของวงจร
- ข. ใช้ลมอัดจากแหล่งเดียวกันทำให้เกิดแรงดันลมตกคร่อมได้
- ค. ไม่สามารถออกแบบวงจรน้อยกว่า 3 กลุ่มลมได้
- ง. ไม่สามารถดัดแปลงให้เป็นวงจรฉุกเฉิน เพื่อความปลอดภัย

107. ชุดซีพรีจิสเตอร์แต่ละชุด จะนำลมหลักจากจุดใดในการส่งผ่านวาล์วเพื่อเปลี่ยนกลุ่มลม

- ก. มาจากกลุ่มลมก่อนหน้า
- ข. มาจากกลุ่มลมถัดไป
- ค. มาจากวาล์วเปลี่ยนกลุ่มลม
- ง. มาจากแหล่งจ่ายลม

จากรูป วงจร จงตอบคำถามข้อ 108 - 109



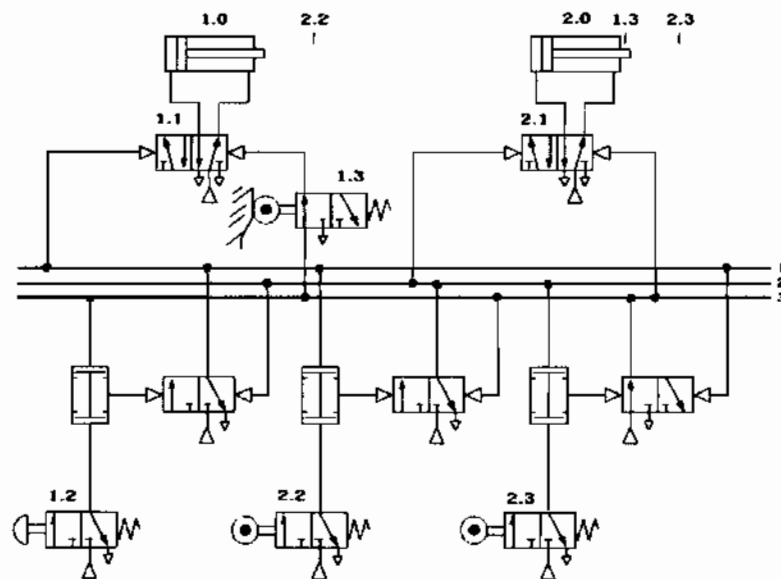
108. การเปลี่ยนกลุ่มลมจากกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ 2 ทำได้อย่างไร

- ก. เมื่อการบังคับเลื่อนตำแหน่งวาล์ว V.7
- ข. เมื่อการบังคับเลื่อนตำแหน่งวาล์ว V.8
- ค. เมื่อสัญญาณลมนำเข้าจากกลุ่มที่ 3 ไหลเข้าวาล์ว V.1
- ง. เมื่อสัญญาณลมนำเข้าจากกลุ่มที่ 1 ไหลเข้าวาล์ว V.3

109. สัญญาณลมนำเข้าจากกลุ่มที่ 3 ที่ไหลเข้าวาล์ว V.1 ต้องแทนด้วยรหัสอะไร

- ก. S_1
- ข. Z_1
- ค. Y_1
- ง. X_1

จากรูป วงจร จงตอบคำถามข้อ 110 - 111



110. วาล์วควบคุม 1.3 ทำงานอย่างไร

- ก. รับลมอัดจากกลุ่มที่ 1 ส่งสัญญาณให้ก้านสูบ 1.0 เลื่อนออก
- ข. รับลมอัดจากกลุ่มที่ 1 ส่งสัญญาณให้ก้านสูบ 1.0 เลื่อนเข้า
- ค. รับลมอัดจากกลุ่มที่ 3 ส่งสัญญาณให้ก้านสูบ 1.0 เลื่อนออก
- ง. รับลมอัดจากกลุ่มที่ 3 ส่งสัญญาณให้ก้านสูบ 1.0 เลื่อนเข้า

111. วงจรมีลำดับขั้นตอนการทำงานอย่างไร

- | | |
|----------------|----------------|
| ก. 1+ 2+ 2- 1- | ค. 2+ 2- 1+ 1- |
| ข. 1+ 1- 2+ 2- | ง. 2+ 1+ 1- 2- |

.....

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ตอบ
1	ข
2	ข
3	ก
4	ง
5	ค
6	ก
7	ข
8	ค
9	ข
10	ค
11	ง
12	ค
13	ข
14	ง
15	ง
16	ง
17	ข
18	ค
19	ข
20	ค
21	ง
22	ก
23	ก
24	ข
25	ก
26	ง
27	ก
28	ข

ข้อที่	ตอบ
29	ค
30	ข
31	ข
32	ค
33	ง
34	ข
35	ก
36	ง
37	ข
38	ค
39	ก
40	ค
41	ก
42	ก
43	ข
44	ข
45	ง
46	ค
47	ค
48	ค
49	ค
50	ก
51	ก
52	ค
53	ข
54	ค
55	ก
56	ข

ข้อที่	ตอบ
57	ค
58	ง
59	ค
60	ข
61	ง
62	ค
63	ก
64	ค
65	ค
66	ข
67	ข
68	ก
69	ข
70	ค
71	ข
72	ค
73	ค
74	ง
75	ค
76	ข
77	ข
78	ข
79	ง
80	ค
81	ก
82	ง
83	ก
84	ก

ข้อที่	ตอบ
85	ง
86	ข
87	ข
88	ข
89	ง
90	ก
91	ข
92	ข
93	ง
94	ก
95	ก
96	ค
97	ง
98	ค
99	ค
100	ก
101	ค
102	ค
103	ข
104	ข
105	ข
106	ค
107	ง
108	ข
109	ก
110	ง
111	ก

