

ปริญญานิพนธ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE
INSTRUMENTATION



ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

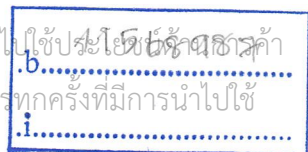
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

59467

ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5 ส.ย. 2549

รชพ.
ว156 ข
2547
รชพ.
ว156 ข
2547
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วันเดือนปี.....



ปริญญานิพนธ์

เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

Computer Assisted Instruction On Pressure Instrumentation

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการใช้ระบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เพื่อออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน
3. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน
4. เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน
5. เพื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดันไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักการใช้ระบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ได้รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน
3. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน
4. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดันที่มีคุณภาพ
5. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดันที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน
นักศึกษา	นายพงศ์เทพ เลียงผา นายมนตรี เเสนี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อำพล ทองระอา
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องมือวัดความดัน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ได้ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม FLASH MX ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถเข้าไปจัดการแก้ไข ได้ง่ายตลอดจนโปรแกรมนี้ยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีผลตอบสนองต่อผู้เรียน ทั้งภาพ สี และช่วยกระตุ้นให้บทเรียนมีความน่าสนใจทั้งในส่วนของเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ อีกทั้งผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.56$) และด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.46$)

II

Thesis Title	Computer Assisted Instruction on Pressure Instrumentation
Students	Mr. Pongthep Leangpha Mr. Montree Sen-e
Advisor	Mr. Surapong Siripongdee
Co - Advisor	Mr. Amphol Thongra-ar
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Industrial Instrument Technology
Academic Year	2004

ABSTRACT

This thesis presents Computer Assisted Instruction on Pressure Instrumentation Lesson in Faculty of Industrial Education. This Lesson Assisted Instructed by FLASH MX Programs. That is easy to manage and fixes, through this Programs can be create animation Pictures.

So, the Computer Assisted Instruction on Pressure Instrumentation Lesson responses to learners with picture, colure which simulates lesson are interesting. The content and product techniques liaison are evaluated by the experts. The contents of results are at good level ($\bar{X} = 4.56$) and the liaison product at good level too ($\bar{X} = 4.46$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ถูกล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี อาจารย์อำพล ทองระอา รวมทั้งอาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่านให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวคิดความรู้ต่างๆ แนวทางแก้ปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบคุณห้องสมุด ครุศาสตร์อุตสาหกรรม และห้องสมุดวิศวกรรมศาสตร์ ที่อำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูลสุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา มารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้าน การศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ขอคุณอำนาจพระศรีรัตนตรัยและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลาย ช่วยดลบันดาลให้ทุกท่านที่กล่าว มาแล้วนั้นมีสุขภาพพลานามัยที่สมบูรณ์แข็งแรงปราศจากโรคภัย ประสบความสำเร็จ มีความสุข ความเจริญในหน้าที่การงานทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ชี้ความสามารถของโครงการ	3
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	7
2.1 ชุดการสอน	7
2.1.1 ประเภทของชุดการสอน	7
2.1.2 แนวคิดการผลิตชุดการสอน	7
2.2 หลักสูตรวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 03332309	8
2.2.1 จุดประสงค์รายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 03332309	8
2.2.2 คำอธิบายรายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 03332309	9
2.2.3 การแบ่งหน่วยการเรียนรู้การสอน	9
2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	12
2.3.1 ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	12
2.3.2 วิธีการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
2.3.3 ชนิดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
2.3.4 เทคนิคการออกแบบบทเรียนแบบ Tutorial	14
2.3.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15
2.3.6 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.7 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์	19
2.4 การสอนรายบุคคล	19
2.4.1 ความหมายของการสอนรายบุคคล	20
2.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	21
2.5.1 วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	23
2.6 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	25
2.7 การหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	27
2.7.1 วิธีตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	27
2.7.2 การหาความเที่ยงตรง	28
2.8 รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	30
2.8.1 ความดันและหน่วยวัดความดัน	30
2.8.2 มาโนมิเตอร์	35
2.8.3 บอร์ดอง	39
2.8.4 เบลโลว์และไดอะเฟรม	44
2.9 การสร้างข้อสอบแบบถูก-ผิด (True-False)	50
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	51
3.1 การออกแบบ	51
3.1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา (Course Analysis)	51
3.1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของเนื้อหา (Tutorial Objective)	52
3.1.3 การสร้างสตอรี่บอร์ดของบทเรียน	55
3.1.4 การสร้างบทเรียน (Courseware Construction)	61
3.2 วิธีการสร้างบทเรียน	62
3.3 การเขียนโปรแกรม	63
3.3.1 การทำงานของTool Box	64
3.3.2 ขั้นตอนการสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน	74
3.4.1 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน	75
3.4.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน	76
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	80
4.1 วิธีการดำเนินการทดลอง	80
4.2 วิธีการใช้งานโปรแกรมของบทเรียน	80
4.3 คุณภาพของบทเรียน	87
4.3.1 การหาคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา	87
4.3.2 การหาคุณภาพของบทเรียนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	87
4.3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียน	90
บทที่ 5 บทสรุป	92
5.1 สรุป	92
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	93
5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ	94
5.4 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	94
5.3 ข้อเสนอแนะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	94
บรรณานุกรม	95
ภาคผนวก ก แผนผังการทำงานของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เครื่องมือวัดความดัน	96
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เครื่องมือวัดความดัน	99
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เครื่องมือวัดความดัน	111
ภาคผนวก ง รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก จ การหาคุณภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เครื่องมือวัดความดัน	120
ประวัติผู้แต่ง	133



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัส 03332309	9
2.1 (ต่อ) แผนการสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัส 03332309	10
2.1 (ต่อ) แผนการสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัส 03332309	11
2.2 สรุปวิธีการหาความเที่ยงตรงของเครื่องมือ	28
2.2 (ต่อ) สรุปวิธีการหาความเที่ยงตรงของเครื่องมือ	29
3.1 ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	55
3.1 (ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	56
3.1 (ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	57
3.1 (ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	58
3.1 (ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	59
3.1 (ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	60
3.1 (ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	61
3.2 แบบฟอร์มการประเมินเพื่อหาคุณภาพทางด้านเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	76
3.3 แบบฟอร์มการประเมินเพื่อหาคุณภาพทางด้านผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	78
4.1 คะแนนจากการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหา	88
4.2 คะแนนจากการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการผลิตสื่อ	89
4.3 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพด้านเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพด้านผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	91
ก.1 ผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน	97
ก.1 (ต่อ) ผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน	97
ก.1 (ต่อ) ผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน	98
ก.1 (ต่อ) ผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน	98
ก.1 ตัวอย่างแบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	112
ก.2 ตัวอย่างแบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	113

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภาพแสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	17
2.1 (ต่อ) แผนภาพแสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	18
2.2 โปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	23
2.3 แผนภาพแสดงลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	26
2.4 การเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซ	31
2.5 ผลของค่าความตึงผิวของของเหลวที่อาจทำให้การอ่านค่าผิดได้	35
2.6 ส่วนประกอบของบูร์ดอง	39
2.7 บูร์ดองแบบก้นหอย	40
2.8 ภาพตัดของบูร์ดองแบบขดซ้อน (Helix)	41
2.9 ไดอะแกรมแบบแผ่นเรียบ (Flat Type) และแบบลอน (Corrugated Type)	45
2.10 เมื่อต้องการเพิ่ม Movement อนุกรมแคปซูลเข้าด้วยกัน	47
2.11 การป้องกันตัวแคปซูลเมื่อความดันมีค่าเกินขีดจำกัด	47
2.12 หลักการทำงานของแอนนิรอยด์บาร์มิเตอร์	48
3.1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 1	52
3.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 2	53
3.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 3	53
3.3 (ต่อ) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 3	54
3.4 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 4	54
3.5 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	62
3.6 Tool Box ของโปรแกรม Flash MX	63
3.7 การเข้าโปรแกรม Flash MX	65
3.8 การเตรียมการสร้างชิ้นงานใหม่	66
3.9 การนำชิ้นงานที่สร้างจากโปรแกรมอื่นมาเก็บไว้ใน Library	67
3.10 ชิ้นงานที่สร้างจากโปรแกรมเก็บไว้ใน Library เรียบร้อย	68
3.11 การกำหนดเฟรมให้ชิ้นงาน	68
3.12 เนื้อหาบทที่ 3 ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำเร็จแล้ว	69
3.13 การสร้าง Symbol ประเภท Button	70
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า	
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้	

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 ตัวอย่างการสร้างปุ่มกดในการเชื่อมโยง	71
3.15 ตัวอย่างการใส่คำสั่งให้กับปุ่ม Play	71
3.15 (ต่อ) ตัวอย่างการใส่คำสั่งให้กับปุ่ม Play	72
3.16 ตัวอย่างการใส่เสียงให้กับปุ่มในสถานะ Over	73
3.17 ตัวอย่างการใส่เสียงให้กับปุ่มในสถานะ Down	73
3.18 ตัวอย่างการเพิ่มปุ่มในสถานะ Hit	74
3.19 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	75
4.1 การเข้าสู่โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	81
4.2 การเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	81
4.3 ปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการเข้าสู่วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	82
4.4 ปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการเข้าสู่เนื้อหา	82
4.5 ปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการเข้าสู่เนื้อหาบทที่ 1-4	83
4.6 การตัดสินใจก่อนที่จะเข้าทำการทดสอบแบบทดสอบก่อนเรียน	84
4.7 แบบทดสอบก่อนเรียน	84
4.8 เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	85
4.9 ช่องว่างสำหรับพิมพ์ชื่อเพื่อใช้ในการทำแบบทดสอบหลังเรียน	86
4.10 ผลที่ได้จากทดสอบแบบทดสอบหลังเรียน	87
ข.1 หน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	101
ข.2 หน้าหลักของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	102
ข.3 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละบท	103
ข.4 หน้าหลักของเนื้อหาแต่ละบท	104
ข.5 หน้าของแบบทดสอบก่อนเรียนของแต่ละบท	105
ข.6 หน้าของแบบทดสอบก่อนเรียน	106
ข.7 เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน	107
ข.8 แสดงหน้าที่ผู้เรียนจะต้องพิมพ์ชื่อลงไปในช่วงว่าง	108
ข.9 แสดงแบบทดสอบหลังเรียน	109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

ข.10 แสดงผลคะแนนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 70%

110



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เช่น มีการกระจายเสียงทางวิทยุ การเรียนผ่านโทรทัศน์เพื่อการศึกษา มีการจัดทำเทปวีดิทัศน์ นอกจากนี้ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษามากขึ้น โดยนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ทั้งนี้ เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่มีความมีประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูล การแสดงข้อมูล คิดคำนวณข้อมูล ได้ดีกว่าสื่ออื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างสถานการณ์จำลอง จึงทำให้ระบบคอมพิวเตอร์กลายเป็นระบบสื่อสารการศึกษาที่เข้ามามีบทบาทอย่างรวดเร็วและช่วยในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

การเรียนรู้แบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการศึกษา โดยเรียนรู้ผ่านทางแผ่นซีดีเป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะได้เรียนเสริมจากเนื้อหาหลักที่บรรยายในห้องเรียน หรือตามที่ได้รับมอบหมาย ลักษณะเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ และมัลติมีเดียอื่นๆ โดยที่ผู้เรียนจะศึกษาคนเดียวหรือจะศึกษาร่วมกับเพื่อน ในชั้นเรียน และยังสามารถศึกษาได้ทุกเวลาและทุกสถานที่

ในการจัดการศึกษาที่มีครูเป็นผู้นำนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นด้านทรัพยากรประการหนึ่งก็คือ การขาดแคลนบุคลากร โดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งจำเป็นต้องจัดหาสื่อหรือวิธีสอนที่ช่วยลดบทบาทของครูลง โดยได้มีการนำเทคนิคและสื่อการสอนมาประยุกต์เข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน การนำบทเรียนโปรแกรมชุดการเรียนการสอน การจัดการเรียนแบบยืดหยุ่น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นต้น เทคนิคและสื่อการสอนที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบันก็คือ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือการใช้บทเรียนออนไลน์ ทั้งนี้ เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่มีความมีประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูล การแสดงข้อมูล คิดคำนวณข้อมูล ได้ดีกว่าสื่ออื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างสถานการณ์จำลอง จึงทำให้คอมพิวเตอร์กลายเป็นระบบสื่อสารการศึกษาที่เข้ามามีบทบาทอย่างรวดเร็ว และช่วยในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทั้งนี้ เพราะข้อได้เปรียบในเรื่องของภาพ สี และเสียง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแก้ไขปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ เพราะผู้ออกแบบโปรแกรมสามารถกำหนดส่วนของเนื้อหาให้มีความแตกต่าง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาที่มีความยากง่ายที่แตกต่างกันตามความสามารถของตนเอง โดยการประเมินผลจากการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบก่อนเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วให้ผู้เรียนได้เรียนในบทเรียนที่กำหนดไว้ตามระดับความสามารถของบุคคล ซึ่งจะทำให้ปัญหาการเบี่ยงเบนของผู้เรียนที่ต้องการเรียนรู้ในเรื่องที่รู้และไม่รู้หรือไม่มีพื้นฐานการเรียนมาก่อน และนอกจากนี้การเสริมแรงเป็นข้อความชมเชย การส่งเสริมหรือลักษณะอื่นๆ ที่คอมพิวเตอร์จะสามารถเอื้อให้ได้จะเป็นตัวเสริมแรงให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในแต่ละขั้น แต่หากผู้เรียนทำผิดพลาดจากการปฏิบัติกิจกรรมหรือตอบสนองต่อกิจกรรมไม่ถูกต้อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้การเสริมแรงโดยไม่ติเตียนและให้กำลังใจเพื่อจะทำให้ผู้เรียนให้พยายามทำต่อไปให้ถูกต้อง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนคงพฤติกรรม การอยากเรียนรู้สูงกว่าปกติและไม่เลิกเรียนกลางคัน (นิพนธ์ สุขปรีดี, 2533) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะนำมาใช้สามารถนำเอากราฟิกหรือภาพมาประกอบในการสอน เพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี (วสันต์ อดิศักดิ์, 2530:75-90)

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในขบวนการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาและตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยอาศัยหลักการเรียนรู้เฉพาะรายบุคคล เพื่อใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดและการประเมินผล เราเรียกคอมพิวเตอร์แบบนี้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ทักษิณา สวานานนท์, 2530:206) การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้งานสามารถทำได้หลายลักษณะ เช่น ใช้ด้านการฝึกทักษะ (Drill and practice) ใช้ด้านการสอนเนื้อหา (Tutorial) ใช้ด้านการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulations) ใช้ในด้านการสาธิต (Demonstrations) ใช้ด้านการแก้ไขปัญหา (Problem Solving) ใช้ด้านรูปแบบของเกมส์ (Games) ใช้ด้านการค้นคว้า (Discovery) (Heinich, Molenda and Rusel, 1993) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำมาใช้กับการเรียนการสอนได้เท่าเทียมกับการสอนแบบปกติ หรือสูงกว่าในหลายๆ สาขาวิชาและจากการวิจัยส่วนมากพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำหน้าที่การสอนรายบุคคลได้ดีกว่าการสอนแบบอื่นๆ เนื่องจากสามารถออกแบบบทเรียนให้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และประเมินผลได้ด้วยตนเองอย่างสมบูรณ์ตลอดจนผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามความสามารถของตนเองได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงช่วยจัดปัญหาความกังวลในการเรียนของผู้เรียนได้ ผู้เรียนสามารถที่จะกลับมาฝึก หรือศึกษาในเนื้อหาได้อย่างอิสระ ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเปรียบเสมือนผู้ช่วยครูที่เปี่ยมด้วยความรู้และความยุติธรรม (Schwartz, 1989:434-A) ดังนั้นแนวโน้มของการพัฒนาโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน่าจะมีมากขึ้น ถ้าการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีมากขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นการเรียนด้วยตนเองโดยอาศัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีมากขึ้นและการใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษาจะมีมากขึ้น (วสันต์ อดิศักดิ์, 2530:103-108) ครูผู้สอนรวมทั้งบุคคลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบการสอนจำเป็นต้องรู้ว่าจะต้องรู้ว่าทำอะไรถึงจะสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการเรียนการสอน (สุกรี รัตโพธิ์ทอง, 2531:106) การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเหตุนี้วิชาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมเรื่องเครื่องมือวัดความดัน ก็เป็นอีกบทเรียนหนึ่งที่ ต้องใช้หนังสือ ในการศึกษา ซึ่งมีเนื้อหาที่ซับซ้อนและเข้าใจยาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษามาก ดังนั้นผู้จัดทำเห็นว่าการศึกษาวิชาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมเรื่องเครื่องมือวัดความดันด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น หรือหากไม่เข้าใจในบทเรียน ใดก็สามารถศึกษาใหม่จนกว่าจะเข้าใจได้ ผู้จัดทำจึงได้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา เครื่องมือวัดอุตสาหกรรมเรื่องเครื่องมือวัดความดัน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชานี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นสถาบันเฉพาะทางที่มุ่งเน้น ผลิตบุคลากร และจัดหาหลักสูตรการเรียนการสอนทั้งระดับปริญญาตรี โท และเอก หลายหลักสูตร แต่ปัจจุบันยังขาดเครื่องมือที่จะเชื่อมโยงระบบการเรียนรู้อะหว่างผู้เรียนและผู้สอนที่สะดวกและ ทันสมัย

ระบบประกันคุณภาพของสถาบันฯ จำเป็นต้องมีการจัดเตรียมแผนการสอน ทำคู่มือ การสอนรายวิชาหรือเอกสารประกอบการสอนรายวิชา โดยเอกสารประกอบการสอนที่ใช้ใน การสอนสามารถตรวจสอบค้นคว้าได้ง่ายโดยผ่านทางแผ่นซีดี และเป็นแนวทางการเรียนที่มี ประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเรียนของนักศึกษาทุกคน

การเรียนการสอน โดยอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มาช่วยเสริมการศึกษาเรียนรู้ของ นักศึกษาในสถาบันฯ นั้น เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากสำหรับการเตรียมบัณฑิตออกสู่ ตลาดแรงงานในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ เป็นเส้นทางลัดอีกเส้นทางหนึ่งที่จะพัฒนาสังคมแห่ง การเรียนรู้ในสถาบันฯ ให้สามารถเข้าสู่สังคมยุค IT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น IT เพื่อการศึกษา ในหลายๆ รูปแบบจึงถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้ก็จะเป็นการเตรียม ความพร้อมทรัพยากรมนุษย์ให้พร้อมที่เข้าสู่สังคมยุคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมเรื่องเครื่องมือวัดความดัน มี 4 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

- 1.1) ความหมายและความสำคัญของวิชา
- 1.2) วิวัฒนาการของเครื่องมือวัดความดัน
- 1.3) ความดันและหน่วยวัดความดัน
- 1.4) ความดันที่เกิดจากก๊าซ
- 1.5) ความดันที่เกิดจากของเหลว
- 1.6) รูปแบบของความดัน

บทที่ 2 มาโนมิเตอร์

- 2.1) มาโนมิเตอร์รูปตัว U
- 2.2) มาโนมิเตอร์แบบใช้ของเหลว 2 ชนิด
- 2.3) มาโนมิเตอร์แบบท่อเดี่ยว
- 2.4) มาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง
- 2.5) มาโนมิเตอร์แบบแรงลมคูลบนวงแหวน
- 2.6) ข้อดีของมาโนมิเตอร์
- 2.7) ข้อด้อยของมาโนมิเตอร์

บทที่ 3 บิวรีดอง

- 3.1) หลักการทำงานของบิวรีดอง
- 3.2) โครงสร้างของบิวรีดอง
- 3.4) บิวรีดองรูปตัว C
- 3.5) บิวรีดองแบบก้นหอย (Spiral)
- 3.6) บิวรีดองแบบขดซ้อน (Helix)
- 3.7) ค่าลิเนียร์ตี (Linearity) ของตัววัดความดันแบบบิวรีดอง
- 3.8) ค่าฮิสเทอรีซิส (Hysteresis) ของตัววัดความดันแบบบิวรีดอง
- 3.9) การปรับลิเนียร์ตี
- 3.10) ข้อดีของบิวรีดอง
- 3.11) ข้อด้อยของบิวรีดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12) การเลือกวัสดุใช้ทำตัวบู้รคอง

บทที่ 4 เบลโลว์และไดอะเฟรม

4.1) หลักการทำงานของเบลโลว์

4.2) การประยุกต์ใช้งานเบลโลว์

4.3) ข้อดีของเบลโลว์

4.4) ข้อด้อยของเบลโลว์

4.5) หลักการทำงานของไดอะเฟรม

4.6) การประยุกต์ใช้งาน ไดอะเฟรม

4.7) ข้อดีของ ไดอะเฟรม

4.8) ข้อด้อยของ ไดอะเฟรม

2) สามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3) สามารถหาคุณภาพของบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4) นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้สามารถใช้เรียนได้จริง

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญานิพนธ์ ชี้ความสามารถของโครงการ และเนื้อหาในบทต่าง ๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่าง ๆ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้คือ บทนำ ความดันและหน่วยวัดความดัน มาโนมิเตอร์ บู้รคอง เบลโลว์และไดอะเฟรม