ภาคผนวก ค

- ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดลองกับผู้เรียนกลุ่มย่อย
- ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดลองกับผู้เรียนกลุ่มทดลอง
- ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ ค-1 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดลอง
กับผู้เรียนกลุ่มย่อย

เลขที่	คะแนนแบบฝึกหัด 128 ข้อ (128 คะแนน)	อัตราส่วน (X/A)	คะแนนแบบทดสอบ 111 ข้อ (111 คะแนน)	อัตราส่วน (X/B)
1	122	.953	98	.883
2	120	.938	94	.847
3	111	.867	89	.802
4	118	.922	89	.802
5	125	.977	93	.838
6	124	.969	101	.910
7	114	.891	86	.775
8	109	.852	91	.820
9	119	.930	97	.874
10	116	.906	98	.883
11	96	.750	88	.793
12	97	.758	75	.676
13	100	.781	84	.757
14	122	.953	102	.919
15	119	.930	96	.865
16	105	.820	88	.793
17	109	.852	79	.712
18	114	.891	92	.829
19	100	.781	84	.757
20	93	.727	77	.694
N = 20		$\Sigma(X/A) = 17.448$		$\Sigma(X/B) = 16.229$

ตารางที่ ค-1 เป็นข้อมูลทางสถิติ สำหรับการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ โดยทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มย่อย จำนวน 20 คน ใช้สูตร KW-CAI สูตรคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สมการที่ (3-7), (3-8) และ (3-9) มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบฝึกหัด 128 ข้อ (128 คะแนน)	อัตราส่วน (X/A)	คะแนนแบบทดสอบ 111 ข้อ (111 คะแนน)	อัตราส่วน (X/B)
31	96	.750	88	.793
32	113	.883	92	.829
N = 32		$\Sigma(X/A) = 26.978$		$\Sigma(X/B) = 25.727$

ตารางที่ ค-2 เป็นข้อมูลทางสถิติ สำหรับการหาประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ โดยทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 32 คน ใช้สูตร KW-CAI สูตรคำนวณหาประสิทธิภาพของพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

จากสูตร คำนวณหาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม

$$\bar{E}_a = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{A} \right)}{N}$$

คำนวณค่า $\bar{E}_a$

$$\bar{E}_a = \frac{26.978}{32}$$

$$\bar{E}_a = .843$$

จากสูตร คำนวณหาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม

$$\bar{E}_b = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{B} \right)}{N}$$

คำนวณค่า $\bar{E}_b$

$$\bar{E}_b = \frac{25.727}{32}$$

$$\bar{E}_b = .803$$

จากสูตร คำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (KW-CAI)

$$E\text{-CAI} = 50 (\bar{E}_a + \bar{E}_b)$$

แทนค่า $E\text{-CAI} = 50 \times (.843 + .803)$

ดังนั้น E-CAI มีค่าเท่ากับ 82.3 % #

สรุปว่า ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม ($\bar{E}_a$) มีค่าเท่ากับ .843 และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม ($\bar{E}_b$) มีค่าเท่ากับ .803 แสดงว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย ในการทดลองกับผู้เรียนกลุ่มทดลอง วิชาชีวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.3 เปอร์เซนต์ อยู่ในเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพพอใช้

.....

ตารางที่ ค-3 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	คะแนนแบบทดสอบ 111 ข้อ (111 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบ 111 ข้อ (111 คะแนน)
1	91	89
2	74	69
3	77	78
4	92	66
5	90	73
6	89	49
7	69	64
8	84	73
9	97	67
10	96	92
11	88	79
12	94	54
13	90	75
14	94	63
15	100	81
16	88	74
17	91	81
18	93	78
19	76	48
20	99	69
21	77	96
22	83	64
23	95	70
24	97	63
25	87	56
26	92	67
27	99	57
28	89	63
29	88	59
30	96	62

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

ลำดับที่	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	คะแนนแบบทดสอบ 111 ข้อ (111 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบ 111 ข้อ (111 คะแนน)
31	88	75
32	92	67
33	-	57
34	-	74
n	32	34
$\bar{X}$	89.219	69.176
Σx	2855	2352
$\Sigma(x^2)$	256555	166916
SD	7.695	11.299
s^2	59.209	127.665

ตารางที่ ค-3 เป็นข้อมูลทางสถิติ สำหรับการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test ทดสอบที่ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = .05$ สมการที่ (3-10) มีวิธีการคำนวณดังนี้

การทดสอบว่าวิธีการสอน 2 วิธีให้ผลแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ t-test

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$\alpha = .05$$

จากสูตร การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม (t-test)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad , \quad df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

$$\text{แทนค่า} \quad t = \frac{89.219 - 69.176}{\sqrt{\frac{59.209}{32} + \frac{127.665}{34}}}, df = \frac{\left(\frac{59.209}{32} + \frac{127.665}{34}\right)^2}{\frac{\left(\frac{59.209}{32}\right)^2}{32-1} + \frac{\left(\frac{127.665}{34}\right)^2}{34-1}}$$

ดังนั้น $t = 8.465$, $df = 58$ #

จากตาราง Critical Values of t ที่ $\alpha = .05$, $df = 58$ ได้ t ตาราง 1.671 เมื่อเปรียบเทียบค่า t จากการคำนวณ และค่า t จากการเปิดตาราง ผลปรากฏว่าค่า t คำนวณ มีค่ามากกว่า ค่า t ตาราง (t คำนวณ = 8.465 , t ตาราง = 1.671)

สรุปว่า ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่าการสอนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์สำหรับ นักศึกษาระดับ ปวส. สาขาวิชาช่างยนต์ ทั้ง 2 วิธีให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการแบบปกติ ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = .05$

ภาคผนวก ง

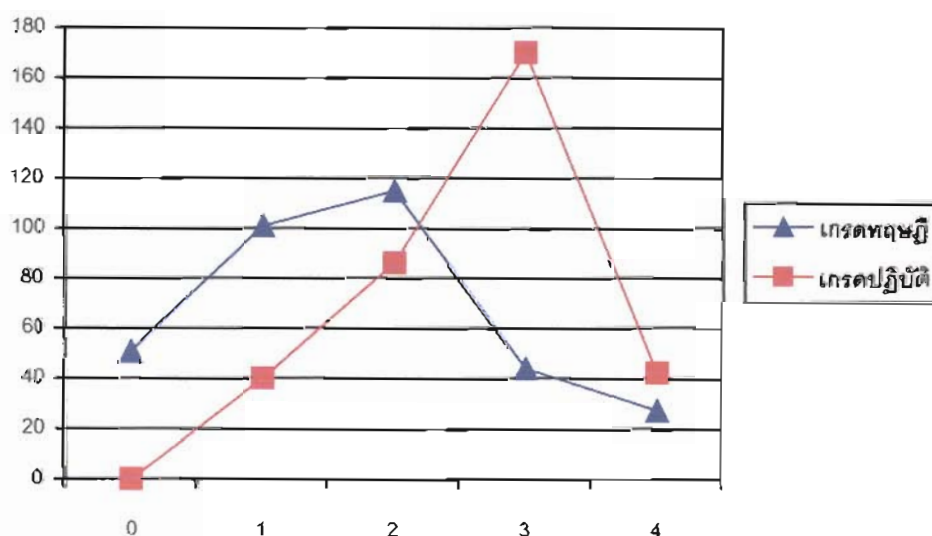
- ข้อมูลแสดงผลการเรียนรู้ของ นศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม สาขาวิชาช่างยนต์ ที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2545-2547
- ข้อมูลเกรดเฉลี่ยรวมปีการศึกษา 2548 ของ นศ.ระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียน วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
- ผังงาน (Flow Chart) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ตัวอย่างหน้าจอ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- การทดลองหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ กับนักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
- การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับผู้เรียนกลุ่มย่อย
- การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง
- การสอนในห้องเรียนปกติ และการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผู้เรียนกลุ่มควบคุม

ตารางที่ ง-1 แสดงข้อมูลผลการเรียนของ นศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียน
วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2545 สาขาวิชาช่างยนต์

เกรด		ห้องที่									ผลรวม
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4	ท.	3	2	1	7	3	2	1	5	3	$\Sigma 4a = 27$
	ป.	3	6	5	5	8	1	5	8	1	$\Sigma 4b = 42$
3	ท.	8	6	5	5	3	1	6	8	2	$\Sigma 3a = 44$
	ป.	26	16	20	26	19	18	17	22	6	$\Sigma 3b = 170$
2	ท.	15	9	18	16	17	8	10	19	3	$\Sigma 2a = 115$
	ป.	5	9	19	10	9	10	8	10	6	$\Sigma 2b = 86$
1	ท.	8	14	18	12	11	18	8	7	5	$\Sigma 1a = 101$
	ป.	0	9	1	1	5	6	3	1	14	$\Sigma 1b = 40$
0	ท.	0	9	3	2	7	6	8	2	14	$\Sigma 0a = 51$
	ป.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\Sigma 0b = 0$

เมื่อ ΣXa คือ ผลรวมของระดับผลการเรียน ส่วนทฤษฎีในแกรदनั้น ๆ ของ นศ.ทั้งหมด

ΣXb คือ ผลรวมของระดับผลการเรียน ส่วนปฏิบัติในแกรदनั้น ๆ ของ นศ.ทั้งหมด

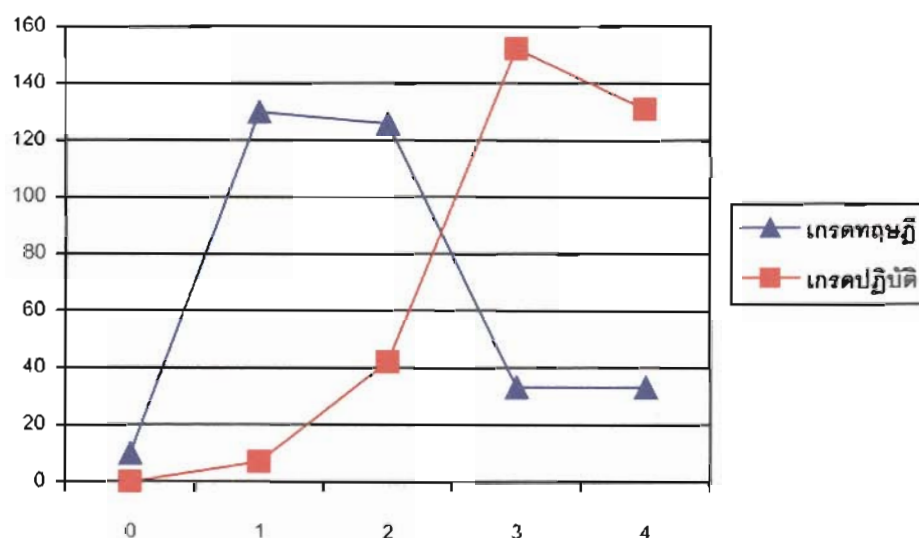


ภาพที่ ง-1 แสดงกราฟเส้น เปรียบเทียบผลการเรียน ในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติ ของนศ. โรงเรียน
เทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2545

ตารางที่ ง-2 แสดงข้อมูลผลการเรียนของ นศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียน
วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2546 สาขาวิชาช่างยนต์