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงส่วนต่างๆ เกี่ยวกับบทเรียน ได้แก่ เนื้อหา ตัวอย่าง แบบทดสอบ ส่วนของการช่วยเหลือ และประวัติของผู้จัดทำและอาจารย์ผู้ควบคุม

บทที่ 4 ประกอบด้วยการทดลองและผลการทดลองของบทเรียนในส่วนของเนื้อหาตัวอย่างแบบทดสอบ ส่วนของการช่วยเหลือ และประวัติของผู้จัดทำและอาจารย์ผู้ควบคุม

บทที่ 5 บทสรุปผลการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก แผนผังการทำงานของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ภาคผนวก ง รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ภาคผนวก จ การหาคุณภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ชุดการสอน

ชุดการเรียนการสอนหมายถึง การวางแผนการเรียนการสอน โดยใช้สื่อต่างๆ ร่วมกัน (Multimedia Approach) หรือหมายถึงการใช้สื่อประสม (Multimedia) เพื่อสร้างประสบการณ์ การเรียนรู้ อย่างกว้างขวาง และเป็นไปตามจุดประสงค์ที่วางไว้ โดยจัดไว้เป็นชุด ในลักษณะซองหรือกล่อง (นิพนธ์ สุขปริดี, 2535:221)

2.1.1 ประเภทของชุดการสอน

ชุดการสอนแบ่งประเภทไว้ดังนี้คือ (วชิราพร อัจฉริย โภทศ, 2527:71)

- 1) ชุดการสอนประกอบการบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งช่วยขยายเนื้อหาสาระการสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนขึ้น ช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลงและสื่อการสอนทำหน้าที่ แทนชุดการสอนแบบบรรยายนี้ นิยมใช้ในการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษา
- 2) ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการสอนที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่มเช่นในการเรียนการสอนแบบศูนย์การเรียนการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์
- 3) ชุดการสอนแบบกิจกรรมเฉพาะบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยอาจออกมาในรูปของหน่วยการสอนย่อย
- 4) ชุดการสอนทางไกล ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุโทรทัศน์ ภาพยนตร์ และการสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา

2.1.2 แนวคิดการผลิตชุดการสอน

แนวคิดแรกคือ การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยจะจัดการสอนตามเอ็กต์ภาพหรือการศึกษาด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญาความสามารถและความสนใจ โดยครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสมโดยมีเทคโนโลยี และเทคนิคการศึกษาใหม่ๆ เป็นเครื่องมือช่วยในการสอนรายบุคคล ดำเนินไปตามจุดหมาย

แนวคิดที่สองคือ ความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิม ที่ยึดว่าครูเป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆซึ่งประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์และวิธีการนำสื่อการสอนมาใช้จะต้องจัดให้ตรงเนื้อหา และประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคิดที่สามคือ การใช้โสตทัศนูปกรณ์ ในปัจจุบัน ได้มีการใช้อย่างกว้างขวางทำให้ได้ขยายตัวออกไปเป็นสื่อการสอนซึ่งจะมีทั้งพัสดุและเครื่องมือต่างๆ และกระบวนการกิจกรรมต่างๆ เช่น การสาธิตทดลองแนวโน้มนี้นี้ จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสม ให้เป็นชุดการสอนให้ผู้เรียนได้หยิบใช้สื่อการสอนต่างๆ ด้วยตัวผู้เรียนเอง

แนวคิดที่สี่คือ สภาพการเรียนจะเปลี่ยนจากบทบาทของครูคนเดียวแบบเก่ามาสู่ การนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมร่วมกันซึ่ง นำมาสู่การจัดระบบการผลิตสื่อออกมาในรูปชุดการสอน

แนวคิดที่ห้าคือ การสอนแบบ โปรแกรม หมายถึงระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ทราบว่าการทำงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร โดยมีการเสริมแรงให้ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือผิดถูก สุดท้ายคือเรียนรู้ที่ละขั้นตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเอง

2.2 หลักสูตรวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 03332309

ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม (หลักสูตรใหม่พุทธศักราช 2546) ได้กำหนดให้วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 03332309 เป็นวิชาบังคับเรียน สำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ซึ่งได้แบ่งการเรียนการสอนออกเป็น ทฤษฎี 3 คาบ ปฏิบัติ 0 คาบ จำนวน 3 หน่วยกิต (3-0) โดยทำการเรียนการสอน 3 คาบต่อสัปดาห์ รวมทั้งหมด 54 คาบ ต่อภาคเรียน วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ประกอบไปด้วย 4 ภาค ดังนี้

ภาคที่ 1 อุณหภูมิและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

ภาคที่ 2 ความดันและเครื่องมือวัดความดัน

ภาคที่ 3 ระดับและเครื่องมือวัดระดับ

ภาคที่ 4 flow และเครื่องมือวัด flow

2.2.1 จุดประสงค์รายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 03332309

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคำจำกัดความของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ การแบ่งประเภทตามประโยชน์ใช้งานสัญญาณรบกวนและการรบกวน หลักการทำงานของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ คุณลักษณะและการประยุกต์ใช้งานตัวตรวจจับ สวิตซ์ชิงทรานสปอร์เมอร์ ตัวเซนเซอร์แสงสวิตซ์ ตรวจระดับความเค้น เทอร์มิสเตอร์ชิงโคร อุปกรณ์ตรวจวัดแสง อุณหภูมิ แก๊ส สนามแม่เหล็ก ระดับของของเหลว อัตราการไหลของความดันและความเร็วเชิงมุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 คำอธิบายรายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 03332309

ศึกษานิยามของคำจำกัดความของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ การแบ่งประเภทตามประโยชน์ใช้งานสัญญาณรบกวนและการรบกวน หลักการทำงานของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ คุณลักษณะและการประยุกต์ใช้งานตัวตรวจจับ สวิตซ์เชิงทรานสพอร์เมอร์ ตัวเซนเซอร์แสงสวิตซ์ ตรวจระดับความเค้น เทอร์มิสเตอร์เชิงโคร อุปกรณ์ตรวจวัดแสง อุณหภูมิ แก๊ส สนามแม่เหล็ก ระดับของของเหลว อัตราการไหลของความดันและความเร็วเชิงมุม

2.2.3 การแบ่งหน่วยการเรียนการสอน

รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ มีดังนี้

ภาคที่ 1 อุณหภูมิและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

ภาคที่ 2 ความดันและเครื่องมือวัดความดัน

ภาคที่ 3 ระดับและเครื่องมือวัดระดับ

ภาคที่ 4 Flow และเครื่องมือวัด Flow

การแบ่งหน่วยการเรียนการสอนในภาคที่ 2 เรื่อง ความดันและเครื่องมือวัดความดัน สามารถแบ่งได้ดังนี้

- 1) ความดันและหน่วยวัดความดัน
- 2) มาโนมิเตอร์
- 3) บัวร์ดอง
- 4) เบลโลว์และไดอะแฟรม

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัส 03332309

ลำดับที่	หัวข้อที่สอน	จำนวนคาบ
1	หน่วยที่ 1 บทนำ - ความหมายของวิชา - วิวัฒนาการเทคโนโลยีเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม - ความดันและหน่วยวัดความดัน - ความดันที่เกิดจากก๊าซ - ความดันที่เกิดจากของเหลว - รูปแบบของความดัน	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1(ต่อ) แผนการสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัส 03332309

สัปดาห์ที่	หัวข้อที่สอน	จำนวนคาบ
2	หน่วยที่ 2 มาโนมิเตอร์ - มาโนมิเตอร์รูปตัว U - มาโนมิเตอร์แบบใช้ของเหลว 2 ชนิด - มาโนมิเตอร์แบบท่อเคียว - มาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง - มาโนมิเตอร์แบบแรงสมดุลบนวงแหวน - ข้อดีของมาโนมิเตอร์ - ข้อเสียของมาโนมิเตอร์	3
3	หน่วยที่ 3 บูร์ดอง - หลักการทำงานและ โครงสร้างของบูร์ดอง - บูร์ดองรูปตัว C - บูร์ดองแบบก้นหอย (Spiral) - บูร์ดองแบบขดซ้อน (Helix) - ค่าลิเนียร์ตี (Linearity) ของตัววัดความดันแบบบูร์ดอง - ค่าฮิสเทอรีซิส (Hysteresis) ของตัววัดความดันแบบบูร์ดอง - การปรับลิเนียร์ตี - ข้อดีของบูร์ดอง - ข้อเสียของบูร์ดอง - การเลือกวัสดุใช้ทำตัวบูร์ดอง	3
4	หน่วยที่ 4 เบลโลว์และไดอะแฟรม - หลักการทำงานของเบลโลว์ - การประยุกต์ใช้งานเบลโลว์ - ข้อดีของเบลโลว์ - ข้อเสียของเบลโลว์	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1(ต่อ) แผนการสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัส 03332309

สัปดาห์ที่	หัวข้อที่สอน	จำนวนคาบ
	<ul style="list-style-type: none"> - หลักการทำงานของไดอะแฟรม - รูปแบบของไดอะแฟรม - การประยุกต์ใช้งานไดอะแฟรม - ข้อดีของไดอะแฟรม - ข้อเสียของไดอะแฟรม 	
	รวมคาบ	12

วัตถุประสงค์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความดันและหน่วยวัดความดัน
- 2) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความดันที่เกิดจากก๊าซ
- 3) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความดันที่เกิดจากของเหลว
- 4) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบของความดัน
- 5) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาโนมิเตอร์รูปตัวยู
- 6) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาโนมิเตอร์แบบใช้ของเหลว 2 ชนิด
- 7) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาโนมิเตอร์แบบท่อเดียว
- 8) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง
- 9) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาโนมิเตอร์แบบแรงสมดุลบนวงแหวน
- 10) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อดีและข้อด้อยของมาโนมิเตอร์
- 11) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของบิวต์ดองได้
- 12) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างต่างๆ ของบิวต์ดองได้
- 13) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบิวต์ดองรูปตัวซี
- 14) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบิวต์ดองแบบก้นหอย (spiral)
- 15) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบิวต์ดองแบบขดซ้อน (helix)
- 16) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับค่าลิเนียร์ตี (linearity)
- 17) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับค่าฮิสเทอรีซิส (hysteresis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของบัวร์ดองกับ เครื่องมือวัดความดันชนิดต่างๆ

19) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกวัสดุที่ใช้ทำตัวบัวร์ดอง

20) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของเบลโลว์

21) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำเบลโลว์ไปประยุกต์ใช้งานได้

22) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของเบลโลว์กับ เครื่องมือวัดความดันชนิดต่างๆ

23) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของไดอะแฟรม

24) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบของไดอะแฟรม แบบแผ่นเรียบ แบบลอน แบบแคปซูล

25) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการประยุกต์ใช้งานของไดอะแฟรม บารอมิเตอร์ เครื่องวัดความดันสัมบูรณ์ความดันคิฟเฟอร์เนเชี่ยล

26) เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของ ไดอะแฟรมกับเครื่องมือวัดชนิดต่างๆ

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง วิธีการเรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราว เป็นการเรียน โดยตรง และเป็น การเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ เป็น โปรแกรมที่ได้นำเสนอเนื้อหาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ และเครื่อง คอมพิวเตอร์จะนำเอาบทเรียนที่จะต้องเตรียมไว้นำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน แต่ละคน (วีระ ไทยพานิช.2527:9)

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530:206) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด และการวัดผล นักเรียนแต่ละคนๆ จะนั่งอยู่หน้าจอไมโครคอมพิวเตอร์เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้เป็น พิเศษสำหรับการสอนวิชานั้นๆ ขึ้นบนจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิดานันท์ มะลิทอง (2536 : 187-19) กล่าวว่า บทเรียนแบบโปรแกรมประกอบด้วย เนื้อหา ความรู้คำถาม และคำตอบ โดยจะแบ่งเนื้อหาย่อยๆ จัดลำดับเป็นขั้นตอนในรูปของกรอบ หรือ เฟรม (Frame) โดยในแต่ละกรอบจะนำเสนอเนื้อหาเป็นขั้นเป็นขั้นตอนที่ละน้อยในทุกขั้นของการเรียน จะมีคำถามเพื่อทดสอบเสริมความรู้ผู้เรียนและมีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนทราบเพื่อเป็น ข้อมูลย้อนกลับทันทีเป็นการเสริมแรง บทเรียนแบบโปรแกรมจะบรรจุไว้ในสื่อชนิดต่างๆ เช่น หนังสือ ตำรา สไลด์ ฟิล์มสคริป เครื่องคอมพิวเตอร์ ฯลฯ นอกจากนี้อาจเป็นรูปแบบสื่อประสม ซึ่ง ส่วนมากจะจัดในรูปชุดสื่อการเรียนการสอนได้

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ ในกระบวนการเรียนการสอน โดยผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้สอนกำหนดเพื่อให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

2.3.2 วิธีการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531:52) กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้โดยใช้กับบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ศึกษาตามโปรแกรมที่กำหนดอาจเป็นการอธิบาย เนื้อหาด้วยตัวอักษร หรือรูปภาพ แต่ละโปรแกรมมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น มีการทดสอบ แบบฝึกหัดควบคุมไปจนจบบทเรียน บางโปรแกรมมีเฉพาะเนื้อหาที่เป็นตัวอักษรแบบทดสอบ บาง โปรแกรมมีทั้งตัวอักษร รูปแบบและแบบฝึกหัด มีการตรวจให้คะแนน รายงานผลการตรวจว่าควร ศึกษาต่อไปหรือศึกษาเรื่องเดิมอีก มีการเสริมสร้างและเวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน

2.3.3 ชนิดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่มีหลายรูปแบบ แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ (กิดานันท์ มะลิทอง, 2536: 187-191)

1) การฝึกหัด (drill and Practice) เป็นบทเรียนที่ไม่มีการเสนอเนื้อหา ก่อน แต่จะเสนอ คำถามและเฉลยคำตอบที่โปรแกรมไว้ล่วงหน้าทำให้ทราบคำตอบถูกหรือผิด ซึ่งอธิบายให้นักเรียน ทราบว่าถูกหรือผิดเพราะเหตุใดช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะ และทำแบบฝึกหัดมากขึ้น

2) การสอนเนื้อหาใหม่ (Tutorial Instruction) โดยอาศัยธรรมชาติของการตอบสนองและการแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ บทเรียนแบบนี้มีการตั้งคำถาม แบบถามตอบ จำนวนมาก มีการเสริมแรงตลอดเวลา สามารถให้สอนสิ่งใหม่ ในลักษณะบทเรียนโปรแกรมเป็น บทเรียนที่นิยมใช้มาก รูปแบบโดยทั่วไปจะมีการแสดงกรอบเนื้อหา มีการตรวจคำตอบและมีการใช้ ข้อมูลย้อนกลับถ้าผู้เรียนตอบถูกจะสอนเนื้อหาในกรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะมีการช่วยเหลือ หรือการสอนเสริมเสียก่อนแล้วจึงกลับไปตั้งคำถามเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) **บทเรียนสถานการณ์จำลอง (Simulation)** เป็นบทเรียนที่สร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองความเป็นจริง โดยตัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความจริง ให้ผู้เรียน ได้ศึกษาเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมาก ในบทเรียน โปรแกรมจะมีโปรแกรมสาธิตก่อนที่จะให้นักเรียนทำกิจกรรม

4) **บทเรียนเกมส์เพื่อการสอน (Instructional Games)** การใช้เกมส์เพื่อการสอนเป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากสามารถกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ได้โดยง่าย สามารถใช้เกมส์ในการสอนเพื่อเป็นสื่อที่จะให้ความรู้ได้เช่นกัน ในเรื่องกฎเกณฑ์แบบแผน ระบบกระบวนการทัศนคติ ตลอดจนทักษะต่างๆ

5) **บทเรียนจากการค้นพบ (Discovery)** เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองมากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6) **บทเรียนการแก้ปัญหา (Problem-Solving)** เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกการคิดการตัดสินใจโดยมีกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนจะต้องพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น บทเรียนการแก้ปัญหาได้แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

6.1) ให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาบทเรียนและเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหา

6.2) บทเรียนผู้สอนเขียนไว้แล้วให้ผู้เรียนแก้ปัญหา

7) **การทดสอบ (Test)** การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ลึกของผู้เรียนเท่านั้น แต่ช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบเก่าๆ ของปรนัยหรือคำถามบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับเรียนหรือผู้ที่ได้รับการทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจจะสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่างๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

2.3.4 เทคนิคการออกแบบบทเรียนแบบ Tutorial

ด้วยพัฒนาการของไมโครคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน ทั้งในด้านความสามารถของเรื่องความเร็ว ความทรงจำ และการพัฒนาของภาษาทำให้ความคิดฝันของผู้ออกแบบบทเรียน CAI ที่อยากให้เห็นบทเรียนที่สร้างขึ้นมาสนใจ ดึงดูดความสนใจผู้เรียนด้วยสี ภาพ เสียง และด้วยกราฟิกที่ไม่ซ้ำอัดอาดเหมือนแต่ก่อนเป็นไปได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนของการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปเป็นหลักในการออกแบบเรียน CAI เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดขั้นตอนการออกแบบบทเรียนดังกล่าวคัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ “Gagne’s” คือ

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Gain Attention)
- 2) ขั้นบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives)
- 3) ขั้นทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
- 4) ขั้นการเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
- 5) ขั้นชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
- 6) ขั้นกระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)
- 7) ขั้นให้ข้อมูลย้อนกลับ (provide Feedback)
- 8) ขั้นทดสอบความรู้ (Assess Performance)
- 9) ขั้นการจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

เทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียน CAI คือการพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง คัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันขั้นตอนการสอน 9 ข้อใครจะออกแบบบทเรียนโดยเทคนิคการนำเสนอแบบใด หรือครอบคลุมขั้นตอนการสอนบางอย่างขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอ และเนื้อหาของบทเรียนนั้นๆ ด้วยการยึดถือขั้นตอนการสอน 9 ขั้นเป็นหลัก และขณะเดียวกันก็พยายามปรับเทคนิคการนำเสนอไม่ให้ซ้ำๆ กันจนน่าเบื่อหน่ายก็เป็นวิธีการอีกอย่างหนึ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรม CAI ควรต้องคำนึงถึง (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2535 : 40)

2.3.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ จะต้องให้สอดคล้องกับหลักสูตรที่เรียน ดังนั้นผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และวิเคราะห์หลักสูตร (ไพโรจน์ ตรีธนากุล , 2529 :77-88) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างได้ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรและนักเรียนเป้าหมาย เพื่อที่จะทราบรายละเอียดของเนื้อหา วิชาที่จะนำมาสร้างบทเรียนทั้งหมดว่าเป็นอย่างไร ควรใช้เวลาสอนปกตินานเท่าใด นักเรียนมีพื้นที่ความรู้มากน้อยเพียงใด ความพร้อมทางด้านอื่นๆ ของนักเรียนมีอะไรบ้าง เพื่อจะได้นำไปประกอบการสร้างบทเรียน โปรแกรมและใช้ในการวางแผนงานต่อไป

2) การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้สร้างบทเรียนจะต้องเขียนขึ้นเอง การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นจะเขียนให้ถี่ถ้วนทุกๆ จุดประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในวิชานั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เรียบเรียงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนคำถามนำร่อง โดยการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนมาเรียงลำดับและมีการกำหนดคำถามนำร่อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนที่สมบูรณ์ต่อไป

4) เรียบเรียงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนคำถามนำร่อง โดยการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เขียนมาเรียงลำดับและมีการกำหนดคำถามนำร่อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนที่สมบูรณ์ต่อไป

5) จัดแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อย เนื่องจากการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ เป็นการเรียนเฉพาะรายบุคคลที่ไม่มีครูสอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ โดยในแต่ละหน่วยนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดความสับสนและนักเรียนสามารถติดตามเนื้อหาตอนต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง

6) การสร้างข้อความแต่ละกรอบ ตามเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ข้อความเหล่านี้จะต้องให้กะทัดรัดง่ายต่อการเข้าใจข้อความในแต่ละกรอบต้องสอดคล้องกับหน้าที่แต่ละกรอบโดยที่ในแต่ละหน่วย หรือแต่ละมโนภาพต้องประกอบด้วยกรอบหรือข้อความต่างๆ 3 ชนิดคือ

6.1) กรอบหลัก (Set frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

6.2) กรอบฝึกหัด (Practice frame) เป็นกรอบที่เตรียมไว้ให้นักเรียนได้ฝึกหัดหลังจากที่ได้รับข้อมูล

6.3) กรอบรองส่งท้าย (Sub-terminal frame) เป็นการทดสอบโดยนักเรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

7) เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เมื่อเขียนเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องบรรจุในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องมีการแปลรหัสเพื่อควบคุมการทำงานอีกครั้งหนึ่ง โดยเฉพาะที่เป็นบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบ Generative แต่ถ้าเป็นแบบ Authoring System ผู้สร้างไม่ต้องกังวลเรื่องการสร้างรหัสควบคุม เพราะในโปรแกรมนั้นได้สร้างโปรแกรมควบคุมได้แล้ว