เกรด		ห้องที่											ผลรวม
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
4	ท.	4	0	4	3	6	3	8	2	1	2	0	$\Sigma 4a = 33$
	ป.	25	16	7	3	17	10	24	17	5	6	1	$\Sigma 4b = 131$
3	ท.	6	1	0	3	3	7	5	4	2	2	0	$\Sigma 3a = 33$
	ป.	14	19	10	25	22	25	5	10	7	13	2	$\Sigma 3b = 152$
2	ท.	16	10	10	16	14	24	14	7	4	10	1	$\Sigma 2a = 126$
	ป.	2	1	1	9	1	3	4	3	6	11	1	$\Sigma 2b = 42$
1	ท.	15	22	3	15	17	4	6	15	11	18	4	$\Sigma 1a = 130$
	ป.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	3	$\Sigma 1b = 7$
0	ท.	0	3	2	1	0	0	0	2	0	0	2	$\Sigma 0a = 10$
	ป.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$\Sigma 0b = 0$

เมื่อ ΣXa คือ ผลรวมของระดับผลการเรียน ส่วนทฤษฎีในเกรดนั้น ๆ ของ นศ.ทั้งหมด
 ΣXb คือ ผลรวมของระดับผลการเรียน ส่วนปฏิบัติในเกรดนั้น ๆ ของ นศ.ทั้งหมด

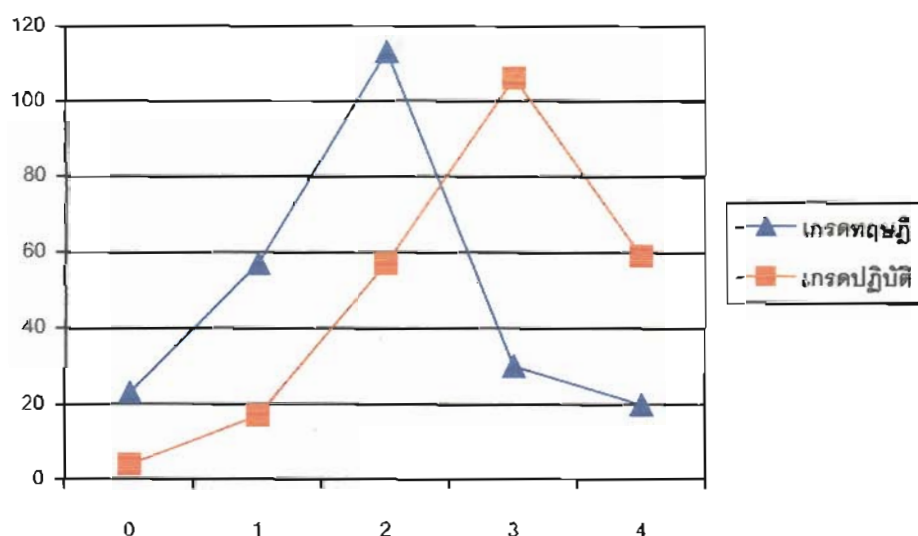


ภาพที่ ง-2 แสดงกราฟเส้น เปรียบเทียบผลการเรียน ในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติ ของนศ. โรงเรียน
เทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2546

ตารางที่ ง-3 แสดงข้อมูลผลการเรียนของ นศ. โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียน
วิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2547 สาขาวิชาช่างยนต์

เกรด		ห้องที่								ผลรวม
		1	2	3	4	5	6	7	8	
4	ท.	2	2	2	2	3	5	2	2	$\Sigma 4a = 20$
	ป.	7	6	7	8	6	11	6	8	$\Sigma 4b = 59$
3	ท.	1	3	1	7	2	4	1	11	$\Sigma 3a = 30$
	ป.	12	7	17	19	6	10	13	22	$\Sigma 3b = 106$
2	ท.	21	6	14	20	8	10	12	22	$\Sigma 2a = 113$
	ป.	8	4	9	4	7	11	5	9	$\Sigma 2b = 57$
1	ท.	3	7	11	4	7	16	6	3	$\Sigma 1a = 57$
	ป.	3	5	1	3	1	3	0	1	$\Sigma 1b = 17$
0	ท.	3	7	6	2	0	0	3	2	$\Sigma 0a = 23$
	ป.	0	3	0	1	0	0	0	0	$\Sigma 0b = 4$

เมื่อ ΣXa คือ ผลรวมของระดับผลการเรียน ส่วนทฤษฎีในเกรดนั้น ๆ ของ นศ.ทั้งหมด
 ΣXb คือ ผลรวมของระดับผลการเรียน ส่วนปฏิบัติในเกรดนั้น ๆ ของ นศ.ทั้งหมด



ภาพที่ ง-3 แสดงกราฟเส้น เปรียบเทียบผลการเรียน ในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติ ของนศ. โรงเรียน
เทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียนวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ปีการศึกษา 2547

ตารางที่ ง-4 แสดงข้อมูลเกรดเฉลี่ยรวม ปีการศึกษา 2548 ของ นศ. ระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2
สาขาวิชาช่างยนต์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม ที่ลงทะเบียน วิชานิวแมติกส์และ
ไฮดรอลิกส์

ห้องที่ ลำดับที่	รอบเช้า					รอบค่ำ	
	1	2	3	4	5	13	14
1	2.58	3.7	3.07	2.73	2.9	2.68	3.02
2	2.07	2.87	2.88	3.69	3.41	3.02	2.6
3	2.6	2.98	3.16	3.22	3.34	2.7	1.66
4	3.06	2.83	2.59	3.01	3.42	3.09	1.69
5	2.71	1.74	2.9	1.83	2.95	3.45	2.25
6	3.37	3.0	3.05	2.13	3.16	2.22	1.75
7	3.3	3.65	3.01	3.0	2.73	2.4	2.34
8	3.24	3.01	2.76	3.12	3.93	2.5	2.91
9	3.48	2.99	2.5	2.32	3.52	2.79	2.83
10	2.38	2.96	3.24	2.0	3.59	2.41	2.79
11	3.35	3.22	2.69	3.15	3.05	1.9	2.72
12	2.61	3.58	3.13	2.87	3.23	1.92	2.6
13	2.56	2.93	2.6	2.93	3.21	2.33	2.8
14	2.02	2.75	3.41	2.85	3.6	2.91	2.69
15	2.82	2.95	3.14	2.73	3.51	2.6	2.19
16	2.3	3.12	3.64	2.01	2.8	2.93	2.41
17	3.1	2.65	2.89	3.52	3.4	2.7	2.43
18	2.62	3.65	2.71	2.81	2.61	2.62	2.18
19	2.55	3.18	2.53	2.53	3.31	2.46	2.5
20	3.35	2.68	2.88	2.66	3.21	2.27	2.8
21	2.49	2.73	3.41	3.06	2.13	2.98	2.9
22	2.88	2.48	2.98	2.42	3.4	3.19	2.94
23	2.76	2.27	3.3	3.12	3.89	2.29	2.81
24	3.56	2.5	3.25	3.39	3.37	2.18	2.34
25	2.49	2.54	3.64	2.84	3.45	3.75	2.89
26	2.68	2.12	2.6	2.79	2.54	2.7	2.84
27	2.84	2.79	2.97	2.73	3.56	3.18	2.63
28	2.81	2.46	2.9	2.69	2.81	2.84	2.21
29	2.61	2.48	2.4	2.66	1.86	3.66	1.99
30	2.59	3.15	3.23	2.57	3.5	2.32	2.47
31	2.56	2.15	2.02	2.1	2.73	2.49	2.6

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ห้องที่ ลำดับที่	รอบเช้า					รอบค่ำ	
	1	2	3	4	5	13	14
29	2.61	2.48	2.4	2.66	1.86	3.66	1.99
30	2.59	3.15	3.23	2.57	3.5	2.32	2.47
31	2.56	2.15	2.02	2.1	2.73	2.49	2.6
32	3.3	2.18	2.87	2.54	2.76	3.35	2.77
33	2.77		2.57		3.46	2.74	2.4
34	3.0		3.06		3.1	1.93	2.45
35	2.87		3.19		2.69	1.52	2.09
36	3.7				3.35	1.67	1.73
37	2.42				3.62	3.53	2.04
38	2.24				3.37	3.14	2.6
39					2.57	2.76	2.73
40						2.42	1.5
41						2.8	
42						1.55	
43						2.74	
44						1.95	
จำนวนผู้เรียนตามรายชื่อ (n)	38	32	35	32	39	44	40
จำนวนผู้เรียนที่ใช้เก็บข้อมูล	32	20	34	-	-	-	-
ผลรวมเกรดเฉลี่ย ($\sum X$)	106.64	90.29	103.17	88.02	123.04	115.58	98.09
เกรดเฉลี่ยรวมทั้งหมด ($\bar{X}$)	2.80	2.82	2.94	2.75	3.15	2.63	2.45
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	.413	.468	.353	.441	.452	.535	.401

จากตารางแสดงข้อมูลเกรดเฉลี่ยรวม ปีการศึกษาที่ 2548 ของนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างยนต์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม มีจำนวนนักศึกษา รวม 7 ห้อง แบ่งเป็นนักศึกษารอบเช้า จำนวน 5 ห้อง และนักศึกษารอบค่ำ จำนวน 2 ห้อง โดยมีนักศึกษาที่ลงทะเบียน วิชาวิชานิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ในภาคเรียนที่ 1/2549 จำนวนทั้งสิ้น 260 คน ผลการวิเคราะห์ให้นักศึกษาแต่ละห้อง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ห้องที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง มีจำนวนผู้เรียนตามใบรายชื่อ 38 คน มีผู้เรียนที่มีเวลาเรียนไม่ถึง 80% ของเวลาเรียนทั้งหมด จำนวน 6 คน ทำให้ได้ผู้เรียนที่ใช้เก็บข้อมูลจำนวน 32 คน มีระดับผลการเรียนรวมทั้งหมด ($\bar{X}$) เท่ากับ 2.80 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .413

ห้องที่ 2 เป็นกลุ่มย่อย มีจำนวนผู้เรียนตามใบรายชื่อ 32 คน มีผู้เรียนที่มีเวลาเรียนไม่ถึง 80% ของเวลาเรียนทั้งหมด จำนวน 12 คน ทำให้ได้ผู้เรียนที่ใช้เก็บข้อมูลจำนวน 20 คน มีระดับผลการเรียนรวมทั้งหมด ($\bar{X}$) เท่ากับ 2.82 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .468

ห้องที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม มีจำนวนผู้เรียนตามใบรายชื่อ 35 คน มีผู้เรียนที่มีเวลาเรียนไม่ถึง 80% ของเวลาเรียนทั้งหมดจำนวน 1 คน ทำให้ได้ผู้เรียนที่ใช้เก็บข้อมูล จำนวน 34 คน มีระดับผลการเรียนรวมทั้งหมด ($\bar{X}$) เท่ากับ 2.94 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .353

ห้องที่ 4 มีจำนวนผู้เรียนตามใบรายชื่อ 32 คน มีระดับผลการเรียนรวมทั้งหมด ($\bar{X}$) เท่ากับ 2.75 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .441

ห้องที่ 5 มีจำนวนผู้เรียนตามใบรายชื่อ 39 คน มีระดับผลการเรียนรวมทั้งหมด ($\bar{X}$) เท่ากับ 3.15 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .452