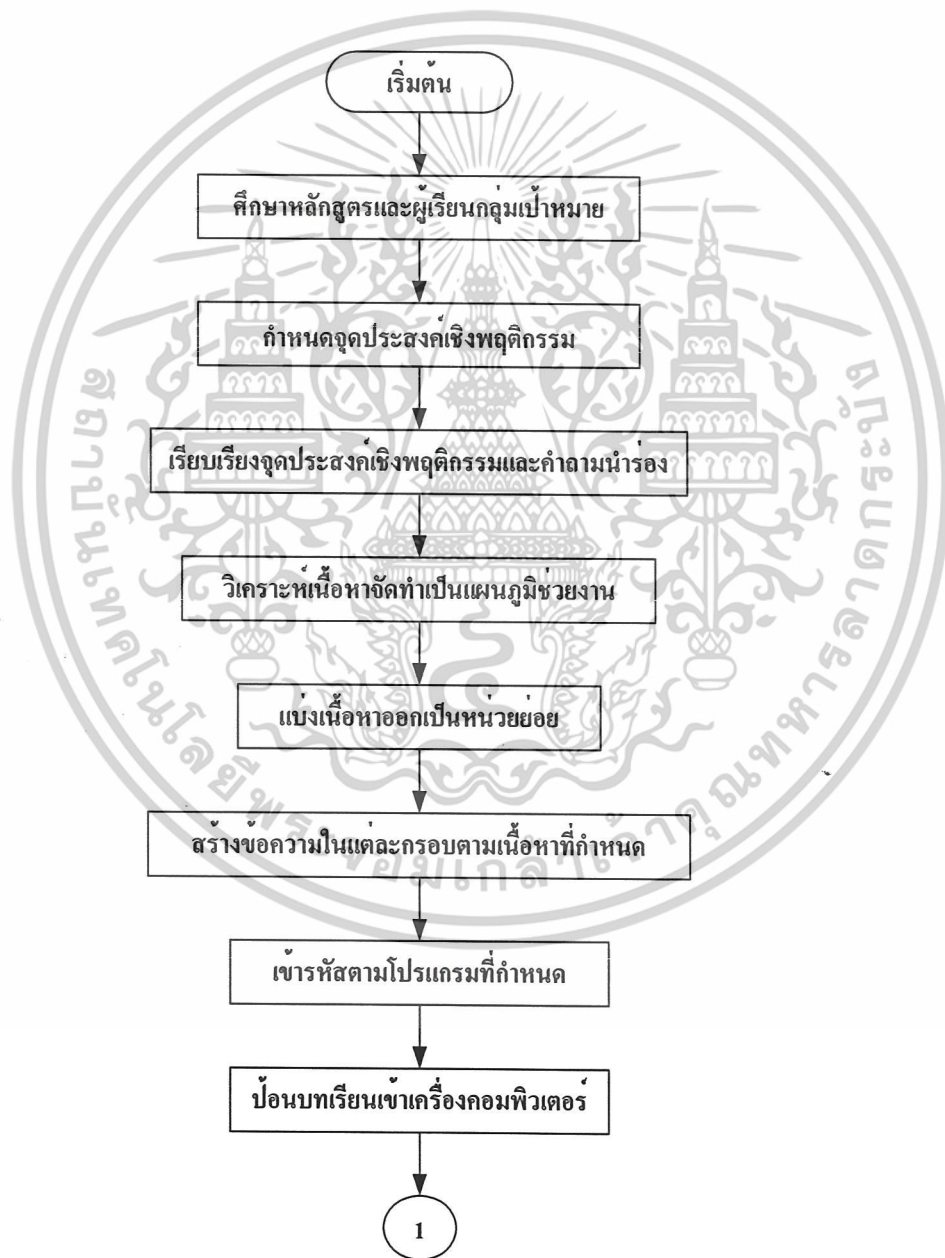
8) ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไปนี้จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ

9) การตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากที่มีการป้อนบทเรียนโปรแกรมหรือข้อมูลต่างๆ เข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วจะตรวจสอบความเรียบร้อยของการทำงานในโปรแกรมและแก้ไขต่อไป

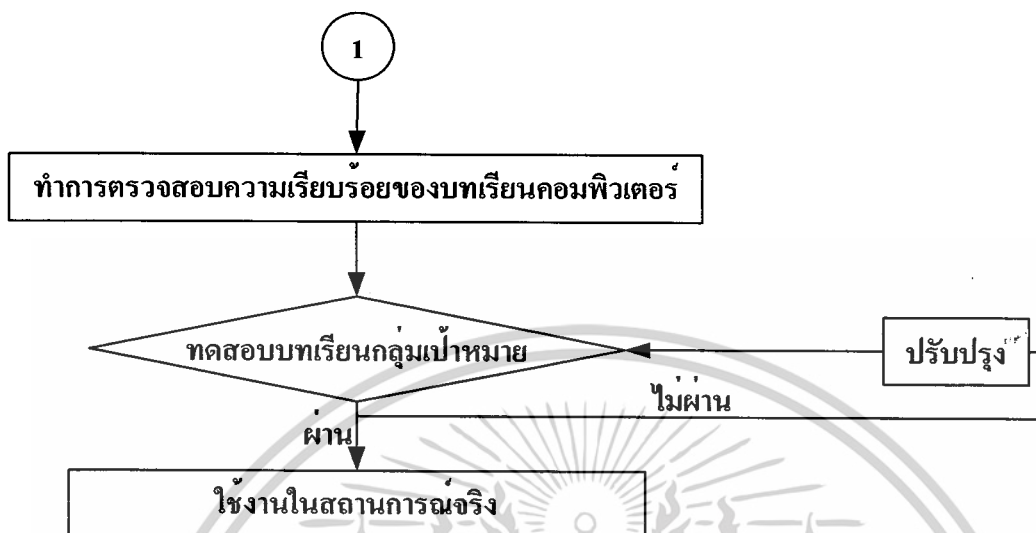
10) ทำการทดสอบบทเรียนเมื่อเสร็จแล้ว โดยนำบทเรียนไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเพื่อหาประสิทธิภาพและปรับปรุงและแก้ไขต่อไปนั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) ทดลองใช้กับสถานการณ์จริง หลังจากที่มีการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและมีการแก้ไขแล้ว ก็สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามที่ต้องการ

12) การติดตามผลการเรียน เมื่อมีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้แล้ว จะต้องมีการติดตามเพื่อจะได้ทราบข้อบกพร่องและนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 2.1 (ไพโรจน์ ตรีชนากุล , 2529 : 77-80)



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 (ต่อ) แผนภาพแสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.6 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาวิจัยและช่วยสรุปผลการศึกษาค้นคว้าเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทราบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อนักเรียนและครูผู้สอนดังนี้ (กิดานันท์ มะลิทอง, 2535 :187-191)

- 1) ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์นั้น มีการนำเสนอบทเรียนด้วยเสียง และการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ทำให้เกิดความอยากรู้
- 2) ช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ตามความสามารถของตนเอง เป็นการส่งเสริมผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนโดยคำนึงถึงหลักการของความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 3) ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอน ทีละขั้นตอนจากง่ายไปหายาก ซึ่งเป็นไปตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนจะรับเนื้อหาทีละน้อยจนกว่าจะบรรลุจุดประสงค์ของการเรียน
- 4) ประหยัดเวลาในการเรียนการสอนเนื่องจากการเรียนแบบศึกษารายบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง มีการจัดและประเมินผลไปพร้อมกันและสามารถช่วยผู้เรียนโดยจัดโปรแกรมเสริม
- 5) คอมพิวเตอร์สามารถนำเสนอสิ่งที่สื่ออื่นทำได้ เช่น การตัดสินใจเสนอเนื้อหาใหม่หรือการตัดสินใจในการเรียนซ้ำเนื้อหาเดิมได้
- 6) คอมพิวเตอร์สามารถตอบมโนคติในบางเรื่องที่ทำให้เข้าใจยากให้เข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น เพราะ

มโนคติ บางอย่างเข้าใจยากจากผู้สอนหรือจากตำรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์หลายๆ ด้าน การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้สำหรับการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้ เพราะคอมพิวเตอร์ก็เป็นเพียงสื่อส่วนหนึ่งของการเรียนรู้เท่านั้นการที่จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านเนื้อหาบทวิธีกรสอนและเทคนิคการเขียน โปรแกรม การเขียน โปรแกรมการเรียนการสอนให้มีคุณภาพ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2531: 36)

2.4 การสอนรายบุคคล

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าการสอนที่จะส่งผลดีที่สุดคือ การสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียน บทบาทของครูจะเปลี่ยนจาก “ผู้สอน” มาเป็น “ผู้แนะแนวทาง” คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือเมื่อนักเรียนมีปัญหา จัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ได้รู้จักพัฒนาความคิดเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจและความต้องการของผู้เรียนเอง (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2521 : 5) การสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง วิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้คือ การสอนตามเอกัตบุคคล หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การสอนรายบุคคล (Individualized Instruction)

2.4.1 ความหมายของการสอนรายบุคคล

การสอนรายบุคคล หมายถึง วิธีการเรียนการสอนเนื้อหาที่กำหนดให้โดยจัดให้องค์ประกอบต่างๆ ของการเรียนการสอนมีความสัมพันธ์กันและสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างมีระเบียบ จัดให้มีการวินิจฉัย (Dianosis) ความสามารถ ความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อประโยชน์ในการกำหนด (Prescription) วิธีการเรียนและวัสดุการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนนั้นโดยมุ่งให้ผู้เรียนทุกคน บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ (วชิราพร อัจฉริยะโกศล, 2527 : 27-74)

การสอนรายบุคคล หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นถึงความแตกต่างของผู้เรียนโดยเฉพาะ เรื่องของทักษะ ความสามารถ ความเข้าใจ แรงจูงใจ วินัยในตนเอง จุดมุ่งหมาย ความสามารถในการแก้ปัญหา และการคาดการณ์ของผู้เรียน โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่ให้ความสะดวกในการเรียน เป็นผู้แนะนำ เป็นที่ปรึกษา และเป็นผู้กำหนดแหล่งการเรียน กิจกรรม การประเมินผล และการรายงานผลการเรียนของผู้เรียน (Dunn and Dunn, 1997 อ้างใน กิดานันท์ มะลิทอง, 2536 : 187 – 191)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วชิราพร อัจฉริยโกศล (2527:72) ได้กล่าวถึงการสอนรายบุคคลว่าเป็นการสอนที่จัดขึ้นเพื่อเป็นหนทางให้การเรียนการสอนสนองจุดมุ่งหมายตามความต้องการและบุคลิกภาพของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งการสอนแบบนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 5 ประการคือ

- 1) เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะที่มีอยู่ก่อนของผู้เรียน
- 2) เพื่อช่วยในการค้นหาจุดเริ่มต้นของผู้เรียนแต่ละคนในการจัดลำดับการเรียน
- 3) เพื่อช่วยในการจัดวัสดุและสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการเรียน
- 4) เพื่อช่วยให้ผู้เรียน ได้เรียนตามอัตราความสามารถของตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องรอกันระหว่างผู้เรียนในกลุ่ม
- 5) เพื่อสะดวกในการประเมินผล ได้บ่อยครั้งเท่าที่ต้องการ และเพื่อเป็นการส่งเสริมความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน

กล่าวโดยสรุป การจัดการสอนรายบุคคล เป็นการศึกษาที่จัดขึ้นโดยปรับโปรแกรม การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียน ผู้เรียนดำเนินการตามที่โปรแกรม การเรียนการสอนให้โดยเฉพาะครูหรือผู้ผลิตโปรแกรมการสอนรายบุคคลจะต้องมีหน้าที่ต่างๆ ดังนี้ (วชิราพร อัจฉริยโกศล , 2527 : 71)

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน
- 2) ออกแบบการสอนอย่างจงใจให้เป็นการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 3) วินิจฉัยความต้องการและความสามารถของผู้เรียน
- 4) ออกแบบสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์การศึกษาที่เหมาะสม
- 5) กำหนดวิธีการเรียนและวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนที่เหมาะสม
- 6) การควบคุมสถานะการเรียนรู้อย่างเต็มที่

การจัดเตรียมทรัพยากรและประสบการณ์การเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ เพื่อที่จะเรียนให้ดีที่สุดตามความสามารถของตนนั้น เป็นจุดมุ่งหมายอย่างหนึ่งในการจัดการสอนรายบุคคลที่จะสำเร็จตามจุดมุ่งหมายได้นั้นต้องอาศัยการจัดระบบการจัดการและการวางแผนการสอนที่ดี วิธีการหนึ่งที่จะตอบสนองในเรื่องความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลคือการใช้บทเรียนโปรแกรม บทเรียนโปรแกรมมีพื้นฐานมาจากการนำหลักการเบื้องต้นทางจิตวิทยาการเรียนมาใช้ในการออกแบบ โดยอาศัยพฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning Behavior) ทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) และทฤษฎีการวางเงื่อนไขเชิงปฏิบัติ (Operant Conditioning Theory) ซึ่งถือว่าความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เร้ากับการตอบสนองและการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้โดยมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยการสอนที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า เป็นการที่ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยได้รับผลย้อนกลับ โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทันทีและผู้เรียนได้เรียนไปที่ละขั้นตอน อย่างเหมาะสมตามความต้องการ และความสามารถของตน (กิดานันท์ มะลิทอง, 2536 : 187-191)

2.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะสร้างบทเรียน โดยประมุขตกลงในรายละเอียดของเนื้อหาที่จะใช้สอนแล้วดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ (กรรชิต มาลัยวงศ์, 2531 : 13).

1) วิเคราะห์ความจำเป็นในการสร้างบทเรียน เป้าหมายของบทเรียนและวิธีสอนที่จะบรรลุถึงเป้าหมายนั้น

2) ออกแบบบทเรียน โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนต่างๆ ว่าจะต้องมีอะไรบ้าง จึงจะบรรลุเป้าหมายของวิชาที่วางเอาไว้ งานส่วนนี้เป็นงานที่ต้องแยกทำเป็น 2 ส่วน คือการกำหนดกิจกรรมโดยสังเขปก่อนแล้วจึงแบ่งซอยเป็นกิจกรรมย่อย

3) การพัฒนาบทเรียนเป็นการสร้างบทเรียนเก็บไว้ในระบบคอมพิวเตอร์

4) ประเมินผลการเรียน ในช่วงแรกหลังจากพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้แล้ว ก็เป็นการทดสอบการเรียน โดยใช้กลุ่มนักเรียนทดสอบ เพื่อการใช้งานหรือการเรียนของนักเรียนว่าบทเรียนที่ใช้งานได้ดีและบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ ถ้าหากใช้งานได้ดีหรือไม่ดีหรือมีที่ผิดอื่นๆ ก็จะได้แก้ไขดัดแปลงให้เหมาะสมต่อไปอีกช่วงหนึ่ง คือหลังจากนำบทเรียนไปสอนหรือใช้งานแล้ว บทเรียนนั้นอาจต้องแก้ไขเพิ่มเติมใหม่ได้

5) นำบทเรียนไปใช้งานจริง ระหว่างการใช้งานนั้น ครูอาจสรุปได้แน่นอนอีกครั้งหรือหลายครั้งว่าบทเรียนที่จัดสร้างขึ้นนั้นสมบูรณ์แล้วหรือยัง ถ้ายังก็อาจมีการปรับปรุงได้อีก

พิทักษ์ ศิลรัตน (2531:38-41) กล่าวว่าขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูปประเภทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งได้เป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

1) ระบุเหตุผลว่าเหตุใดจึงเลือกเนื้อหาวิชานั้น และทำไมจึงใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2) กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนทั้งก่อนและหลังจากการใช้โปรแกรมช่วยสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมตัวและทราบจุดมุ่งหมายในการใช้โปรแกรมช่วยสอน

3) ลำดับขั้นการทำงาน เป็นการกำหนดรูปแบบการทำงานของโปรแกรมช่วยสอน เพื่อบอกลักษณะและลำดับการทำงานของโปรแกรม ให้ผู้ที่จะนำโปรแกรมไปใช้จะสามารถจัดอุปกรณ์และสภาพการทำงานในการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สร้างโปรแกรม เป็นการแปลต้นฉบับที่อยู่บนกระดาษ ให้เป็นชุดคำสั่งที่คอมพิวเตอร์เข้าใจโดยใช้ภาษาใดภาษาหนึ่ง

5) ทดสอบการทำงาน คือการนำโปรแกรมที่สร้างมาทดสอบ การทำงานของโปรแกรมและหาข้อบกพร่องเพื่อนำข้อมูลต่างๆ มาปรับปรุงแก้ต้นฉบับและตั้ง โปรแกรม

6) ปรับปรุงแก้ไข เมื่อทราบข้อบกพร่องแล้วก็จะปรับปรุงซ้ำแล้วซ้ำอีก จนเป็นที่น่าพอใจของผู้ออกแบบ คือนักศึกษาจึงจะนำไปใช้งาน

7) ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน คือการนำโปรแกรมช่วยสอนไปใช้ในการเรียนการสอน โดยการเลือกใช้ให้เหมาะกับสถานการณ์

8) ประเมินผล เพื่อสรุปว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้น สมควรนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่

ขั้นตอนที่ 1, 2 และ 3 เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบของโปรแกรมช่วยสอน จัดเป็นงานของนักการศึกษา หรือนักวิชาการที่มีความรอบรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนตลอดจนหลักจิตวิทยาการศึกษา ทฤษฎีการศึกษา วิธีการสอนและวัดประเมินผลการศึกษา

ขั้นตอนที่ 4, 5 และ 6 เป็นการสร้างทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมช่วยสอน เป็นงานของผู้เชี่ยวชาญการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้งาน

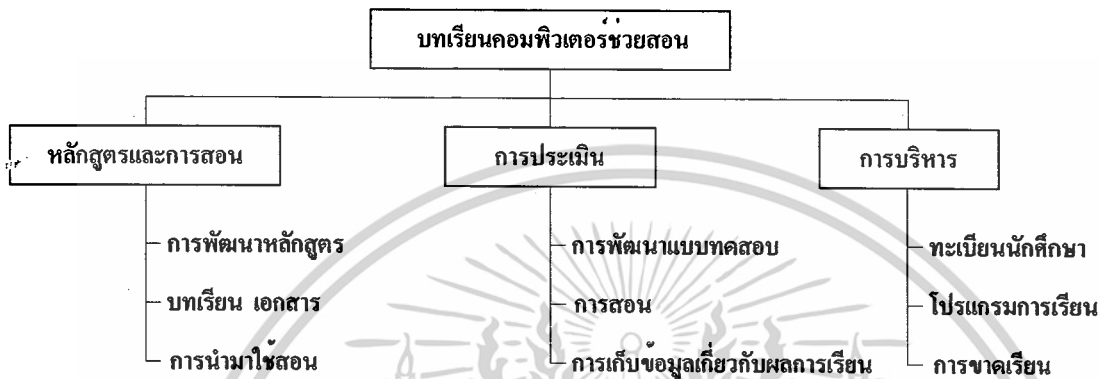
ขั้นตอนที่ 7 และ 8 เป็นการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจะเป็นการประสานงานระหว่างนักศึกษาและนักคอมพิวเตอร์ เพราะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบและการสร้างโปรแกรม ในขั้นตอนที่ 8 เป็นการประเมินผลขั้นสุดท้ายที่จะตัดสินใจว่าโปรแกรมช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ มีความเหมาะสมที่จะไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่

วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังที่กล่าวมาแล้วว่าการคิดสร้าง CAI เราจะต้องได้รับความร่วมมือจากนักคอมพิวเตอร์ นักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะทำ (ทักษิณา สวานานนท์, 2530 : 221)

เมื่อผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชากำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้แล้ว นักศึกษาก็จะต้องช่วยแบ่งเนื้อหานั้นออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำเป็นรูปแบบของโปรแกรมบทเรียน กล่าวคือแบ่งออกเป็นกรอบๆ กำหนดให้มีการเสนอทีละกรอบตามด้วยแบบฝึกหัด และแบบสอบถาม มีการอธิบายคำตอบที่ผิดและวิเคราะห์คำตอบที่ผิดนั้น เพื่อดูว่าทำไมจึงผิด (ทักษิณา สวานานนท์, 2530 : 222)

การทำ CAI นั้นควรจะทำเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ โดยนำรายละเอียดเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียนมารวมไว้ด้วย (ทักษิณา สวานานนท์, 2530 : 223) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นอกจากจะพิจารณาวิธีการทำว่าควรทำให้มีลักษณะใดแล้วควรมีการพิจารณาเรื่องอื่นประกอบด้วย

1) เลือกคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับความต้องการ เช่น ขนาดของหน่วยความจำว่าใหญ่พอที่จะใช้กับ CAIที่กำลังจะทำหรือไม่ หากต้องการทำกราฟมีภาพ และใช้เพลงประกอบคอมพิวเตอร์ทำได้หรือไม่ จอภาพต้องการเป็นสีหรือไม่ ถ้าเป็นสีจะทำให้ภาพต่างๆเด่นชัดและมีชีวิตชีวาขึ้น อักษรที่แสดงบนจอเป็นกึ่งบรรทัด ต้องการภาษาไทยด้วยหรือไม่ มีการแสดงผลดีหรือไม่ ความเร็วในการแสดงผลต้องการให้เร็วเพียงใด หน่วยความจำสำรองเป็นชนิดใดราคาถูกหรือแพง

2) ซอฟต์แวร์ที่จะทำเป็นภาษาอะไร ใช้ได้กับระบบคอมพิวเตอร์ที่มีหรือไม่ มีลักษณะของ CAI ที่ดีครบถ้วนหรือเปล่า และหากจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีขายก็ควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย

2.1) มีเอกสารประกอบดีพอไหม

2.2) ราคาควรเป็นราคาซื้อหรือเช่า

2.3) มีค่าบำรุงรักษาหรือไม่

2.4) ข้อจำกัดในการใช้มีอะไรบ้าง

3) ถ้าจะลงมือทำโปรแกรมเอง ควรวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาแต่ละรายวิชาให้ดีก่อน โดยทำเป็นขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1) แบ่งเนื้อหาทั้งหมดของวิชาที่จะเรียนเป็นขั้นตอนให้ดี ศึกษาถึงวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของการเรียนวิชานั้นๆ

3.2) กำหนดขั้นตอนเรียบร้อยแล้วจัดแบ่งเป็นหัวข้อ แสดงเป้าหมายของการเรียนหัวข้อนั้นๆ โดยชัดเจน

3.3) ถ้าหัวข้อนั้นกว้างเกินไป แบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ เพราะบทเรียนแต่ละบทไม่ควรยาวเกินไป ศึกษาวิธีการในการทำโปรแกรมบทเรียนให้ละเอียดเสียก่อน

3.4) การกำหนดรูปแบบการพัฒนาแต่ละหัวข้อว่าจะทำการสอนในรูปแบบใด แก้ปัญหาหรือเสนอเรื่องให้อ่านแล้วตอบคำถาม หรือสร้างภาพจำลองให้แก้ไข

3.5) การออกแบบ CAI ควรให้ผู้เรียนเลือกคำถามด้วยวิธีการสุ่ม จำนวนคำถามควรมีหลายๆ ผู้เรียนแต่ละคนจะได้ตอบคำถาม โดยไม่ต้องซ้ำกันจากนั้นจะไม่ลืมให้คำตอบที่ถูกไว้และให้คอมพิวเตอร์ตรวจสอบและรวมคำตอบไว้ด้วย วางหลักให้มีการอธิบายข้อผิดหรือวิเคราะห์คำตอบที่ผิดให้ได้ว่าทำไมผู้เรียนจึงตอบผิดเพื่อเป็นแนวที่จะเข้าใจผู้เรียน และนำข้อผิดพลาดไปแก้ไข

3.6) เขียนโปรแกรมให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เลือกภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับเครื่อง

3.7) หลังจากจัดทำเสร็จแล้ว ต้องนำไปให้ผู้เรียนทดลองเก็บข้อมูลมาเป็นแนวทางที่จะใช้ในการแก้ไข

3.8) หลังจากจัดทำเสร็จแล้วต้องเขียนคู่มือ และวิธีการใช้ให้ชัดเจน โดยคนรุ่นหลังจะได้นำไปใช้ เพื่อไม่ก่อให้เกิดปัญหา

2.6 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีการให้ความสนใจการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตั้งแต่ต้นทศวรรษที่ 1960 เนื่องจากพัฒนาการด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อันทันสมัย ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ราคาถูกลงมาก มีการพัฒนาวิธีการใช้งานขึ้น ขนาดเล็กสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกทำให้คนเริ่มต้นตัวและคิดหาความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์กันแพร่หลาย สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในโรงเรียนมากขึ้นตั้งแต่ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาจนกลายเป็นวิชาบังคับในการศึกษาระดับอุดมศึกษา เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นที่รู้จักในทุกสถาบัน จึงมีความคิดในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้ในลักษณะที่เป็นผู้ช่วยสอนแทนครู และการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ได้รูปแบบที่ดีมีประโยชน์สูงสุดก็เริ่มขึ้น (ทักษิณา สวานานนท์, 2530:225)

การออกแบบการเรียนการสอนโดยการนำเอาวิธีการจัดระบบ (System Approach) มาใช้เป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะเป็นขั้นของการวิเคราะห์ และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเคราะห์ขบวนการอย่างลึกซึ้ง และตระหนักถึงสภาพของผู้เรียน แนวทางในการถ่ายทอดบทเรียน และการวัดประเมินผลการเรียนโดยมีขั้นตอนดังนี้ (วสันต์ อดิศักดิ์ , 2530:75)

1) ขั้นวิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจ และรู้จักกลุ่มเป้าหมายอย่างถ่องแท้ ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสม รวมทั้งพิจารณาถึงวัยและความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้เรียนด้วย

2) ขั้นวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน พิจารณาว่าบทเรียนที่นำมานั้นมีความเหมาะสมกับสื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่ นอกจากนี้ควรพิจารณาพิสัยของการเรียนรู้ด้วยว่า ควรจะเน้นในด้านใดบ้าง ด้านความรู้ความจำ ด้านวิธีการคิด ด้านเจตคติ และด้านทักษะการปฏิบัติ เป็นต้น

3) ขั้นพัฒนาเนื้อหาบทเรียน เป็นการนำบทเรียนที่วิเคราะห์ได้มาจัดเป็นหน่วย ซึ่งจะใช้เวลาเรียนน้อยตามความเหมาะสม สำหรับมัธยมศึกษาประมาณ 1 – 2 คาบ (คาบละ 50 นาที) จากนั้นนำมาแยกเป็นหัวข้อเรื่องย่อยๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาให้มีปริมาณเท่าๆ กัน ควรจะตัดความซ้ำซ้อนกันให้มากที่สุดและกำหนดแนวคิดขอบเขตของเรื่องที่จะสอน ในหัวข้อหนึ่งควรมีหนึ่งความคิดรวบยอด

4) ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์ ควรเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ครอบคลุมของ การเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้มากที่สุดตามชนิดเนื้อหาของบทเรียน

5) ขั้นพัฒนาแบบทดสอบ เมื่อจัดแบบทดสอบเรียบร้อยแล้วจึงคิดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบนี้ได้ แบบทดสอบที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีด้วยกัน 4 ชนิด

5.1) แบบทดสอบความรู้เดิม (Entry – Behaviors) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้วัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนเข้าเรียน หากผู้เรียนยังไม่มีความพร้อมต้องมีการซ่อมเสริม ให้ผู้เรียนก่อนจนเกิดความพร้อม

5.2) แบบทดสอบก่อนเรียน (Present) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ใช้เพื่อวัดความพร้อมในการที่จะเข้าศึกษาในหน่วยหนึ่งๆ

5.3) แบบทดสอบด้วยตนเอง (Self-test) เป็นแบบทดสอบขณะที่ยังเรียน แต่ละหัวข้อเรื่องหรือแต่ละจุดประสงค์ ก่อนที่จะก้าวไปเรียนในหัวข้อต่อไป

5.4) แบบทดสอบหลังเรียน (Post – test) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ที่เป็นคู่ขนานของแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

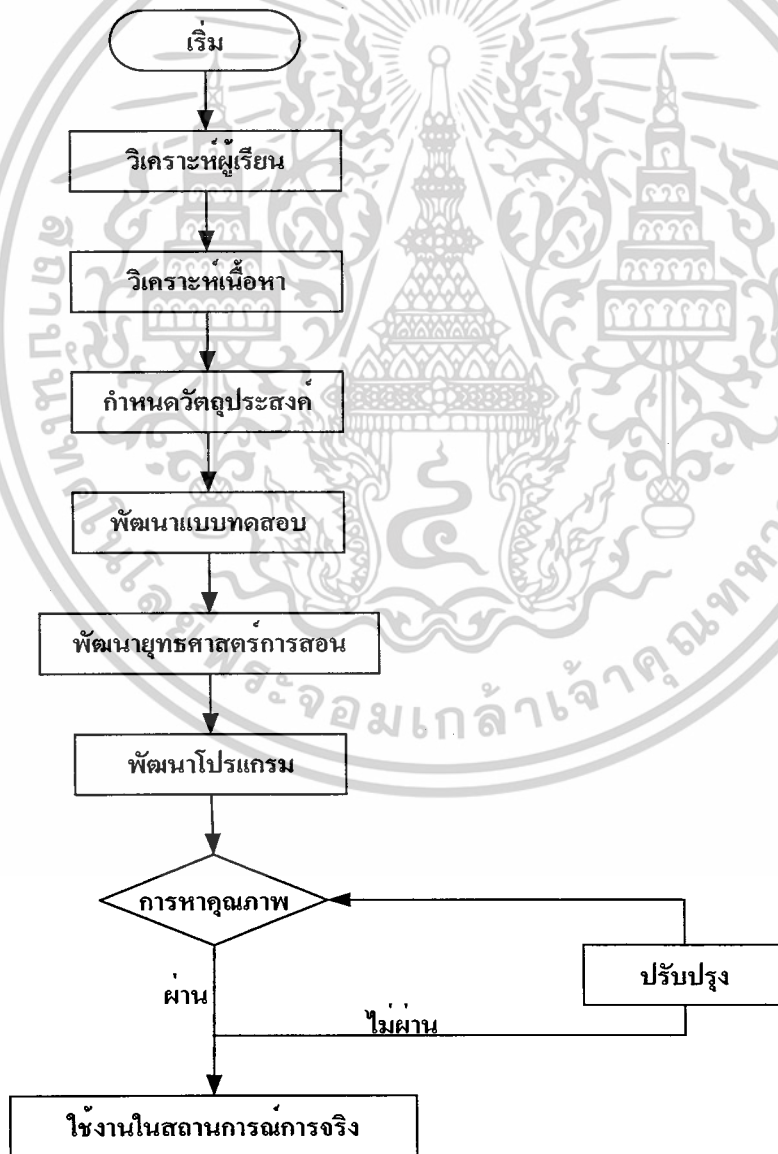
6) ขั้นพัฒนายุทธศาสตร์การสอน เลือกรูปแบบของบทเรียนที่ได้มาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งแต่ละประเภทมีวิธีการสอนของตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) **ขั้นพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์** เป็นการนำเอาบทเรียนที่ได้มาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

- 7.1) เขียนด้วยภาษาเครื่อง หรือภาษาชั้นสูงภาษาใดภาษาหนึ่งโดยตรง
- 7.2) เขียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Authoring System)

8) **ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน** เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปทดลองใช้กับผู้เรียน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องและหาประสิทธิภาพของบทเรียนจากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาแล้วนั้น สามารถเขียนเป็นแผนภาพแสดงไว้ในรูปที่ 2.3 (วสันต์ อดิษฐ์, 2530 : 75-90)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเรียนการสอนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจก่อนนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.3 แผนภาพแสดงลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวัดผลการศึกษา ต้องการนำผลการวัดที่ได้ไปใช้อธิบาย เปรียบเทียบและสรุปผลเกี่ยวกับลักษณะต่างๆ ที่วัดได้ จึงต้องการความถูกต้องแม่นยำและความน่าเชื่อถือได้เป็นอย่างมาก ดังนั้นในการวัดผลจึงต้องพยายามขจัดความผิดพลาดต่างๆ ให้หมดไป หรือให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด วิธีการหนึ่งที่จะทำให้ผลการวัดที่ได้มีคุณภาพ ก็คือการใช้เครื่องมือวัดที่มีคุณภาพ ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวัดจึงถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก โดยพยายามตรวจสอบให้ละเอียดทั้งข้อคำถาม แต่ละข้อและคุณลักษณะของเครื่องมือทั้งฉบับ คุณลักษณะที่สำคัญต่างๆ ของเครื่องมือที่ควรตรวจสอบก็คือ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย อำนาจจำแนก และระดับความยากง่าย

2.7.1 วิธีตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1) พิจารณาความเหมาะสม เป็นวิธีใช้เหตุใช้ผล (Rational Approach) หรืออาศัยดุลพินิจ (Judgement) เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือว่า ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ที่ควรจะเป็นหรือไม่ มีความเหมาะสมเพียงใด ถือว่าเป็นวิธีการพื้นฐานที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ และเป็นการตรวจสอบก่อนนำเครื่องมือไปใช้งาน

2) ตรวจสอบค่าคุณภาพ เป็นวิธีที่ใช้ผลการทดสอบหรืออาศัยคะแนนที่ได้จากการสอบ (Empirical Approach) ไปคิดคำนวณค่าสถิติ เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะในด้านต่างๆ ที่จำเป็น วิธีนี้ต้องอาศัยค่าสถิติเป็นเกณฑ์การพิจารณา และเป็นการตรวจสอบหลังจากนำเครื่องมือไปใช้งานแล้ว จึงเป็นการตรวจสอบผลการวัดนั่นเอง

2.7.2 การหาความเที่ยงตรง

การหาความเที่ยงตรงของเครื่องมือ เป็นการตรวจสอบว่า เครื่องมือนั้นสามารถวัดได้ตรงตามเกณฑ์ที่ต้องการหรือไม่ เป็นคุณภาพที่จะทำให้ผลการวัดที่ได้ ความเที่ยงตรงแต่ละแบบมีวิธีการหา ดังนี้

1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา มุ่งตรวจสอบว่าเครื่องมือที่นั้น สามารถวัดเนื้อหาที่ต้องการจะวัดได้จริงหรือไม่ ส่วนใหญ่จะเป็นความเที่ยงตรงของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง มุ่งตรวจสอบคุณภาพคำถามในด้านการวัดคุณลักษณะหรือพฤติกรรมต่างๆ เป็นหลัก

3) ความเที่ยงตรงตามสภาพ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของผลการใช้เครื่องมือว่าสามารถให้ผลได้ตรงตามความเป็นจริงหรือไม่

4) ความเที่ยงตรงตามพยากรณ์ มีลักษณะกับความเที่ยงตรงตามสภาพ คือเป็นการตรวจสอบว่าเครื่องมือที่นั้นสามารถให้ผลการสอบวัดสอดคล้องกับลักษณะหรือสภาพในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดังกล่าวเป็นการหาความเที่ยงตรงที่ใช้กลุ่มบุคคลที่มีลักษณะเป็นเกณฑ์ เรียกวิธีนี้ว่า known - group technique ซึ่งนิยมใช้หาความเที่ยงตรง 2 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงตาม โครงสร้าง และความเที่ยงตรงตามสภาพ หลังจากนำไปทดสอบกับกลุ่มที่มีคุณลักษณะที่จะวัดแล้ว นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับกลุ่มทั่วไป โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{S_{x_1}^2 S_{x_2}^2}} \quad (2.1)$$

$$= \frac{1}{N_1} + \frac{2}{N_2}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติ ที่ใช้ตัดสินระดับความแตกต่าง

\overline{X}_1 แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มที่รู้ลักษณะ

\overline{X}_2 แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มทั่วไป

$S_{x_1}^2 S_{x_2}^2$ แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละกลุ่มตามลำดับ

$\frac{1}{N_1} + \frac{2}{N_2}$ แทน จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

ถ้าค่า t คำนวณ กับค่า t ตาราง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หรือ .05 ตามกำหนด หรือค่า t คำนวณมีค่ามากกว่า 2.00 ค่าประมาณ จะถือว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน นั่นคือ เครื่องมือนั้นสามารถวัดคุณลักษณะที่ต้องการ ได้อย่างแท้จริง

ตารางที่ 2.2 สรุปวิธีการหาความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

ชนิด	วิธีและลักษณะ	เกณฑ์ที่ใช้
ตามเนื้อหา	- ใช้การพิจารณา - หาได้ทั้งเป็นรายข้อ และทั้งฉบับ	- เนื้อหาในหลักสูตร - เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่ระบุใน จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม - ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา
ตามโครงสร้าง	- ใช้วิธีการพิจารณา หรือถ้าใช้ค่าสถิติ จะเป็นวิธี Known - Group - หาได้ทั้งเป็นรายข้อและทั้งฉบับ - เป็นความเที่ยงตรงของตัวเครื่องมือ	- จุดมุ่งหมายของรายวิชา - จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม - ผู้เชี่ยวชาญ - ผู้ที่รู้แน่ชัดว่ามีคุณลักษณะที่จะวัด จริง (known-group)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2(ต่อ) สรุปวิธีการหาความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

ชนิด	วิธีและลักษณะ	เกณฑ์ที่ใช้
ตามสภาพ	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้วิธีหาค่าสถิติ ส่วนใหญ่อาศัยค่าสหสัมพันธ์ - หาได้ทั้งเป็นรายชื่อ และทั้งฉบับ - เป็นความเที่ยงตรงของคะแนนที่ได้จากเครื่องมือ 	<ul style="list-style-type: none"> - คะแนนภาคปฏิบัติ - คะแนนจากการสังเกต - ความเป็นจริงที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (know-group) - คะแนนจากข้อสอบมาตรฐานที่เชื่อถือได้
ตามพยากรณ์	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้วิธีหาค่าสถิติ ส่วนใหญ่อาศัยค่าสหสัมพันธ์ - หาความเที่ยงตรงของคะแนนที่ได้จากเครื่องมือ 	<ul style="list-style-type: none"> - ความสำเร็จภายหลังการเรียน - เกรดเฉลี่ย - คุณลักษณะภายหลังการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดทำทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดันมีทั้งหมด ดังนี้

2.8.1 ความดันและหน่วยวัดความดัน

1) ความดันและหน่วยวัดความดัน (Pressure and its Measuring Units) เป็นค่าตัวแปร (Variable) ที่สำคัญมากตัวหนึ่ง ค่าตัวแปรตัวอื่นๆ ในระบบ (Pressure Measurement) สามารถวัดได้ในรูปของความดันทั้งสิ้น เช่น

1.1) การวัดค่า Flow ใช้ตัววัดลักษณะออริฟิสทำให้เกิดความดันดิฟเฟอเรนเชียล

1.2) การวัดระดับของของเหลวในภาชนะ โดยใช้หลักการวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล ที่เกิดจาก สเตติกเฮด (Static Head)

1.3) การวัดอุณหภูมิแบบเต็มของเหลวในกระเปาะ (Filled Thermal) เปลี่ยนค่าอุณหภูมิเป็นความดันก่อนแล้วอ่านอุณหภูมิในรูปของความดัน

ความดัน หมายถึง แรงที่กระทำลงอย่างสม่ำเสมอในแนวตั้งฉากบนพื้นที่ที่กำหนด ถ้ากำหนดให้ F คือแรงที่กระทำ A คือพื้นที่ที่ถูกกระทำ P คือความดันที่เกิดขึ้น จะได้

$$p = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

แรงที่กระทำอาจเกิดจากของเหลว (Liquids) ก๊าซ หรือของแข็ง (Solids) ก็ได้
หน่วยมาตรฐานสากลของความดัน (S.I Units)

แรงที่กระทำ 1N (Newton) ลงบนพื้นที่ 1 ตารางเมตรจะได้ความดันเท่ากับ 1 Pa (Pascal) ผู้ที่กำหนดหน่วยความดันนี้ขึ้นมาคือ Blaise Pascal แต่ปาสคาลเป็นหน่วยเล็กๆ ต่อมา Bar จึงได้กำหนดหน่วยในทางปฏิบัติขึ้นมา ซึ่งทั้งสองคนนี้ล้วนเป็นนักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส

$$1bar = 100,000Pa = 10^5 Pa \quad (2.3)$$

ค่าความดัน 1 bar นี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าความดัน 1 บรรยากาศ และ 1 kg/cm² มากหน่วยความดัน “bar” นี้จะเป็นหน่วยมาตรฐานสากลของทุกประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเปรียบเทียบกับหน่วยที่มีอยู่เดิม

ค่าความดันบรรยากาศโดยประมาณ (Technical Atmosphere)

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 0.981 \text{ bar}$$

ค่าความดันบรรยากาศทางฟิสิกส์ (Physical Atmosphere)

$$1 \text{ atm} = 1.01325 \text{ bar}$$

หน่วยอังกฤษ

$$1 \text{ psi} = 0.068947 \text{ bar}$$

ในรูปความสูงของน้ำและปรอท

$$1 \text{ mH}_2\text{O} = 0.09806 \text{ bar}$$

$$1 \text{ inH}_2\text{O} = 0.00249089 \text{ bar}$$

$$1 \text{ inHg} = 0.034531 \text{ bar}$$

โดยกำหนดให้ 1 บรรยากาศ = 760 mmHg ที่ปรอท 0 °C และมีความเร่งอันเกิดจากแรงโน้มถ่วง = 9.80665 m/s²

1 mmHg = ความดันอันเกิดจากความสูงของปรอท 1 mm ที่ปรอท 0 °C มีความหนาแน่น = 13.5951 g/cm³ และมีค่าความเร่งอันเกิดจากแรงโน้มถ่วง 9.80665 m/s²

1 mH₂O = ความดันอันเกิดจากความสูงของน้ำ 1 เมตร มีความหนาแน่นคงที่ 1g/cm³ และมีค่าความเร่งอันเกิดจากแรงโน้มถ่วง = 9.80665 m/s²

2) ความดันที่เกิดจากก๊าซ (Pressure of Gases) โมเลกุลของก๊าซแต่ละตัวเปรียบเสมือน ลูกบอลเล็กๆ ที่เคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาในภาชนะปิดระหว่างที่มันเคลื่อนที่อยู่ มันจะชนกันเองและชนกับพื้นที่ผิวภายในของภาชนะ การเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา การเกิดปะทะกันเอง และปะทะกับพื้นที่ผิวภายในของภาชนะเช่นนี้จะเกิดความดันขึ้น