ห้องที่ 13 เป็นนศ.รอบค่า มีจำนวนผู้เรียนตามใบรายชื่อ 44 คน มีระดับผลการเรียนรวมทั้งหมด ($\bar{X}$) เท่ากับ 2.63 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .535

ห้องที่ 14 เป็นนศ.รอบค่า มีจำนวนผู้เรียนตามใบรายชื่อ 40 คน มีระดับผลการเรียนรวมทั้งหมด ($\bar{X}$) เท่ากับ 2.45 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .401

การวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ ง-4 ใช้สูตรคำนวณหาค่าคะแนนเฉลี่ย (ส่วน และอังคณา, 2538:73) สมการที่ (3-5) ในการวิเคราะห์เกรดเฉลี่ยรวมทั้งหมดของนักศึกษาแต่ละห้อง และใช้สูตรคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ส่วน และอังคณา, 2538:79) สมการที่ (3-6) เพื่อพิจารณาการกระจายของข้อมูล ซึ่งมีตัวอย่างการคำนวณดังนี้

ตัวอย่าง จากข้อมูลนักศึกษาห้อง 1 มีจำนวนผู้เรียนตามรายชื่อ 38 คน ได้ผลรวมของเกรดเฉลี่ยทั้งห้อง $\sum X$ เท่ากับ 106.64

จากสูตร คำนวณหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean)

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

$$\text{เมื่อ } N = 38, \sum X = 106.64$$

$$\text{แทนค่า} \quad \bar{X} = \frac{106.64}{38}$$

$$\text{ดังนั้น } \bar{X} \text{ มีค่าเท่ากับ } 2.80 \#$$

จากสูตร คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ $N = 38$, $\sum X = 106.64$, $\sum X^2 = 305.6$

แทนค่า

$$SD = \sqrt{\frac{38 \times 305.6 - (106.64)^2}{38(38-1)}}$$

ดังนั้น SD มีค่าเท่ากับ .413 #

สรุปว่า นักศึกษาห้องที่ 1 มีจำนวนผู้เรียนตามใบรายชื่อ 38 คน มีระดับผลการเรียนรวมทั้งหมด ($\bar{X}$) 2.80 ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) .413

.....

C
A
I



KMITNB

สาขาวิชา : เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา
ภาควิชา : วิศวกรรมเทคโนโลยี
คณะ : บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Start

Pneumatics & Hydraulics



ลงทะเบียน

Registry

CAI

นิวแมติกส์

Pneumatic



โปรดกรอกรายละเอียดให้ครบถ้วน

ชื่อ :

นามสกุล :

รหัสประจำตัว :

* กรอกข้อมูลของท่าน ลงช่องรับข้อมูลแล้วกด Enter *

Result

ยินดีต้อนรับคุณ

ชื่อ ภาคภูมิ ไพฑูริย์
รหัส 1234

กรุณายืนยัน หรือ แก้ไขข้อมูล
ของคุณ

☐ ยืนยันข้อมูล
 ☐ แก้ไขข้อมูล



Pneumatics & Hydraulics
KMITNB

Computer-Aided Instruction

หน้าหลัก

เข้าสู่ระบบ

ลงทะเบียน

ประวัติการเข้าเรียน

เกี่ยวกับเรา

▶

▶

▶

▶

▶

About
▶

เลือกบทเรียนที่ต้องการ

LESSON 1	ความรู้เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์	กฎเบื้องต้นของสมอิต	LESSON 2
LESSON 3	การผลิต และ การเตรียมสมอิตในระบบนิวแมติกส์	การปรับปรุงคุณภาพสมอิต	LESSON 4
LESSON 5	อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์	การควบคุมแบบเปิดและปิด (1)	LESSON 6
LESSON 7	วาล์วควบคุม	การควบคุมแบบเปิดและปิด (2)	LESSON 8
LESSON 9	วาล์วควบคุม	การควบคุมแบบเปิดและปิด (3)	LESSON 10
LESSON 11	หลักการเขียน และ ออกแบบวงจรนิวแมติกส์	การควบคุมแบบเปิดและปิด (4)	LESSON 12
LESSON 13	การควบคุมแบบต่อเนื่อง	การแก้ปัญหาการเกิดสัญญาณสมอิตที่เกินกว่า 1	LESSON 14
LESSON 15	วงจรแยกสัญญาณ CASCADE	วงจรแยกสัญญาณ SHIFT REGISTER	LESSON 16

PNEUMATIC AND HYDRAULIC

Pneumatics Hydraulics

LESSON 1

เลือกหัวข้อที่ต้องการ

ความรู้เบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์

- วัตถุประสงค์
- เข้าสู่บทเรียน
- แบบฝึกหัดท้ายบท



King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok

CAI Pneumatic

LESSON 15

รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนนี้จบแล้ว นศ.ควรจะมีผลความสามารถดังนี้

1. บอกความสำคัญที่ต้องมีการแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade ในวงจรนิวแมติกส์ได้
2. บอกความหมายของส่วนประกอบในชุดแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade ได้
3. กำหนดหมายเลขแทนอุปกรณ์ ในชุดแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade ได้
4. กำหนดรหัส และบอกความหมายของทิศทางส่งสัญญาณ ในชุดแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade ได้
5. อธิบายหลักการเปลี่ยนกลุ่มลม ในชุดแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade 2 กลุ่มลม และ 3 กลุ่มลมได้
6. แบ่งกลุ่มลม เพื่อใช้ในการออกแบบวงจรแยกสัญญาณควบคุมได้
7. บอกวิธีการเขียนชุดแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade 2 กลุ่มลม และ 3 กลุ่มลมได้
8. ใ้วงจรการทำงานตามสัญลักษณ์ของวงจรแยกสัญญาณควบคุมแบบ Cascade ได้

P
N
E
U
M
A
T
I
C



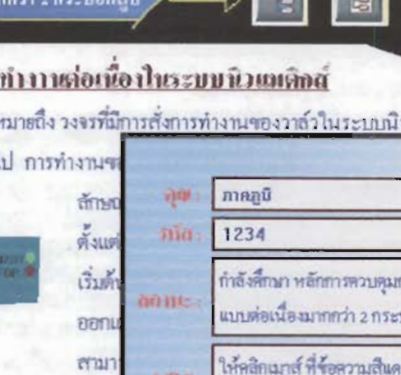
การควบคุมแบบต่อเนื่อง

เรื่อง : หลักการควบคุมการทำงานของระบบต่อเองมากกว่า 2 กระบอกสูบ

ความหมายและลักษณะของวงจรทำงานต่อเนื่องเป็นระบบนิวแมติกส์

วงจรทำงานต่อเนื่องในระบบนิวแมติกส์ หมายถึง วงจรที่มีการทำงานของวาล์วในระบบนิวแมติกส์ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานมากกว่า 1 ชุดขึ้นไป การทำงานตามลำดับ





BACK

FORWARD

PNEUMATICS & HYDRAULICS

12:26:07

การให้หมายเลขแทนชื่ออุปกรณ์ วงจรที่ 4

คำสำคัญ : จากวงจรที่แสดง จึงให้หมายเลขแทนชื่ออุปกรณ์แต่ละตัว โดยการคลิกที่หมายเลขด้านล่าง แล้วลากมาวางบนพื้นที่ว่างของอุปกรณ์แต่ละตัว ให้ถูกต้อง และถ้าต้องการออกจากบทเรียนนี้ หรือต้องการเลือกวงจรอื่น ให้คลิกปุ่มที่เครื่องหมายกากบาททางด้านบน


ถูกต้อง



1.8

0.2

1.01

1.02

1.1

1.2

1.3

1.4

1.5

1.6

1.7

1.9

1.10

2.0

2.01

2.02

2.1

2.2

2.3

2.4

2.5

2.6

BACK
FORWARD

PNEUMATICS & HYDRAULICS
8:31:14 PM

การผลิต และ การเตรียมลมอัดในระบบนิวเมติกส์

เรื่อง : เครื่องอัดอากาศ

การควบคุมเครื่องอัดอากาศ ในงานนิวเมติกส์

เครื่องอัดอากาศจะทำงานและหยุดการทำงานในจังหวะที่เหมาะสมได้ คือการควบคุมของชุด Relay หรือ Magnetic Contactor ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมให้เครื่องอัดอากาศทำงานผลิตลมอัดให้มีความเพียงพอความต้องการ และหยุดทำงานเมื่ออากาศที่ผลิตนั้นมีปริมาณที่มากเกินไปความต้องการของระบบ ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ลมอัดดันตรงจากกระบอกของถังอัดตัวส่วนนี้หรือ Pressure -

ขอทราบผลจากโปรแกรม

สูงกว่าที่ตั้งไว้ตาม แต่หา ไม่มีการควบคุมเครื่องอัดอากาศแล้วจะทำให้เครื่องอัดอากาศต้องทำงานหนัก(ทำงานตลอดเวลา)ซึ่งส่งผลให้เกิดการสึกหรอ, ชำรุดเสียหาย และอายุการใช้งานของเครื่องอัดอากาศสั้นลง

การทำงานของวงจรควบคุมเครื่องอัดอากาศ

Relay หรือ Magnetic Contactor

Lesson 3

Computer-Aided Instruction

PNEUMATICS & HYDRAULICS

8:46:38 PM

แบบฝึกหัด

ความรู้เบื้องต้นในระบบนิวแมติกส์

POST TEST

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อสอบมีจำนวนทั้งหมด 8 ข้อ ให้ทำทุกข้อ