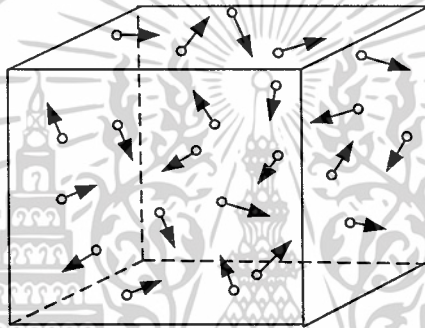
ถ้ากำหนดให้

m เป็นมวลของโมเลกุลก๊าซมีหน่วยเป็น kg

v เป็นความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซมีหน่วยเป็น m/s

n เป็นจำนวนของโมเลกุลก๊าซที่บรรจุอยู่ในภาชนะปริมาตร 1 m^3
จะได้

$$p = \frac{1}{3} n.m.v^2 \quad (2.4)$$



รูปที่ 2.4 การเคลื่อนที่ของ โมเลกุลก๊าซ

เมื่อก๊าซได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของโมเลกุลก๊าซสูงขึ้นหรือเมื่อก๊าซถูกอัดตัวให้มีปริมาตรเล็กลง ทำให้มีจำนวนโมเลกุลก๊าซต่อ 1 m^3 สูงขึ้น ผลที่ได้คือ จะทำให้ความดันสูงขึ้น

3) ความดันที่เกิดจากของเหลว (Pressure of Liquids) จะมีมวลหนาแน่นมากกว่าก๊าซ ในทางปฏิบัติถือว่าของเหลวเป็นสารที่อัดตัวไม่ลง (Incompressible) ถ้าเปรียบเทียบกับก๊าซแล้ว ก๊าซเป็นสารที่อัดตัวลง (Compressible) เมื่อของเหลวถูกบรรจุในภาชนะ โมเลกุลของของเหลวจะทับบมกันลงไปเรื่อยๆ จากบนลงสู่ล่างทำให้ความดันเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามขนาดความสูงของของเหลวต่างๆ

ความดันที่เกิดจากของเหลวลักษณะนี้เรียกว่า สเตติกเฮด (Static Head) หรือเรียกสั้นๆ ว่า เฮด (head)

พิจารณาสมการที่ 2.5

ถ้ากำหนดให้

P คือ ความดันอันเกิดจากของเหลวมีหน่วยเป็น bar นั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลวมีหน่วยเป็น kg/m^3

h คือ ความสูงของของของเหลวมีหน่วยเป็น m

g คือ แรงโน้มถ่วงมีหน่วยเป็น m/s^2

จะได้

$$P = h \cdot \rho \cdot g \quad (2.5)$$

ค่าสแตติกเฮดของของเหลวที่มีความสูงเท่ากัน ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของเหลวนั้น
ปรอทที่จะทำให้เกิดสแตติกเฮด 13.6 เท่าของน้ำในความสูงที่เท่ากัน

จากสูตร

$$P = P_1 - P_2 = \Delta h \cdot \rho \cdot g \quad (2.6)$$

เครื่องวัดแบบนี้เรียกว่า มาโนมิเตอร์ (Manometer) เป็นวิธีการวัดที่เก่าแก่ที่สุด เมื่อสมัยยุค
แรกๆของเครื่องจักรไอน้ำก่อนที่จะมีเครื่องมือวัดหลายอย่างเช่นในปัจจุบัน

4) รูปแบบของความดัน (Types of Pressure) จะมีความดันแตกต่างกันไปตามจุดอ้างอิง
(Reference) ที่มีค่าเป็นศูนย์ในทางปฏิบัติจะมี 4 รูปแบบคือ

4.1) ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure)

ค่าความดันสัมบูรณ์มีจุดศูนย์อยู่ที่จุดสุญญากาศ (Absolute Vacuum) ค่าที่กำหนดเป็น
ความดันสัมบูรณ์จะมีตัวย่อท้ายเป็น “abs” หรือ “a” เช่น bar_{abs} , Psia หรือ $\text{kg/cm}^2_{\text{abs}}$ ค่าความดัน
สัมบูรณ์นี้เป็นค่าที่ใช้สำหรับการคำนวณทางเทอร์โมไดนามิก เช่น การหาประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ
(Boiler)

4.2) ความดันเกจ (Gauge Pressure)

ค่าความดันเกจจะอ้างอิงค่าศูนย์ (Zero Reference) ที่ความดันบรรยากาศ โดยค่าจะบอก
เป็นค่าที่สูงกว่าความดันบรรยากาศขึ้นไป ซึ่งค่าความดันบรรยากาศนี้จะถือที่ระดับน้ำทะเลเฉลี่ย
(Mean Sea Level) มีค่าเท่ากับ $1.01325 \text{ bar}_{\text{abs}}$ ถ้าวัด ณ จุดใดๆ บนพื้นโลกจะมีค่าแตกต่างกัน
ประมาณ 5% ในทางปฏิบัติจะถือโดยประมาณว่าเท่ากัน งานส่วนใหญ่ในงานอุตสาหกรรมจะบอก
เป็นความดันเกจแทบทั้งสิ้น ค่าที่กำหนดเป็นความดันเกจนี้ จะมีตัวย่อต่อท้ายเป็น g เช่น bar_{g} ,
 $\text{kg/cm}^2_{\text{g}}$ หรือ Psig

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเปรียบเทียบค่าความดันสัมบูรณ์กับความดันเกจแล้ว ความดันสัมบูรณ์จะมีค่ามากกว่า 1.01325 bar หรือ 14.696 Psi

$$P_{abs} = P_g + Atmosphere \quad (2.7)$$

4.3) ความดันดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Pressure)

ค่าความแตกต่างของความดันระหว่างจุด 2 จุด ความดันดิฟเฟอเรนเชียล จะมีค่าเป็นศูนย์ ที่ความดันทั้งสองจุดที่วัดมีค่าเท่ากัน

ค่าที่กำหนดเป็นความดันแตกต่างจะมีตัวย่อต่อท้ายว่า d หรือ D เช่น kg/cm^2 , Psid หรือ bar, บางครั้งอาจเขียนย่อว่า ΔP ซึ่งหมายถึงค่าความดันดิฟเฟอเรนเชียลเช่นเดียวกัน ในการใช้งานตัวกรองน้ำมัน (Strainer) เราสามารถกำหนดเวลาทำความสะอาดตัวกรองนี้ได้ โดยดูค่าความดัน ดิฟเฟอเรนเชียลที่หน้าและหลังตัวกรอง ถ้าค่าความดันดิฟเฟอเรนเชียลน้อยแสดงว่าตัวกรองยังสะอาด แต่ถ้าค่าความดันดิฟเฟอเรนเชียลสูงขึ้นแสดงว่ามีสิ่งสกปรกมาติดมากแล้ว จะขึ้นอยู่กับเวลาที่เปลี่ยนตัวกรองได้หรือ

4.4) ความดันสุญญากาศ (Vacuum)

อ้างอิงจุดศูนย์ที่ความดันบรรยากาศและค่าจะมากขึ้นเมื่อดันลดลง ค่าจะได้สูงสุดที่จุดศูนย์ของความดันสัมบูรณ์ (Zero Absolute) Vacuum นี้บางทีอาจจะเรียกว่าความดันลบ (Negative Pressure) นิยมกำหนดหน่วยเป็นค่าความดันสูงของของเหลว เช่น mm Hg, inHg หรือถ้ามีค่าน้อยๆ อาจกำหนดเป็น mmH_2O , inH_2O และจะมีตัวย่อต่อท้ายด้วย Vac เช่น 758 mm Hg_{vac} ซึ่งหมายถึงมีค่าความดันต่ำกว่าบรรยากาศลงไป 758 mmHg

โดยปกติช่วงการวัดระดับ Vacuum แบ่งเป็น 4 ระดับคือ

- 1) ระดับกลาง (Medium) ตั้งแต่ 25 mmHg_{vac} ถึง 736 mmHg_{vac}
- 2) ระดับค่อนข้างสูง (Medium Hight) ตั้งแต่ 1 ถึง 10^{-3} torr
- 3) ระดับสูง (Hight) 10^{-3} ถึง 10^{-7} torr
- 4) ระดับสูงสุด (Ultrahigh) น้อยกว่า 10^{-7} torr

ในช่วงความดันสุญญากาศ (Vacuum) สูงๆ หน่วยที่จะใช้เรียกเป็น torr “1 torr” หมายถึง 1 mmHg จุดศูนย์อยู่ที่จุดความดันศูนย์สัมบูรณ์ ซึ่งหน่วยนี้ตั้งขึ้น เพื่อเป็นเกียรติแก่ “torricelli” นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี ที่เป็นผู้ค้นพบว่า ความดัน 1 บรรยากาศมีค่า 760 mmHg ข้อควรสังเกต ในรูปความสูงของน้ำ ตัวย่อหลังของหน่วยความสูง จะมีหลายอย่าง que หมายถึงน้ำ เช่น m Ws หรือ mAg, mWc ซึ่งหมายถึงน้ำทั้งสี่ (Waccer, Aqua, water Colum)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 มาโนมิเตอร์

หลักการ มาโนมิเตอร์จะอาศัยหลักการความสมดุลของแรงโน้มถ่วง (gravity balance) โดยให้ความดันแตกต่างมีค่าเท่ากับความสูงแตกต่างของของเหลวในท่อแก้ว

1) มาโนมิเตอร์รูปตัว U (U-TUBE Manometer) เมื่อมีความดันแตกต่าง ความดันด้านสูงจะดันให้ของเหลวจากด้านขวาของหลอดแก้วไหลไปยังอีกข้างหนึ่ง ของเหลวจะหยุดเมื่อแรงที่เกิดจากความดันแตกต่างสมดุลกับแรงที่เกิดจากน้ำหนักของของเหลวในหลอดแก้วด้านซ้าย

ถ้ากำหนดให้

g คือ แรงโน้มถ่วง

ρ_m คือ ความหนาแน่นของของเหลว

ρ_a คือ ความหนาแน่นของ Fluid เหนือ ของเหลวในที่นี้หมายถึงอากาศจะได้

$P_1 - P_2 = \Delta h (\rho_m - \rho_a) \cdot g$ เพราะเหตุว่า $\rho_m \gg \rho_a$ ในทางปฏิบัติจึงถือว่า $\rho_a = 0$

จะได้สูตร

$$\Delta P = \Delta h \cdot \rho_m \cdot g \quad (2.8)$$

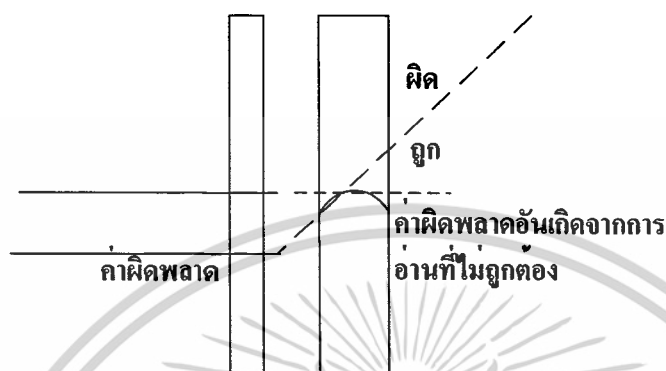
จากสมการ จะเห็นว่าผลต่างของความดันขึ้นอยู่กับความสูงแตกต่างของของเหลว และความหนาแน่นของของเหลว ดังนั้นการเลือกชนิดของของเหลว และการกำหนดความสูงของ ท่อแก้วจึงเป็นการกำหนดขนาดของความดันที่จะวัด เช่น ถ้ากำหนดความสูงของท่อแก้ว 1 เมตรน้ำจะใช้วัดความดันได้ 0-98.1 mbar พรอทจะใช้วัดความดันได้ 0-1.3342 bar ของเหลวที่ใช้ในปัจจุบันได้แก่ น้ำ พรอท และน้ำมันผสมที่ไม่ระเหย

คุณสมบัติของของเหลวที่จะเติมลงในมาโนมิเตอร์ จะต้องเป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยาหรือรวมตัวกับสาร (Fluid) ที่ต้องการวัดความดันในระบบ จะต้องไม่เป็นพิษ ไม่กัดกร่อน ไม่แข็งตัวหรือไม่เดือดในสถานะใช้งาน

ความผิดพลาดของการวัดด้วยวิธีนี้ประมาณ $\pm 0.3\%$ สำหรับการวัดที่ต้องการหาค่าแน่นอนอุณหภูมิที่ต่างไปจากค่ากำหนด (ค่า Reference) ความบริสุทธิ์ของของเหลว ความดันบรรยากาศ ณ จุดที่วัดที่อาจเปลี่ยนไปจะต้องนำมาคำนวณแก้ด้วย ซึ่งค่าต่างๆ เหล่านี้จะทำให้ความหนาแน่นของของเหลวเปลี่ยนไป อันจะทำให้ค่าความผิดพลาดสูงขึ้นทั้งสิ้น

ค่าความตึงผิวของของเหลว ที่ใช้เติมลงในมาโนมิเตอร์จะทำให้ระดับของของเหลวไม่เรียบ น้ำหรือน้ำมันผสมมีค่าความตึงผิวต่ำ ทำให้มีน้ำบางส่วนเกาะกับผิวผนังภายในท่อพรอทมีค่าความตึงผิวสูง ทำให้ระดับใจกลางท่อสูงกว่าผิวผนังภายในท่อ ผลของความตึงผิวนี้อาจทำให้ การอ่านค่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิดไปได้ ค่าที่ถูกต้องอ่านจากระดับจุดศูนย์กลางภายในท่อการอ่านค่าที่ผิด ลักษณะนี้เรียกว่า พาราแลกซ์ (Parallax)



รูปที่ 2.5 ผลของค่าความตึงผิวของของเหลวที่อาจทำให้การอ่านค่าผิดได้

มาโนมิเตอร์รูปตัว U นี้เป็นแบบที่ใช้วัดความดันแตกต่าง (ΔP) ถ้าด้านที่มีความดันต่ำเปิดสู่บรรยากาศ ค่าความดันแตกต่างที่อ่านได้เป็นค่าความดันเกจ หรือจะใช้วัดค่า Vacuum ก็ได้ งานการใช้งานของมาโนมิเตอร์ เริ่มจากค่าต่ำกว่าบรรยากาศ (Vacuum) จนถึงความดันประมาณ 1 bar มาโนมิเตอร์รูปตัว U ใช้ในงานสอบเทียบค่า (Calibration) ในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) และชี้บอกความดัน ณ จุดที่วัด (Local Indication) ในกรณีของไหล (Fluid) ในระบบเป็นของเหลว เช่น น้ำ หรือน้ำมัน เป็นการวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียลคร่อมตัววัดออริฟิส ที่ต้องการหาอัตราการไหลของน้ำโดยใช้ปรอทเป็นสารที่ใช้เติมในมาโนมิเตอร์

2) มาโนมิเตอร์แบบใช้ของเหลว 2 ชนิด (2 Liquids Type Manometer) จะให้ความไวในการวัด (Sensitivity) มากกว่าแบบใช้ของเหลวชนิดเดียว 8 ถึง 12 เท่า ค่าความไวในการวัด ($\Delta h / \Delta P$) จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความหนาแน่นของของเหลวทั้งสองชนิด ถ้ามีความแตกต่างน้อย ค่าความไวในการวัดจะสูงขึ้น และความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดของกระเปาะด้านบนทั้งสองของมาโนมิเตอร์กับพื้นที่หน้าตัดของมาโนมิเตอร์รูปตัว U ถ้ามีความแตกต่างกันมาก ค่าความไวในการวัดก็จะสูงขึ้น

ค่า ΔP 22 N/m^2 นี้เปรียบเทียบกับสแตติกเฮดของน้ำ = $2.24 \text{ mmH}_2\text{O}$

จะเห็นได้ว่าถ้าใช้น้ำอย่างเดียวจะได้ระยะความสูงเปลี่ยนเพียง $2.24 \text{ mmH}_2\text{O}$ เท่านั้น แต่ถ้าใช้ของเหลว 2 ชนิด จะให้ระยะความสูงเปลี่ยนแปลงถึง 2.5 mm ซึ่งค่าความไวในการวัดจะมากกว่าถึง 12 เท่า แต่มาโนมิเตอร์แบบนี้ใช้สำหรับวัดความดันก๊าซเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) **มาโนมิเตอร์แบบท่อเดี่ยว (Single Tube Manometer)** คัดแปลงมาจากมาโนมิเตอร์ รูปตัว U เพื่อให้สะดวกในการอ่านค่าโดยให้พื้นที่หน้าตัดด้านบนของหลอดแก้วข้างหนึ่งใหญ่กว่าอีกด้านมากๆ

หลักการการทำงานของมาโนมิเตอร์แบบท่อเดี่ยว เมื่อป้อนความดันเข้าสู่กระเปาะจะทำให้ปริมาตรของของเหลวที่ตกลงในกระเปาะ = ปริมาตรของเหลวที่สูงขึ้นในหลอดแก้ว

ให้ A เป็นพื้นที่หน้าตัดของกระเปาะ

h_1 เป็นระยะความสูงเปลี่ยนแปลงในกระเปาะ เมื่อป้อนความดัน P_1 เข้าสู่กระเปาะ

a เป็นพื้นที่หน้าตัดของท่อแก้วด้านวัด

h_2 เป็นระยะความสูงเปลี่ยนแปลง

P_2 เป็นความดันที่มีอยู่ปกติของท่อแก้วด้านวัดจากหลักการข้างต้นจะได้

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h_2 \left(1 + \frac{a}{A}\right) \quad (2.9)$$

4) **มาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง (Inclined Manometer)** ได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้วัดความดันค่าต่ำๆ จนถึง 10 mbar ระดับความสูงต่ำของความดันที่จะวัดขึ้นอยู่กับมุม α มาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง ส่วนใหญ่จะปรับมุม α นี้ได้

$$P_2 - P_1 = \rho \cdot g \cdot L \cdot \sin \alpha \quad (2.10)$$

$$h = L \cdot \sin \alpha$$

ประโยชน์ของการปรับท่อเอียงนี้คือ สามารถอ่านค่าความดันได้ละเอียดมากกว่า

ถ้าเป็นมาโนมิเตอร์แบบท่อตรงระดับความสูงจะอ่านได้ 3 mm แต่ถ้าเราปรับท่อแก้วให้เอียงได้ ระดับความสูงที่เท่ากันนี้สามารถยืดระยะไปได้ถึง 5 mm จะเห็นว่าถ้าค่า a มีค่าน้อยลง ระยะการอ่านก็จะเพิ่มขึ้น

ถ้าให้อัตราส่วน $\Delta L / \Delta P$ หรือ $\Delta L / (P_2 - P_1)$ เป็นค่าความไวของเครื่องมือวัด (Sensitivity) มาโนมิเตอร์แบบท่อเอียงจะให้ค่าความไวสูงกว่าแบบท่อตรงที่ให้ค่าความไวของการวัดเพียง $\Delta h / \Delta P$ ซึ่งเหมาะสำหรับความดันค่าต่ำๆ เช่น 1 – 5 mmH₂O

5) มาโนมิเตอร์แบบแรงสมดุลบนวงแหวน (Ring Balanced) ใช้หลักการของแรงสมดุลบนวงแหวน ลักษณะเป็นท่อกลมใส ขดเป็นวงกลม ณ จุดที่วงบรรจบกันจะถูกปิดกั้นและมีท่อต่อความดันที่จะวัดเข้าด้านข้างของจุดปิดกั้นทั้งสอง ซึ่งเมื่อเติมของเหลว ความดันทั้งสองถูกแบ่งออกเป็นสองห้อง วงแหวนจะถูกตั้งอยู่บนลิ้มลักษณะคมปิด ณ จุดศูนย์กลางของมันเป็นอย่างอิสระ (Fulcrum) ด้านล่างจะมีน้ำหนัก G ถ่วงอยู่

ถ้ากำหนดให้

R เป็นรัศมีวัดจากจุดศูนย์กลางของวงแหวนถึงจุดศูนย์กลางของน้ำหนักถ่วง

r คือ รัศมีของวงแหวน

G คือ แรงอันเกิดจากน้ำหนักถ่วง

A คือ พื้นที่หน้าตัดวงแหวน

จากการเข้าสมการ Moment ณ จุดสมดุลบนวงแหวน

จะได้ $A(P_2 - P_1)r = G.R.\sin \alpha$

$$P_2 - P_1 = \left(\frac{R}{r}\right)\left(\frac{G}{A}\right).\sin \alpha$$

$$\Delta P = \left(\frac{R}{r}\right)\left(\frac{G}{A}\right).\sin \alpha \quad (2.11)$$

วิธีการลักษณะนี้พบเสมอในการวัดค่าความดันดิฟเฟอเรนเชียลต่ำๆ (Low Differential Pressure) เช่น ใช้วัดอัตราการไหลของอากาศ (Air Flow) ค่าความผิดพลาดประมาณ $\pm 0.5\%$ ให้ความไวในการวัดสูง ความหนาแน่น และอุณหภูมิของของเหลวภายในวงแหวนไม่มีผลต่อการวัด สิ่งสำคัญคือ ท่อที่ใช้ต่อนำความดันเข้าทั้งสองด้านจะต้องเป็นท่อพลาสติกอ่อนขนาดเล็กที่สามารถอ่อนตัวตามวงแหวนได้ง่าย มิฉะนั้นจะทำให้ค่าที่วัดอาจผิดพลาดได้เนื่องจากท่ออ่อนเหนียวรั้งตัววงแหวน

6) ข้อดีและข้อด้อยของมาโนมิเตอร์

ข้อดี (Advantages)

- 1) เหมาะสำหรับงานความดันต่ำๆ จาก 1–2 mmH₂O ไปจนถึง 1 bar สามารถวัด Vacuum หรือความดัน Differential ได้ดี
- 2) ให้ความเที่ยงตรง (Accuracy) และความไวในการวัดสูง (Sensitivity)
- 3) สามารถเลือกของเหลวที่มีความหนาแน่น (Density) ต่างๆ กันได้มาก
- 4) เป็นแบบที่มีโครงสร้างง่ายที่สุด ราคาถูก สามารถทำขึ้นใช้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อด้อย (Disadvantages)

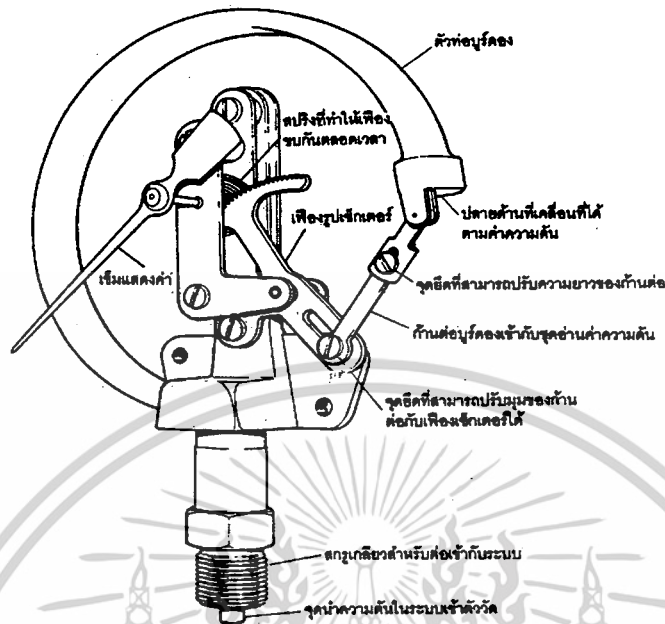
- 1) ไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน เมื่อเกิดความดันเกินขนาด (Ove Range)
- 2) วัดความดันได้ในย่านต่ำๆ เท่านั้น
- 3) อาจเกิดปฏิกิริยาทางเคมีหรือการระเหยตัว, กลั่นตัว, ถ้าเลือกของเหลวใช้เดิมที่ไม่ถูกต้อง
- 4) ต้องปรับระดับก่อนการใช้งานทุกครั้ง

2.8.3 บูร์ดอง

ในสมัยแรกๆ มีการประดิษฐ์เครื่องวัดของ Otto Von Guericke (ค.ศ. 1602 – 1686) ได้ใช้มาโนมิเตอร์ในการวัดความดัน แต่ย่านการวัดของมันก็ยังไม่เพียงพอ ในคริสต์ศักราช 1848 Eugene Bourdon วิศวกรชาวฝรั่งเศส ได้จดทะเบียนลิขสิทธิ์ขึ้นหลังจากที่ปรับปรุงจนใช้งานได้ บูร์ดองเป็นตัววัดความดันที่ประดิษฐ์ขึ้นได้ก่อนโคอะเฟรม ซึ่งถูกประดิษฐ์ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1850 โดย Schaffer วิศวกรชาวเยอรมัน

บูร์ดองเป็นเครื่องวัดที่นิยมใช้มากที่สุดในงานอุตสาหกรรม ประมาณ 95 % ของเกจวัดความดันที่พบเป็นบูร์ดองทั้งสิ้น เพราะเป็นแบบที่มีโครงสร้างง่ายๆ ราคาถูก วัดความดันได้ถึงย่านสูงๆ แบบพิเศษอาจถึง 6,800 bar หรือ 100,000 Psig ความเที่ยงตรงดีเมื่อเทียบกับราคา และสามารถออกแบบให้ใช้งานร่วมกับทรานสมิตเตอร์หรือเครื่องบันทึกค่าได้

1) หลักการทำงานและโครงสร้างของบูร์ดอง มีลักษณะเป็นท่อโลหะที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรี (Oval) และงอขึ้นเป็นส่วนโค้งของวงกลมหรือเป็นขด ปลายข้างหนึ่งปิด เมื่อมีความดันต่อเข้าปลายอีกด้านหนึ่งที่เปิดและถูกตรึงอยู่กับที่



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของบูร์ดอง

ความดันที่มีต่อบูร์ดองจะทำให้เกิดความเครียด (Stress) บูร์ดองจะพยายามเหยียดตัวออกให้ตรง ทำให้ปลายข้างที่บิดเคลื่อนที่ไป การเคลื่อนที่ของปลายท่อด้านนี้จะเปลี่ยนไปเป็นอัตราส่วนกับความดันที่อยู่ภายในท่อ เราสามารถทราบค่าของความดันจากระยะการเคลื่อนที่ไปนี้

2) บูร์ดองที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

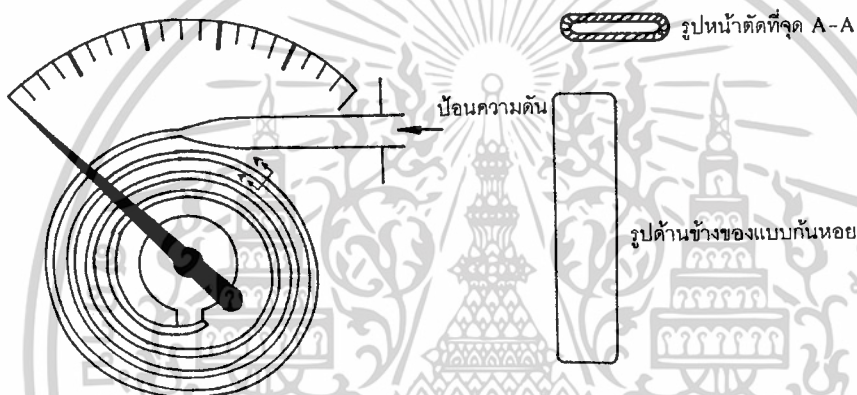
มีอยู่ประมาณ 3 รูปแบบ

2.1) บูร์ดองแบบรูปตัว C ตัวบูร์ดองถูกสร้างขึ้นเป็นส่วนโค้งของวงกลมประมาณ 270° จึงเรียกว่าแบบตัว C หลักการเหมือนที่ได้กล่าวแล้วในตอนต้น โดยปกติแล้วจะเหยียดตัวออก 2-7 mm เท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการขยายระยะทางการเคลื่อนที่ (Movement) นี้เพื่อไปชี้บอกที่หน้าปัดให้มีระยะหรือมุมกว้างกว่านี้ โดยใช้เฟืองซุกขยายซึ่งติดตั้งอยู่ตรงกลางตัวเกจวัดความดัน

แต่ซุกขยาย Movement บางแบบถูกออกแบบสำหรับเกจวัดความดันที่ต้องใช้งานอยู่ในตำแหน่งที่มีความสั่นสะเทือนสูงหรือสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลา เพื่อซุกขยายจะหลวม (Wear) และมีระยะเวลาการใช้งานสั้นลง ซุกขยายแบบพิเศษนี้จะใช้เกลียวหนอน ซึ่งผิวในร่องเกลียวขัดมันเป็นพิเศษเพื่อลดความฝืดระหว่างตัว Cam Sector กับเกลียวหนอนพิเศษอันนี้ เมื่อความดันทำให้ท่อบูร์ดองเกิด Movement ส่งผ่าน Cam Sector เข้าหาตัวเกลียวหนอนจับตัวเกลียวหนอนให้หมุนเต็มซีกบอกค่าความดัน เนื่องจากตัวเกลียวหนอนมีความแข็งแรงจึงไม่เกิดการหลวม ทำให้ทนต่อการใช้งานในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กันดีกว่า เช่น เป็นเกทที่ต้องติดตั้งกับเครื่องกังหัน (Turbine) ปัมป์หรือคอมเพรสเซอร์ แต่เป็นตัวเลือกความดันที่มีราคาแพงกว่าแบบใช้เฟืองชดชยาย

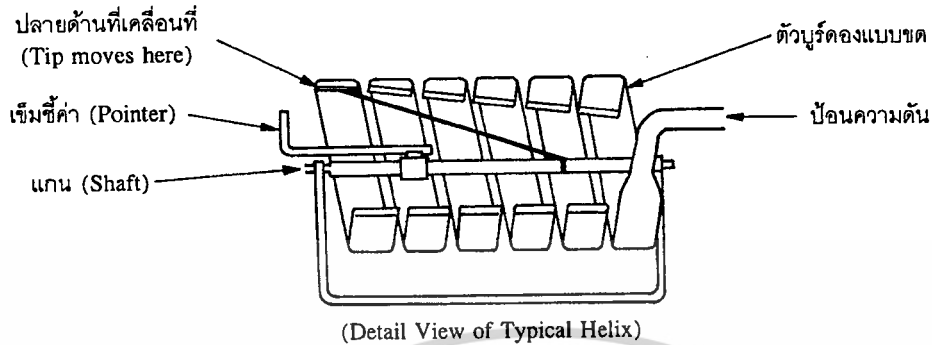
2.2) นูร์ดองแบบก้นหอย (Spiral) ลักษณะหน้าตัดของนูร์ดองแบบก้นหอยเหมือนกับแบบตัว C แต่ถูกขดขึ้นเป็นรูปก้นหอย เมื่อมีความดันกระทำอยู่ภายใน ก้นหอยจะพยายามคลายตัวออก ทำให้ปลายด้านที่ปิดเคลื่อนที่ไปเข็มหรือปากกา (Pen) ของเครื่องบันทึก (Recorder) จะต่ออยู่กับปลายด้านนี้ แบบก้นหอยจะให้ค่าระยะทางการเคลื่อนที่มากกว่าแบบตัว C จึงไม่จำเป็นต้องมีเฟืองชดชยาย



รูปที่ 2.7 นูร์ดองแบบก้นหอย

ความเที่ยงตรงของแบบก้นหอยดีกว่าแบบตัว C คือมีค่าผิดพลาดประมาณ $\pm 0.5\%$ ของค่าเต็มสเกล

2.3) นูร์ดองแบบขดซ้อน (Helix) ลักษณะของแบบขดซ้อนคล้ายแบบก้นหอย แต่การขดที่มีรัศมีเท่ากันและขดเป็นวงซ้อนขึ้นไปหลายๆ วง แบบขดซ้อนเป็นแบบที่ให้ระยะทางการเคลื่อนที่ของนูร์ดองมากที่สุด



รูปที่ 2.8 ภาพตัดของบู่คองแบบขดซ้อน (Helix)

เข็มหรือปากกาจะติดอยู่กับปลายด้านที่ปิด โดยตรง ซึ่งเคลื่อนที่ไปตามความเครียด (Stress) อันเกิดจากความดันที่กระทำอยู่ภายใน ขดซ้อนเป็นแบบที่ทนต่อค่าความดันเกิดพิกัด (Overrange) ได้ดีที่สุดในทุกแบบของบู่คองซึ่งอาจสูงถึง 10 เท่า ของค่าเต็มสเกลของหน้าปิด โดยไม่เสียหายมีเสถียรภาพการใช้งาน (Stability) ดี และทนต่อความดันที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Fluctuating) ได้ดี จำนวนขดซ้อนจะแปรเปลี่ยนไปตามย่านความดัน (Pressure Rang) ที่ต้องการ ความดันต่ำจำนวนขดซ้อนจะน้อยและค่อยๆ มากขึ้นตามขนาดของความดัน อาจถึง 16 รอบหรือมากกว่า

3) ค่าลิเนียร์ตี (Linearity) ค่าลิเนียร์ตีของตัววัดความดันแบบบู่คองขึ้นอยู่กับรูปแบบของหน้าตัดของท่อบู่คอง

ความหนาของท่อบู่คองจะขึ้นกับความดันที่วัด เป็นการแสดงให้เห็นถึงความหนาของบู่คองที่ใช้วัดความดัน 0.6 bar หนาเพียง 1/5 mm และกับความดัน 600 bar ความหนาถึง 3 mm

บู่คอง โดยทั่วไปจะสามารถรับโหลดไซเคิลได้อย่างน้อยที่สุด 200,000 ครั้งของอายุการใช้งาน แต่จำนวนโหลดไซเคิลนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

4) ฮิสเทอรีซิส (Hysteresis) ถ้าเราป้อนความดันเข้าตัววัดบู่คองซ้ำๆ จากศูนย์จนกระทั่งถึงค่าเต็มสเกล และลดความดันลงจากเต็มสเกลกลับลงสู่ศูนย์อีกครั้ง เมื่อเราเขียนเส้นแสดงค่าความดันที่แท้จริงกับค่าที่ท่อบู่คองชี้บอกที่หน้าปิดแล้ว คือเมื่อลดความดันลง จะยังคงมีพลังงานบางส่วนตกค้างในตัวบู่คอง จะเห็นได้ชัดเมื่อลดความดันเป็นศูนย์แล้วเข็มของตัวบู่คองยังเหลือค่าอยู่เล็กน้อย ลักษณะฮิสเทอรีซิสของตัววัดแบบบู่คอง จะเหมือนกับฮิสเทอรีซิสในวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า ขณะที่ความดันจริงยังมีค่าน้อยอยู่บู่คอง จะยังไม่ขยับชี้บอกค่าจนกระทั่งความดันจริงสูงกว่าค่าๆ หนึ่ง เรียกว่า “Threshold”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮีสเตอร์ซิสของเกจวัดความดันที่ชี้ 2 ทาง เช่น Compound Gauge ค่าของฮีสเตอร์ซิส มีส่วนสัมพันธ์กับ

- ขนาดของความดันที่ป้อน (Magnitude of the Load)
- วัสดุที่ใช้ทำตัวบัวร์ดอง (Material Structure)
- สภาพของผิวท่อ (Quality of Tube Surface)

5) การปรับลิเนียร์ตี ชูดขยาย Movement ของตัววัดจะเปลี่ยนระยะทางการเคลื่อนที่ของตัววัด 2-7 mm เป็นการหมุนของเข็มรอบหน้าปัด 270° การปรับแต่งให้เข็มชี้บอกค่าได้จากศูนย์จนถึงค่าเต็มสเกล และลิเนียร์ตีของตัววัด เราสามารถปรับจากชูดขยายนี้ได้

เนื่องจากตัววัดบัวร์ดองเองก็มีอัตราส่วนของ การเปลี่ยนแปลงระยะของตัววัดต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความดัน ไม่ลิเนียร์ตลอดย่านตามกราฟแสดงคุณสมบัติ (Characteristic Curve) การเบี่ยงเบนของลิเนียร์ตี จะทำให้ค่าที่จุดต่างๆ บนหน้าปัดลิเนียร์ จึงต้องอาศัยการปรับแต่งช่วย จุดที่ต้องปรับคือมุม β ซึ่งเป็นมุมระหว่างก้านต่อ (Connecting Link) กับตัวเฟืองรูปเซ็กเตอร์ (Sector Gear)

ถ้ามุม β มีค่า 83% ลิเนียร์ตีจะผิดพลาดไปทางบวก เมื่อเพิ่มค่ามุม β ขึ้นเป็น 87°, 90°, 94° และ 98° ไปโดยลำดับแล้ว ค่าผิดพลาดลิเนียร์ตี จะลดลงตามลำดับจนมีค่าผิดพลาดไปในทางลบ จากการพิจารณามุม β ค่ามุม β ที่ 90° จะดีที่สุด เพราะลิเนียร์ตีจะผิดพลาดน้อยที่สุดค่าผิดพลาดในส่วนนี้จะต้องแก้ไขโดยกำหนด (Calibrate) ค่าที่หน้าปัดช่วย ค่าที่เข็มชี้บอกจึงเป็นค่าที่เที่ยงตรง

เมื่ออุณหภูมิภายนอกเปลี่ยนแปลง จะทำให้ค่าที่วัดเปลี่ยนไป ชูดขยายบางแบบจึงได้ใส่แถบโลหะคู่ (Bimetal Strip) เข้าไประหว่างก้านต่อกับเฟืองรูปเซ็กเตอร์ เพื่อเป็นปรับระยะ r ซึ่งให้ $r = f(t)$ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ระยะ r จะลดลง และจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลด เพื่อชดเชยค่าที่วัดชี้บอกให้ถูกต้องตลอดเวลา

6) ข้อดีและข้อด้อยของบัวร์ดอง

ข้อดี

- 1) ราคาค่อนข้างถูก
- 2) มีโครงสร้างง่าย
- 3) มีขนาดทุกย่านการใช้งาน (Range) ให้เลือกตั้งแต่ 15 Psig จนถึง 100,000 Psig
- 4) สามารถออกแบบให้เข้ากับทรานสดิวเซอร์แบบต่างๆ ทั้งแบบนิวแมติกส์ และอิเล็กทรอนิกส์ได้

5) ให้ความเที่ยงตรงในการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อค้อย

1) ฮีสเตอร์ซีตกว้าง

2) ใช้กับงานในจุดที่มีความสั่นสะเทือนหรือช็อกสูงๆ จะมีปัญหา ยกเว้นแบบที่ไม่ใช่
เฟืองสำหรับขยาย (Mechanical Movement)

3) ตัววัดแบบบัวร์ดองจะใช้วัดได้ดีสำหรับความดันที่มีค่ามากกว่า 15 Psig หรือ 1 bar ขึ้น
ไปถึง 100,000 Psig หรือ 6800 bar สำหรับค่าความดันน้อยกว่า 15 Psig ลงมา เนื่องจากบัวร์ดองมี
คุณสมบัติ Low Spring Gradient จึงไม่นิยมใช้ในย่านความดันต่ำๆ โดยทั่วไป

แบบ C วัดความดันได้จาก 1 – 6800 bar ค่าผิดพลาด $\pm 0.5 - 5\%$ ของค่าเต็มสเกล

แบบกันหอย วัดความดันได้สูงถึง 6800 bar ค่าผิดพลาดประมาณ $\pm 0.5\%$ ของค่าเต็มสเกล

แบบชดช้อน วัดความดันได้จาก 14–5330 bar (200 – 80,000 Psig) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้
ทำ

7) การเลือกวัสดุใช้ทำบัวร์ดอง วัสดุที่ใช้ทำตัวบัวร์ดองมีหลายชนิด แล้วแต่ลักษณะของงาน
เช่น ฟอสเฟอร์บรอนซ์, เบอร์ลิเดียม - ทองแดง, 4130 อลลอยสตีล, 316 และ 403 สแตนเลสสตีล, K
- monel และ Ni – Span C จะเลือกใช้วัสดุทำตัวบัวร์ดองขึ้นอยู่กับ Fluid ในระบบ, ย่านความดัน,
อุณหภูมิและสภาพการกัดกร่อนของ Fluid นั้น

2.8.4 เบลโลว์และไดอะแฟรม

1) หลักการทำงานของเบลโลว์ เบลโลว์เป็นตัววัดประเภท Resilient หรือยืดหยุ่น
เช่นเดียวกับแบบบัวร์ดอง คือเปลี่ยนความดันมาเป็น Movement จะมีโครงสร้างของตัววัดเป็นรูป
ทรงกระบอกบางกลวง ผนังมีลักษณะเป็นลูกฟูกเพื่อให้ยืดหยุ่นได้

เมื่อต่อความดันเข้าด้านบน จะทำให้เบลโลว์ยืดตัวออกมาทางด้านล่าง ผลักดันให้เข็ม
เคลื่อนที่ไปชี้บอกค่าที่สเกลตามความแรงของความดัน เหมาะสำหรับวัดความดันค่าต่ำๆ หรือ
Vacuum ย่านการใช้งานจะอยู่ประมาณ 0 – 1.5 bar สำหรับเครื่องวัด หรือเครื่องควบคุมแบบนิวเม-
ติกส์ เบลโลว์อาจวัดได้ถึง 135 bar

เพื่อยืดอายุการใช้งานของเบลโลว์ และความเที่ยงตรงดีขึ้น จึงใช้สปริงติดตั้งอยู่ในเบลโลว์
ความดันที่ป้อนเข้าไปจะทำให้เบลโลว์ยืดตัวออกมีแรงกระทำสวนทางกับแรงสปริง วิธีนี้จะป้องกันการ
เสียหายของตัวเบลโลว์จากการป้อนความดันสูงกว่าขีดกำหนดได้ แต่สปริงที่ใช้ต้องผ่าน
กรรมวิธีอบร้อนอย่างสม่ำเสมอ จนมีค่า Spring Constant คงที่ เพราะจะมีผลต่อค่าผิดพลาดโดยตรง

2) การประยุกต์ใช้งานของเบลโลว์ มีขนาดเล็กและมีคุณสมบัติให้ Movement และส่งแรง
ขับเข็มหรือคานของอุปกรณ์ควบคุม ที่ความดันขนาดต่ำๆ ดีกว่าตัววัดแบบอื่นๆ จะให้ความไวใน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดมากกว่าแบบกันหอย ประมาณ 25 เท่า ที่ป้อนความดันค่าเดียวกัน เหมาะสำหรับงานทาน สมิตเตอร์ รีคอร์ดเดอร์ และคอนโทรลเลอร์ ประเภทแบบนิวเมติก ความดันจะถูกป้อนเข้าตัวเบล โลว์ทางด้านล่างส่งแรงตามแนวนอนไปที่คาน (Force Bar) ตัวไดอะแฟรมโลหะ (Metal Diaphragm) D จะเป็นจุดหมุน (Fulcrum) ของคาน ส่งผลไปเปลี่ยนระยะของเฟลปเปอร์กับ นอช เซลล์ เมื่อแรงเกิดสมดุลกับฟีดแบ็กเบลโลว์ (Feedback Bellow) จะให้ (Output) เปลี่ยนแปลงไปตาม ค่าสัญญาณ (Input)

เครื่องควบคุมแบบ Proportional + Reset ประกอบด้วยเบลโลว์ 4 ตัว สำหรับวัดสัญญาณใน ระบบที่ต้องการควบคุม (Process Variable) และ Set Point อีกสองตัวทำหน้าที่ Proportional และ Reset แรงทั้ง 4 จากตัวเบลโลว์จะกระทำต่อ Force Balancing Floating Disc ทำหน้าที่เป็นเฟลป เอร์ด้วย เมื่อเฟลปเปอร์เปลี่ยนตำแหน่งไป จะทำให้ค่าของ (Output) เปลี่ยนไปส่งสัญญาณ ออกไปควบคุมระบบ (เช่น Valve หรือ Damper)

3) ข้อดีและข้อด้อยของเบลโลว์

ข้อดี

- 1) ให้ Movement และแรงขับเคลื่อนตัววัดสูง
- 2) ราคาปานกลาง
- 3) สามารถต่อเข้ากับทรานสมิตเตอร์ รีคอร์ดเดอร์ หรือคอนโทรลเลอร์แบบนิวเมติกส์ ได้
- 4) ใช้วัดความดันต่ำๆ หรือวัดความดันต่ำกว่าบรรยากาศได้ดี
- 5) การเปลี่ยนแปลงย่านการใช้งานทำได้ง่าย โดยเปลี่ยนสปริงเท่านั้น
- 6) อายุการใช้งานยืนยาวกว่าตัววัดแบบอื่นๆ

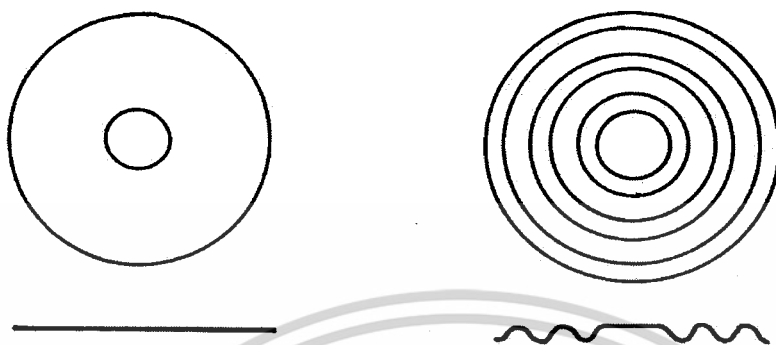
ข้อด้อย

1) เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป คุณสมบัติของเบลโลว์ และสปริงจะเปลี่ยนไป จะต้องมีการแก้ชดเชย (Compensation)

- 2) ใช้วัดความดันสูงๆ ไม่ได้
- 3) ในช่วงเริ่มต้นของสเกลจะให้ผลไม่เป็นลิเนียร์ดี

4) หลักการทำงานของไดอะแฟรม เป็นแผ่นโลหะหรือสารสังเคราะห์ลักษณะกลมบาง อาจเรียบ (Flat Type) หรือเป็นลอน (Conrrugate Type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ไดอะแฟรมแบบแผ่นเรียบ (Flat Type) และแบบลอน (Corrugated Type)

เมื่อมีความดันมากระทำลงบนแผ่นไดอะแฟรม จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมเกิดการโก่งตัว (Movement) ไปตามทิศทางและขนาดของความดัน ถ้าเปรียบเทียบกับตัววัดแบบอื่นๆ แล้ว ไดอะแฟรมจะให้การโก่งตัว (Movement) และความไวในการวัดน้อยกว่าตัววัดแบบบูร์ดอง แต่สามารถทนต่อความดันเกินพิกัด ความดันเปลี่ยนค่าเป็นห้วงๆ หรือความสั่นสะเทือนได้ดีกว่า สำหรับการวัดความดันของ Fluid ประเภทสารกักคร่อน มีความหนืดสูงหรือมีแนวโน้มที่จะเกิดการแข็งตัว ทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ตัววัดแบบ ไดอะแฟรมมีความเหมาะสมกว่าตัววัดแบบอื่นๆ เพราะไดอะแฟรมสามารถทำเคมีคอลซีลได้ง่าย

เคมีคอลซีล หมายถึง ใช้สารเคมีเป็นตัวกลางไม่ให้ Fluid ในระบบสัมผัสกับตัววัดความดันโดยตรง หรือถ้าไม่ใช้แบบเคมีคอลซีล จะใช้สารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับ Fluid ในระบบฉาบลงบนหน้าไดอะแฟรมก็ได้

การออกแบบไดอะแฟรม โดยทั่วไปจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้

- 1) รูปร่างและขนาดของไดอะแฟรมต้องทนต่อขนาดและทิศทางความดันที่จะวัด
- 2) ปริมาตรของ Chamber จะต้องมีน้อยเพื่อที่จะได้ความไวในการวัดที่ดี
- 3) ความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequency) ของไดอะแฟรม จะต้องสูงกว่าความถี่ของความดันในระบบเพื่อป้องกันการเกิดรีโซแนนซ์อันจะทำให้เกิดความเสียหายได้
- 4) เอาต์พุตจะต้องอยู่ในย่านลิเนียร์ ซึ่งเหตุผลข้อนี้จะเป็นตัวจำกัดย่านการใช้งานของ ตัววัดไดอะแฟรมนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) รูปแบบของไดอะแฟรม ที่ใช้งานอยู่ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่ประมาณ 3 ประเภทใหญ่ ดังนี้

5.1) ไดอะแฟรมแผ่นเรียบ

ไดอะแฟรมแบบแผ่นเรียบพบมากในงาน Electrical Pressure Transducer (ตัวเปลี่ยนความดันเป็นสัญญาณไฟฟ้า) แบบ Capacitive Sensing (เปลี่ยนค่าคาปาซิเตอร์) ไดอะแฟรมแบบแผ่นเรียบนี้จะให้ Movement เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ตามปกติแล้วย่านการวัดที่จะให้ผลเป็น ลิเนียร์ดี จะอยู่ประมาณ 30% ของความหนาของไดอะแฟรม ซึ่งจะได้ค่าลิเนียร์ดีสูงกว่า 95% ย่านการใช้งานของตัววัดก็จำกัดด้วยค่าลิเนียร์ดีนี้

5.2) ไดอะแฟรมแบบลอน

ไดอะแฟรมแบบลอนส่วนใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าแบบแผ่นเรียบ ผลดีของการสร้างลอนแบบจุดศูนย์กลางร่วม (Concentric) บนแผ่นไดอะแฟรม ทำให้ช่วงลิเนียร์ดีเพิ่มขึ้น และลดแรงเค้น (Stress) ที่ความดันกระทำต่อไดอะแฟรม ซึ่งทำให้ทนต่อค่าความดันเกิดพิกัดได้ดีขึ้นแต่ผลตอบสนองต่อความดันแบบ ไดนามิก (Dynamic Response) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นเรียบ จึงเหมาะกับงานที่มีความถี่ของความดันต่ำ หรือเป็นแบบสแตติก

ผลของความถี่ของลอนกับลิเนียร์ดี ที่ความถี่ของลอนต่างๆ กันให้ $2h$ คือระยะจากยอดลอนบนถึงยอดลอนล่างเส้น $1, 2h = 0$ หมายถึง เป็นแผ่นเรียบ จะเห็นว่าย่านลิเนียร์ดีจะอยู่ในช่วงแรกๆ เท่านั้น แต่เมื่อความถี่ของลอนเพิ่มขึ้น เส้น 2 และ 3 ความสัมพันธ์ ของค่า ทั้งสองจะมีลิเนียร์ดีดีขึ้น แต่ระยะ Movement น้อยลง รูปแบบของลอนจะไม่มีผลต่อการ โกงตัว Movement และค่าลิเนียร์ดี รูปแบบของลอนอาจแตกต่างกันแล้วแต่การออกแบบ อาจเป็นแบบซายน์ (Sine) ฟันเลื่อย (Saw tooth) หรือสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapeze) แต่จะทนต่อความดันเกินพิกัดได้ดี

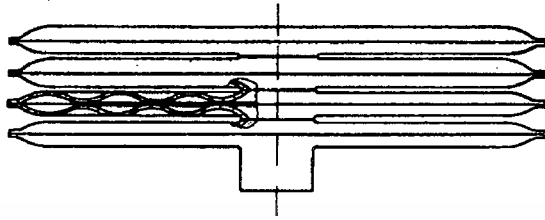
5.3) ไดอะแฟรมแบบแคปซูล (Capsule)

แคปซูลคือ ไดอะแฟรมแบบลอนสองแผ่นประกกัน เมื่อไดอะแฟรมด้านหนึ่งของตัวแคปซูล จะตรึงอยู่กับที่และอีกด้านหนึ่งจะเคลื่อนที่ไปเมื่อแคปซูลพองตัวออก เนื่องจากความดันกระทำอยู่ด้านใน

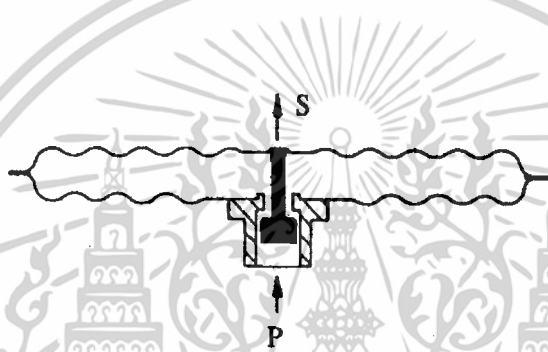
แคปซูลเหมาะสำหรับวัดความดันของก๊าซ 0-6,000 mm. H₂O (0-8 psig) หรืออาจออกแบบให้วัดได้ทั้งความดันและสุญญากาศ เมื่อเป็นความดันแคปซูลจะพองตัวออกและเมื่อ Vacuum แคปซูลจะหดตัว

ถ้าต้องการให้ได้ Movement มากขึ้น การกระทำได้โดยการนำแคปซูลหลายๆ ตัวมาต่อเรียงกัน Movement รวมที่ได้จะเท่ากับผลรวมของแคปซูลทุกตัว ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 เมื่อต้องการเพิ่ม Movement อนุกรมแคปซูลเข้าด้วยกัน



รูปที่ 2.11 การป้องกันตัวแคปซูลเมื่อความดันมีค่าเกินขีดจำกัด

การป้องกัน (Protection) ของตัวแคปซูล สามารถออกแบบได้ง่ายกว่าแบบอื่น โดยเพิ่มส่วนประกอบ Pin และ Sealing Ring เข้าไปตามรูปที่ 2.11 ในกรณีที่เกิดป้อนความดันเกินขีดจำกัด Pin จะปิดไม่ให้ความดันเข้าแคปซูล และจะดันปิดอยู่จนความดันน้อยลงกว่าขีดจำกัด จึงเปิดออกอีกครั้ง

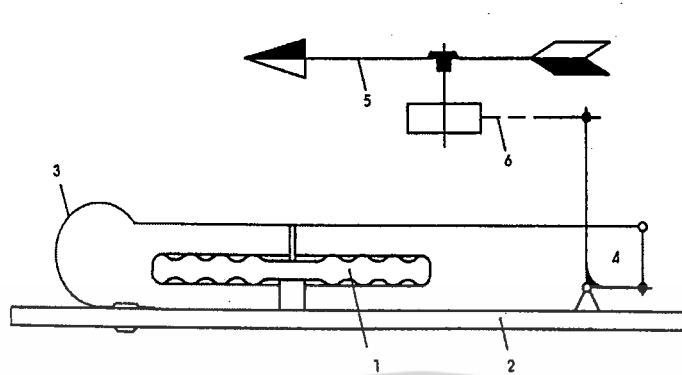
6) การประยุกต์ใช้งานไดอะแฟรม

6.1) บารอมิเตอร์ (Barometer)

แคปซูลสามารถออกแบบให้เป็นตัววัดความดันบรรยากาศได้ มีส่วนประกอบของบารอมิเตอร์

- 1) แอนนิรอยด์แคปซูล (Anaeroid Capsule)
- 2) แผ่นฐานรอง (Supporting plate)
- 3) สปริงอ่อน (Leaf spring)
- 4) คาน (Lever)
- 5) เข็มชี้ค่า (Pointer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 หลักการทำงานของแอนนิรอยด์บารอมิเตอร์

ส่วนสำคัญของตัววัดคือ แคปซูล ตัวแคปซูลจะถูกดูดอากาศออก เป็นสุญญากาศ เมื่อความดันบรรยากาศเปลี่ยน ระยะห่างระหว่างแคปซูลจะเปลี่ยนไปด้วย ส่งผลให้สปริงอ่อน ซึ่งเป็นตัวรับรู้และส่งผ่านไปเปลี่ยนตำแหน่ง เข็มชี้บนหน้าปัด เครื่องวัดความดันแบบนี้เรียกว่า แอนนิรอยด์บารอมิเตอร์

6.2) ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) และความดันดิฟเฟอเรนเชียล

ไดอะแฟรมสามารถออกแบบให้ใช้วัดความดันสัมบูรณ์ได้ โดยใช้ไดอะแฟรมเป็นตัววัดและเบลโลว์ (Bellow) เป็นตัวช่วย ดังรูป ส่วนลนหมายเลข 2 เป็น Reference Chamber ดึงอากาศภายในออกหมด (Evacuate) และความต้องการวัดค่าจะถูกต่อเข้า Chamber ด้านล่างหมายเลข 3 ความดันที่วัดได้จะเป็นค่าแบบสัมบูรณ์ เพราะค่าที่วัดได้เป็นผลต่างระหว่างจุดศูนย์สัมบูรณ์ Chamber 2 และความดันที่ต้องการทราบค่าใน Chamber 3

6.3) วัสดุที่ใช้ทำไดอะแฟรม (Materials)

วัสดุหลายชนิดที่ใช้ทำไดอะแฟรม เช่น ฟอสเฟอร์-บรอนซ์, สแตนเลสสตีล, เบอริลเลียม-ทองแดง, Ni – Span C, โมเนล, แฮสเทลลอย (Hastelloy) นิกิล และอโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่าโลหะหลายชนิด เช่น ยาง Buna – N, ไนลอน และเทฟลอน ซึ่งย่านการใช้งานก็ต่ำกว่าแบบโลหะ

7. ข้อดีและข้อด้อยของไดอะแฟรม

ข้อดี

- 1) ไลน์ริตี้
- 2) เหมาะสำหรับสารประเภทกัดกร่อนมีความหนืดสูง
- 3) ทนความดันเกินพิกัดได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สามารถออกแบบให้ใช้ความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และความดันคิฟเฟอร์เรนเซียล หรือ Vacuum ได้ โดยเฉพาะความดันต่ำๆ

5) ราคาปานกลางและมีขนาดเล็ก

ข้อด้อย

1) ใช้วัดค่าความดันต่ำๆ เท่านั้น

2) ให้ผลตอบสนองต่อความดันแบบไดนามิกไม่ดี เพราะไดอะแฟรมมีลักษณะคล้ายแดมเพนเนอร์ (Dampener)

2.9 การสร้างข้อสอบแบบถูก - ผิด (True-False)

ข้อสอบแบบถูกผิดที่แท้ก็คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือกนั่นเอง ผู้ตอบมีโอกาสเลือกตอบเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจตอบว่า ใช่-ไม่ใช่, ถูก-ผิด, จริง-ไม่จริง เป็นต้น

ข้อแนะนำในการสร้างข้อสอบแบบถูกผิด

1) เขียนคำสั่ง, ข้อความที่เป็นทั้งคำถาม และคำตอบให้ชัดเจน เข้าใจง่าย อย่าใช้ข้อความที่ยกย่อนจนเกินไป เพราะเราต้องการวัดความสามารถทางวิชาการมากกว่าที่จะวัดความสามารถในการตีความหมายของข้อคำถาม หรือคำสั่ง

2) ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อน เพราะอาจทำให้ผู้ตอบเข้าใจผิดโดยไม่จำเป็น

3) ไม่ควรใช้ประโยคที่มีทั้งถูกและผิดรวมอยู่ด้วยกัน หรือถูกครึ่งผิดครึ่ง เพราะประโยคประเภทนี้คำตอบไม่แน่นอน อาจพิจารณาว่าถูกก็ได้ หรือผิดก็ได้ ยกแก่การตัดสินใจ และเป็นปัญหาการให้คะแนนในภายหลังได้

4) คำตอบของข้อสอบควรถูกหรือผิดตามหลักวิชาการ ไม่ใช่ถูกหรือผิดตามความคิดเห็นของผู้ออกข้อสอบ

5) ควรใช้ข้อความที่บอกปริมาณ หรือจำนวนที่แน่ชัด ไม่ควรใช้คำที่บอกโดยประมาณไม่อาจกำหนดได้แน่นอน เช่น คำว่า มาก, น้อย, อาจจะ, ค่อนข้างจะ, บ่อยๆ เป็นต้น

6) ควรใช้คำที่มีความหมายเป็นปรนัย คือมีลักษณะเด่นชัด เช่น คำที่บอกได้แน่ชัดว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ ไม่ควรใช้คำที่มีลักษณะเป็นอรรถนัย โดยมีความหมายแบ่งรับแบ่งสู้ เช่น คำว่า อาจจะจริง, ค่อนข้างถูก, ไม่ใคร่ถูก เป็นต้น

7) สิ่งที่กำหนดว่าถูกหรือผิดควรเป็นส่วนสำคัญของข้อความ และเกี่ยวข้องกับข้อคำถาม การทำให้ข้อสอบผิดโดยการสะกดชื่อคนหรือสถานที่ผิด หรือเติมคำว่า “ไม่” ลงไป ในข้อความที่ถูก เพื่อให้ข้อนั้นผิด มิได้เป็นการเน้นสาระสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา (Course Analysis)

โดยทำการศึกษาหลักสูตร และเนื้อหารายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เพื่อที่จะนำมาสร้างเป็น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง) สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม (หลักสูตรใหม่พุทธศักราช 2546) ได้กำหนดให้วิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ รหัสวิชา 03332309 เป็นวิชาที่บังคับเรียน ซึ่งเป็นหลักสูตรใหม่ที่ยังไม่มีมีการใช้การเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดของหลักสูตรดังนี้

คำอธิบายรายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

คำจำกัดความของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ การแบ่งประเภทตามประโยชน์ใช้งาน สัญญาณรบกวนและการรบกวน หลักการทำงานของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ คุณลักษณะและการประยุกต์ใช้งานเป็นตัวตรวจจับ สวิตซ์ซึ่งทรานฟอร์มเมอร์ ตัวเซนเซอร์แสง สวิตซ์ตรวจจับมาตรฐาน ความเค้น เทอร์มิสเตอร์ซึ่งโคร อุปกรณ์ตรวจจับแสง อุณหภูมิ แก๊ส สนามแม่เหล็ก ระดับของของเหลว อัตราการไหลของความดันและความเร็วเชิงมุมเป็นต้น

จากคำอธิบายรายวิชาที่สามารถแบ่งเนื้อหาของหลักสูตรในวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ออกเป็น 4 ภาคดังนี้

ภาคที่ 1 อุณหภูมิและเครื่องมือนัดอุณหภูมิ

ภาคที่ 2 ความดันและเครื่องมือนัดความดัน

- ความดันและหน่วยวัดความดัน

- มาโนมิเตอร์

- บิวรีดอง

- เบลโลว์และไดอะแฟรม

ภาคที่ 3 การวัดระดับ

ภาคที่ 4 การวัดอัตราการไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของเนื้อหา (Tutorial Objective)

วัตถุประสงค์ของเนื้อหาทำได้โดยการกำหนด วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากขอบข่ายของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาของวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ในเรื่องเครื่องมือวัดความดันนั้น จะสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องย่อยๆ ที่จะนำมาสร้างเป็น บทเรียน การกำหนดวัตถุประสงค์นี้เพื่อเป็นการคาดหวังให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเชิงรูปธรรม หลังจากที่จบบทเรียนแล้ว หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม ได้แก่

- 1) บทนำ
 - 2) ระดับของเนื้อหา
 - 3) ความต่อเนื่องของเนื้อหาและกิจกรรม
 - 4) แสดงเนื้อหาโดยเสนอบทเรียนของโปรแกรม
 - 5) การให้สี ภาพ และรูปแบบของตัวอักษร
- เนื้อหาในแต่ละบทกำหนดเป็นวัตถุประสงค์ของแต่ละบทไว้ดังรูป

The screenshot shows a web page for King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Faculty of Industrial Education. The page is titled 'บทที่ 1 ความดันและหน่วยของความดัน' (Chapter 1: Pressure and Units of Pressure). Below the title, it lists the 'วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม' (Behavioral Objectives) for the chapter:

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับความดันและหน่วยของความดัน
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับความดันที่เกิดจากก๊าซ
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับความดันที่เกิดจากของเหลว
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปแบบของความดัน

The page also features a navigation menu on the left with buttons for 'บทที่ 1', 'บทที่ 2', 'บทที่ 3', and 'บทที่ 4', and a 'Main menu' button in the top right corner.

รูปที่ 3.1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เครื่องมือวัดความดัน COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE INSTRUMENTATION

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทที่ 1
 บทที่ 2
 บทที่ 3
 บทที่ 4

บทที่ 2 มาโนมิเตอร์

Main menu

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักการของมาโนมิเตอร์
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติของของเหลวที่ใช้เติมลงในมาโนมิเตอร์
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปแบบและความเหมาะสมในการเลือกใช้ฆานมาโนมิเตอร์
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อดี/ข้อด้อยของมาโนมิเตอร์

รูปที่ 3.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 2

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เครื่องมือวัดความดัน COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE INSTRUMENTATION

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทที่ 1
 บทที่ 2
 บทที่ 3
 บทที่ 4

บทที่ 3 บุรคอง

Main menu

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงานและโครงสร้างของบุรคอง
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับบุรคองรูปตัว C
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับบุรคองแบบก้นหอย (Spiral)
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับบุรคองแบบขดลอน (Helix)
5. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับค่าลีนียริตี (Linearity)

หน้า 1 / 2

next

รูปที่ 3.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เครื่องมือวัดความดัน COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE INSTRUMENTATION

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

Main menu

บทที่ 3 บูร์ดอง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับฮิสเทอรีซิส (Hysterisis)
7. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับการปรับลิเนียร์ตี (Linearity)
8. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อดี / ข้อด้อยของบูร์ดอง
9. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ใช้ทำตัวบูร์ดอง

หน้า 2 / 2

back

รูปที่ 3.3 (ต่อ) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 3

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เครื่องมือวัดความดัน COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE INSTRUMENTATION

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

Main menu

บทที่ 4 เบลโลว์และไดอะแฟรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการทำงานของเบลโลว์
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายการประยุกต์ใช้งานเบลโลว์
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายข้อดี / ข้อด้อยของเบลโลว์
4. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการทำงานของไดอะแฟรม
5. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายรูปแบบของไดอะแฟรมแบบต่างๆได้
6. เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำไดอะแฟรมไปประยุกต์ใช้งานในงานอุตสาหกรรมได้
7. เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายข้อดี / ข้อด้อยของไดอะแฟรมได้

รูปที่ 3.4 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การสร้างสตอรี่บอร์ดของบทเรียน

สตอรี่บอร์ด หมายถึง เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นเฟรมๆ ตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละเฟรมย่อย เรียงลำดับตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของแต่ละหัวข้อย่อย และระบุเป็นลักษณะของภาพ ที่จะใช้ในแต่ละเฟรม

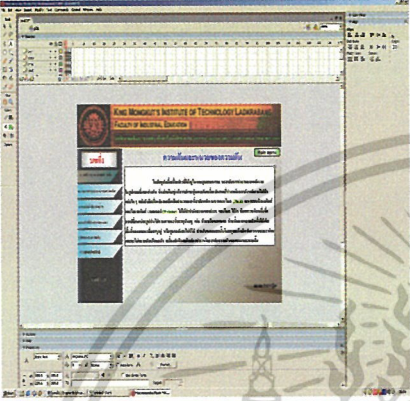


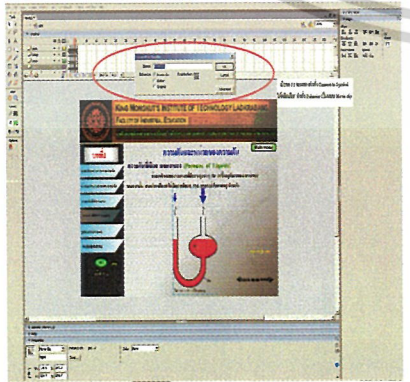
การสร้างสตอรี่บอร์ดของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดันสามารถทำได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
1		<p>ทำการตั้งค่าหน้ากระดาษให้กับตัวโปรแกรม Flash MX ให้ขนาด 800px × 600px เพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตให้การแสดงหน้าจอ</p>	
2		<p>เมื่อตั้งค่าหน้าจอและทำการเขียนภาพด้านหลังเพื่อใช้ในการนำเสนอ โดยเราสามารถแยกภาพวาดของรูปภาพแต่ละภาพออกเป็นชุดๆ ได้</p>	


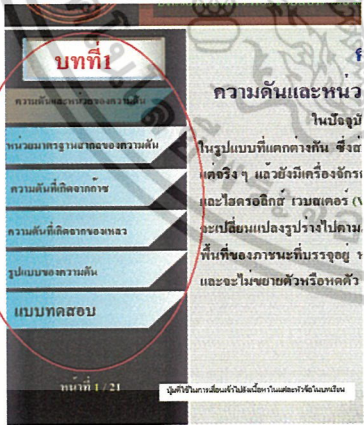
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1(ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
3		<p>ทำการพิมพ์ข้อความตามที่ต้องการโดยกดปุ่ม Text Tool  เพื่อพิมพ์ข้อความหรือเนื้อหาในบทที่ 1 ตามที่ต้องการ</p>	
4		<p>การสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยทำการวาดภาพที่ต้องการให้เป็นภาพเคลื่อนไหวแล้วใส่คำสั่ง Convert to Symbol หรือ กด F8</p>	
5		<p>เมื่อกด F8 ก็จะขึ้นข้อความโดยจะกำหนดให้ภาพนี้เคลื่อนไหวก็ต้องสั่งให้ภาพนี้จะ เป็น Move Clip แล้ว กด OK ภาพก็จะ เป็นภาพเคลื่อนไหว</p>	

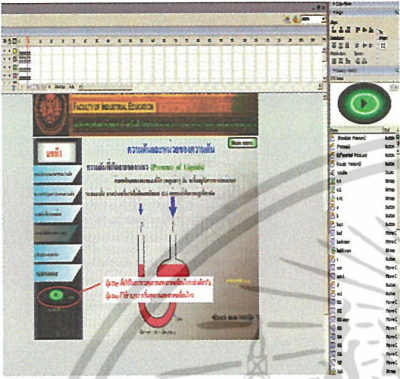


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1(ต่อ) ตัวอย่างสคริปต์ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
6		<p>กำหนดให้ next เป็นปุ่มคำสั่งที่ใช้เลื่อนไปยังหน้าต่อไป โดยคลิกที่ข้อความ Next แล้วกดปุ่ม F8 เพื่อสั่งให้ข้อความนี้ก็กลายเป็น Button ข้อความนี้ก็จะปุ่ม และกำหนดให้ main menu เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเลื่อนกลับไปยังหน้าหลัก โดยการคลิกที่ข้อความ main menu แล้วกด F8 เพื่อสั่งให้ข้อความนี้ก็กลายเป็น Button ข้อความนี้ ก็จะเป็นปุ่ม</p>	
7		<p>จะกำหนดให้เป็นข้อความว่า “หน่วยมาตรฐานสากลของความดัน” เป็นปุ่มในการเลื่อนไปยังเนื้อหาเกี่ยวกับหน่วยมาตรฐานสากลของความดัน เนื้อหาหรือเรียกอีกอย่างว่า “แท็บเล็ต” เพื่อใช้ในโปรแกรม</p>	


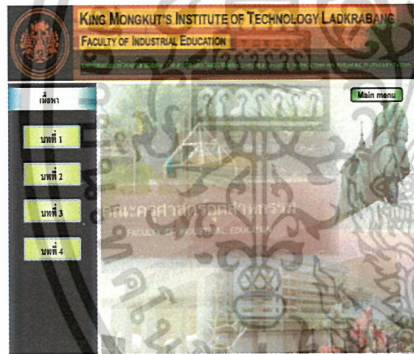

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1(ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
8		<p>กำหนดให้คำว่า “play” และ “stop” เป็นปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนไหวของภาพ เมื่อต้องการให้ภาพเคลื่อนไหวทำงานก็กดปุ่ม “play” และเมื่อต้องการให้ภาพเคลื่อนไหวหยุดการทำงานก็กดปุ่ม “stop”</p>	
9		<p>ให้เป็นช่องที่สำหรับใส่ชื่อผู้ใช้เพื่อที่จะเข้าไปยังหน้าของแบบทดสอบท้ายบทเรียน</p>	
10		<p>กำหนดให้เป็นหน้าต่างที่แสดงหน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน</p>	

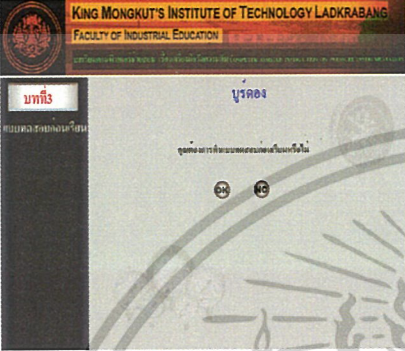


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
11		กำหนดให้เป็นหน้าต่างที่แสดงหน้าหลักของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	
12		กำหนดให้เป็นหน้าต่างที่แสดงหน้าหลักของเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	
13		กำหนดให้เป็นหน้าต่างที่แสดงผลคะแนนที่ได้จากผลการทดสอบแบบทดสอบก่อนเรียน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1(ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
14		กำหนดให้เป็นหน้าต่างที่แสดงแบบทดสอบก่อนเรียน	
15		กำหนดให้เป็นหน้าต่างของผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน	
16		กำหนดให้เป็นหน้าต่างที่แสดงแบบทดสอบท้ายบทเรียน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ตัวอย่างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย	หมายเหตุ
17		กำหนดให้เป็นหน้าต่างที่แสดงผลคะแนนที่ได้ทำการทดสอบแบบทดสอบท้ายบทเรียน จะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์	

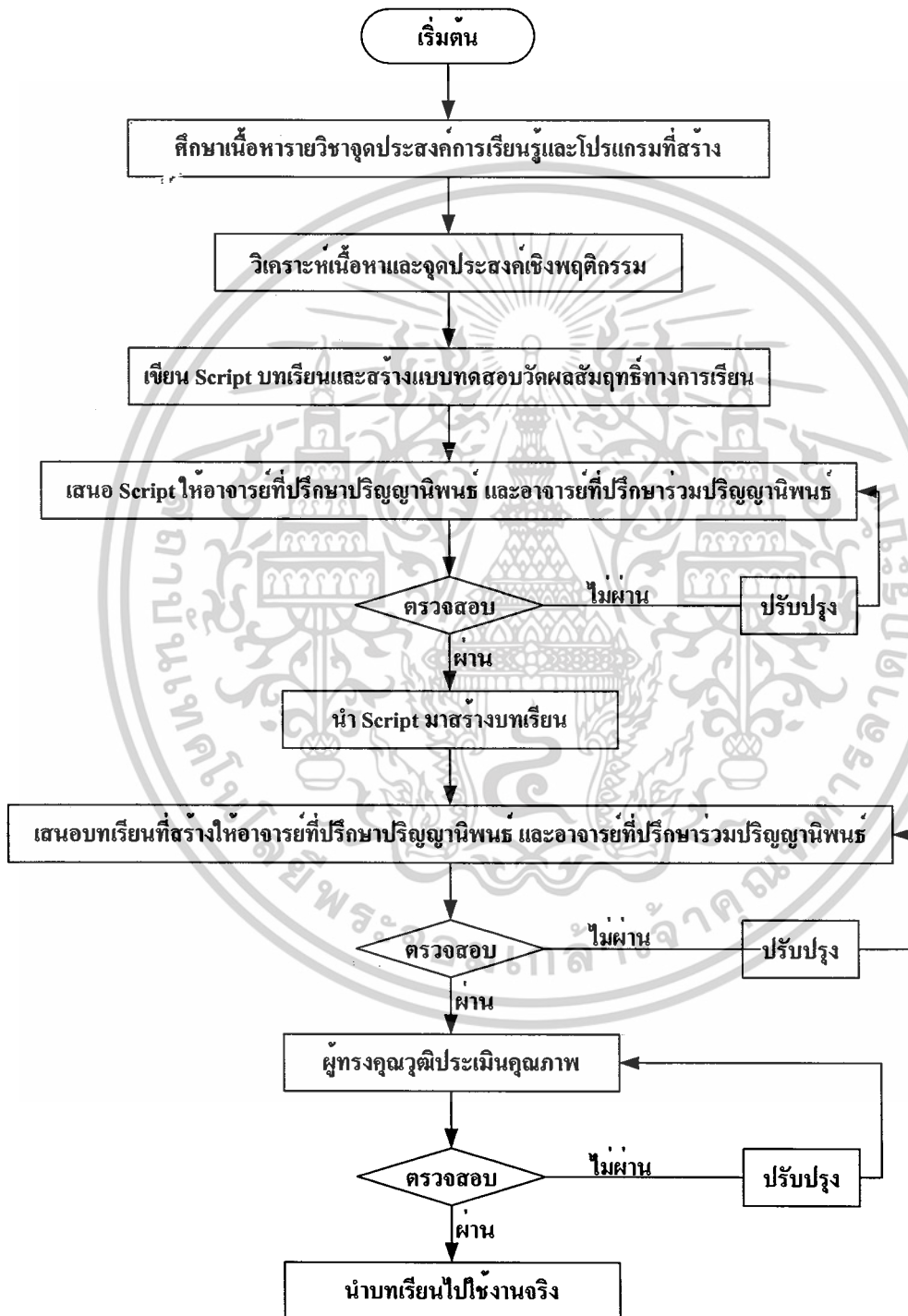
3.1.4 การสร้างบทเรียน (Courseware Construction)

ขั้นตอนการสร้างนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน เทคโนโลยี จะดำเนินการตาม สตอรี่บอร์ด ที่วางไว้ทั้งหมด นับตั้งแต่การออกแบบเฟรมเปล่าหน้าจอ การกำหนดคีย์ที่จะใช้งานจริง รูปแบบของตัวอักษรที่จะใช้ ขนาดของตัวอักษร สีพื้นและสีของตัวอักษร และข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 1) การสร้างภาพ เช่นภาพลายเส้น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว
- 2) การสร้างเงื่อนไขของบทเรียน
- 3) การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละเฟรม แต่ละหัวข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

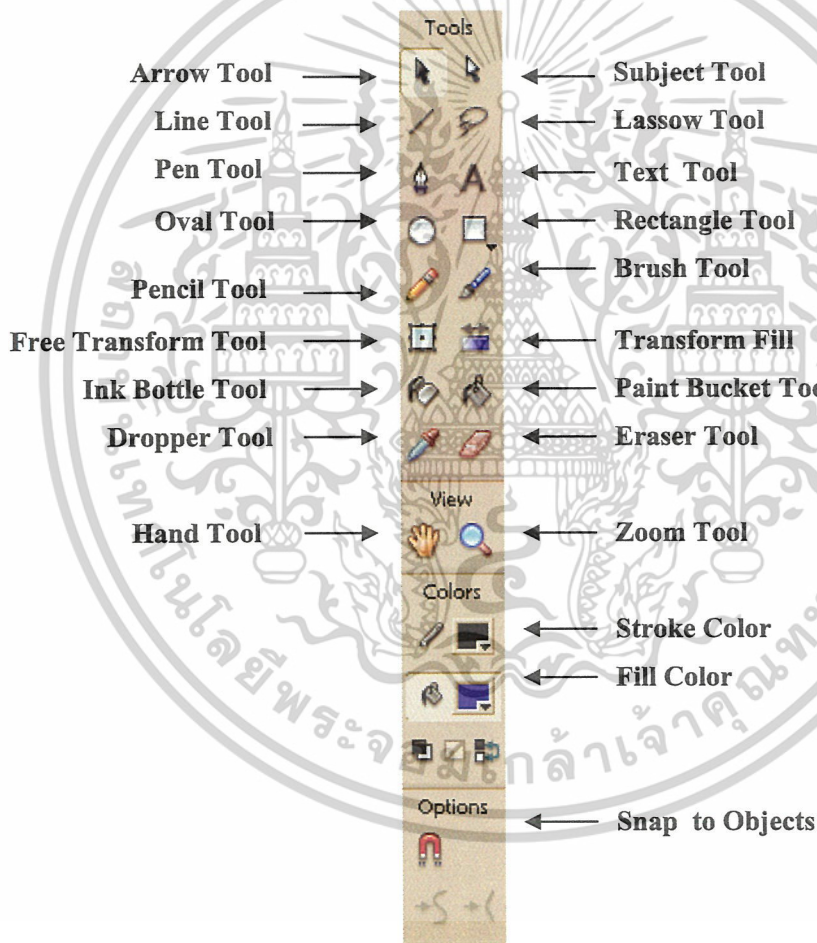
3.2 วิธีการสร้างบทเรียน ขั้นตอนการสร้างบทเรียน



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมนั้นจะต้องศึกษาการใช้งานของโปรแกรมและการใช้ฟังก์ชันต่างๆของโปรแกรมตลอดจนการประยุกต์ใช้ โดยช่วยในการสร้างเป็น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน ที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น เช่น การใช้เครื่องมือที่มีอยู่ตัว Tool Box ของการใช้โปรแกรม Flash MX ซึ่งเป็นเครื่องมือหลักในการสร้างบทเรียน ให้ทำตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ Tool Box นี้จะมีลักษณะเป็น ไอคอน (ไอคอน หมายถึง สัญลักษณ์ที่มีลักษณะเป็นรูปภาพ) ที่เรียงตามแนวตั้งบนหน้าต่างของโปรแกรม Flash MX ซึ่งมีลักษณะและหน้าที่การทำงานดังนี้



รูปที่ 3.6 Tool Box ของโปรแกรม Flash MX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การทำงานของ Tool Box

การทำงานของ Tool Box คือ

- 1) ไอคอน Arrow Tool คือ เครื่องมือที่ใช้เลือกชิ้นงานทั้งชิ้นงาน เลือกเฉพาะขอบและเพียงบางส่วนของภาพ
- 2) ไอคอน Lasso Tool คือ เครื่องมือที่ใช้ปรับแต่งส่วนของภาพได้อย่างอิสระ และมีความยืดหยุ่นมากที่สุด
- 3) ไอคอน Zoom Tool คือ เครื่องมือที่ใช้ขยายภาพเพื่อเก็บรายละเอียดของภาพได้ดียิ่งขึ้น และย่อขนาดของภาพให้เล็กลง
- 4) ไอคอน Rectangle Tool คือ เครื่องมือที่ใช้สร้างรูปสี่เหลี่ยม
- 5) ไอคอน Free Transform Tool คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับเปลี่ยนขนาดของชิ้นงาน
- 6) ไอคอน Subselect Tool คือ เครื่องมือที่ใช้ตัดแปลงรูปทรงของชิ้นงาน โดยทำให้ขอบของชิ้นงานบิดเบี้ยวไปตามที่ต้องการ
- 7) ไอคอน Dropper Tool คือ เครื่องมือที่ใช้เก็บสีจากรูปภาพที่ต้องนำมาใช้นอกเหนือจากสีเดิมที่มีอยู่แล้ว
- 8) ไอคอน Text Tool คือ ใช้สำหรับพิมพ์ตัวอักษรที่ต้องการ
- 9) ไอคอน Paint Bucket Tool คือ เครื่องมือที่ใช้เลือกเติมสีให้กับชิ้นงานยกเว้นขอบรูปของชิ้นงาน
- 10) ไอคอน Pen Tool คือ เครื่องมือที่ใช้วาดเส้นและส่วนโค้งต่างๆ
- 11) ไอคอน Oval Tool เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวาดรูปวงกลมและวงรีในลักษณะต่างๆ
- 12) ไอคอน Pencil Tool เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวาดภาพ เน้นหนักทางด้านปรับแต่งเส้น เหมาะสำหรับการวาดภาพเป็นร่างหรือการขีดเส้นต่างๆ
- 13) ไอคอน Eraser Tool เป็นเครื่องมือที่สามารถลบส่วนที่ไม่ต้องการของภาพออกได้
- 14) ไอคอน Int Bottle Tool เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนสีเส้นขอบภาพ
- 15) ไอคอน Dropper Tool เป็นเครื่องมือที่สามารถเลือกสีจากภาพที่เราสามารถได้ โดยที่เราไม่ต้องไปเปรียบเทียบกับสีเอง
- 16) ไอคอน Transform Fill Tool คือ เครื่องมือที่ใช้ปรับแต่งการไล่โทนสีแบบ Linear
- 17) ไอคอน Hand Tool ในกรณีที่ภาพมีขนาดใหญ่ไม่สามารถมองเห็นทุกส่วนของภาพได้ในหน้าจอเดียว เราสามารถเลื่อนภาพเพื่อดูภาพในทุกจุดได้
- 18) ไอคอน Stroke Color เป็นเครื่องมือที่ใช้เลือกสีได้ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19) ไอคอน Fill Color เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปลี่ยนสีพื้น

20) ไอคอน Snap Tool เป็นเครื่องมือที่สามารถหาจุดสัมผัสของเส้นตรงหรือเส้นโค้งให้ สัมผัสกับเส้นอื่นๆ ได้

3.3.2 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนโดยใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX

ในการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดันสร้างได้โดยการสร้าง ตามสคริปต์ที่ได้เขียนร่างไว้แล้วตามหัวข้อ3.1.3 (การสร้างสตอรี่บอร์ด) ในที่นี่จะแสดงการเขียน โปรแกรมในหนึ่งหน้า โดยจะยกตัวอย่างจากการสร้างหน้าจอของบทที่ 1 เรื่องบทนำ ของ บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน ดังนี้

1) เริ่มจากการเข้าโปรแกรม Flash MX ดังรูปที่ 3.7

1.1) Click mouse ที่ปุ่ม 

1.2) เลื่อนเมาส์เลือกคำสั่ง Program>Macromedia>Macromedia Flash MX