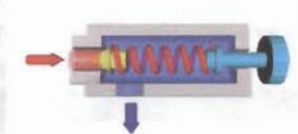
ดำเนินการต่อ

LESSON 1

LESSON 10
 10 วาล์วควบคุมลมอัด และวาล์วควบคุมแบบผสม

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

จากการทำงานตามรูป คือวาล์วอะไร



ก วาล์วลดความดัน

ข วาล์วเพิ่มความดัน

ค วาล์วระบายความดัน

ง วาล์วส่งผ่านความดัน

คณะแผนของคุณ ... ภาคภูมิ

6

ระดับคะแนน

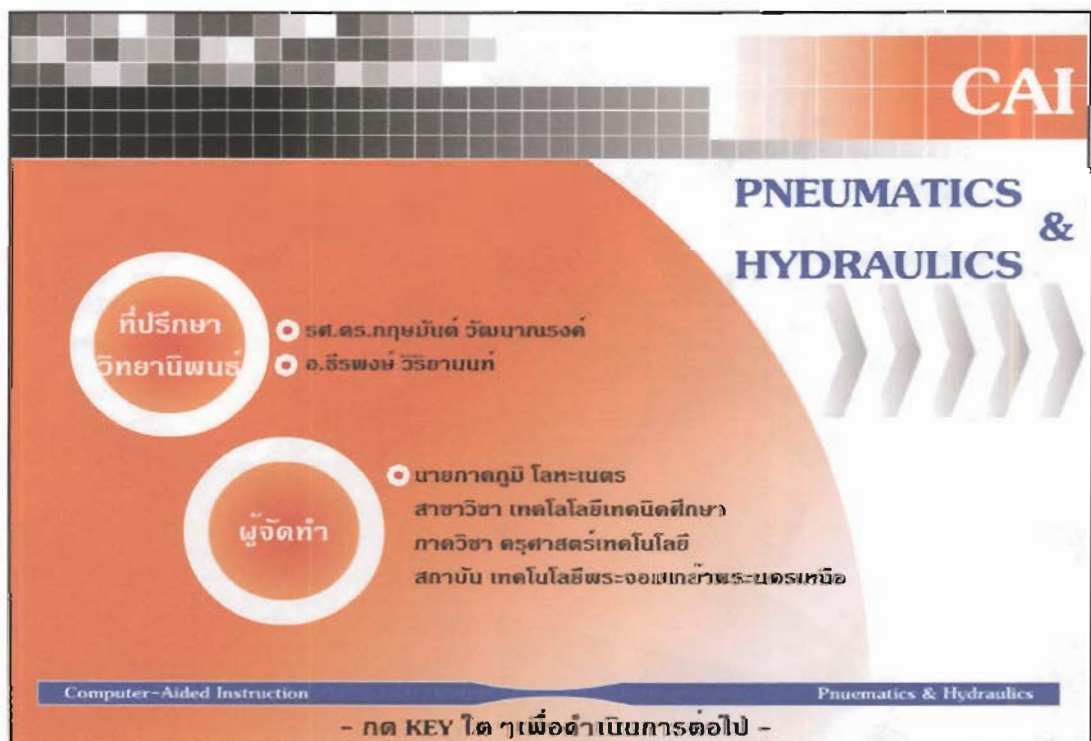
7 - 8 คะแนนของคุณเกินกว่า ๓๐ Next เพื่อศึกษามารยาทเรียบร้อยต่อไป

5 - 6 คะแนนของคุณผ่านเกณฑ์ ๓๐ Next เพื่อเลือกศึกษามารยาทเรียบร้อยต่อไป หรือ เข้าสู่มารยาทเรียบร้อยต่อไป

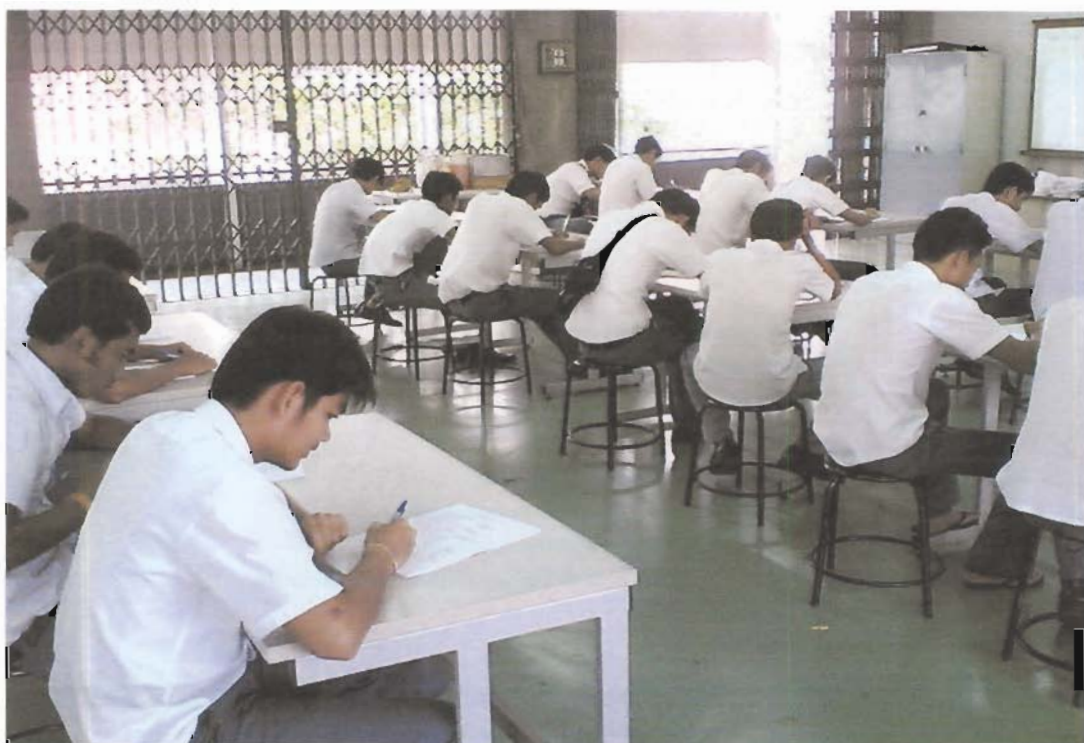
0 - 4 คะแนนของคุณไม่ผ่านเกณฑ์ ๓๐ Next เพื่อกลับไปทำความเข้าใจมารยาทเรียบร้อยอีกครั้ง



Pneumatic and hydraulic



ภาพที่ ง-5 แสดงตัวอย่างหน้าจอ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ ง-6 แสดงการทดลองหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ



ภาพที่ ง-7 แสดงการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มย่อย



ภาพที่ ง-8 แสดงการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มย่อย



ภาพที่ ง-9 แสดงการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง



ภาพที่ ง-10 แสดงการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง



ภาพที่ ง-11 แสดงการสอนในห้องเรียนปกติ กับผู้เรียนกลุ่มควบคุม



ภาพที่ ง-12 แสดงการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับผู้เรียนกลุ่มควบคุม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายภาคภูมิ โลหะเนตร
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีวแมดิกส์ และไฮดรอลิกส์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
สาขาวิชา : เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2517 ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 104/37 ด.บางกระสอ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติการทำงาน ปี พ.ศ. 2541 ทำงานในตำแหน่งอาจารย์ประจำวิชา สาขาวิชาช่างยนต์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม และปี พ.ศ. 2548-ปัจจุบัน ทำงานในตำแหน่งอาจารย์ ประจำวิชา สาขาเทคโนโลยียานยนต์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม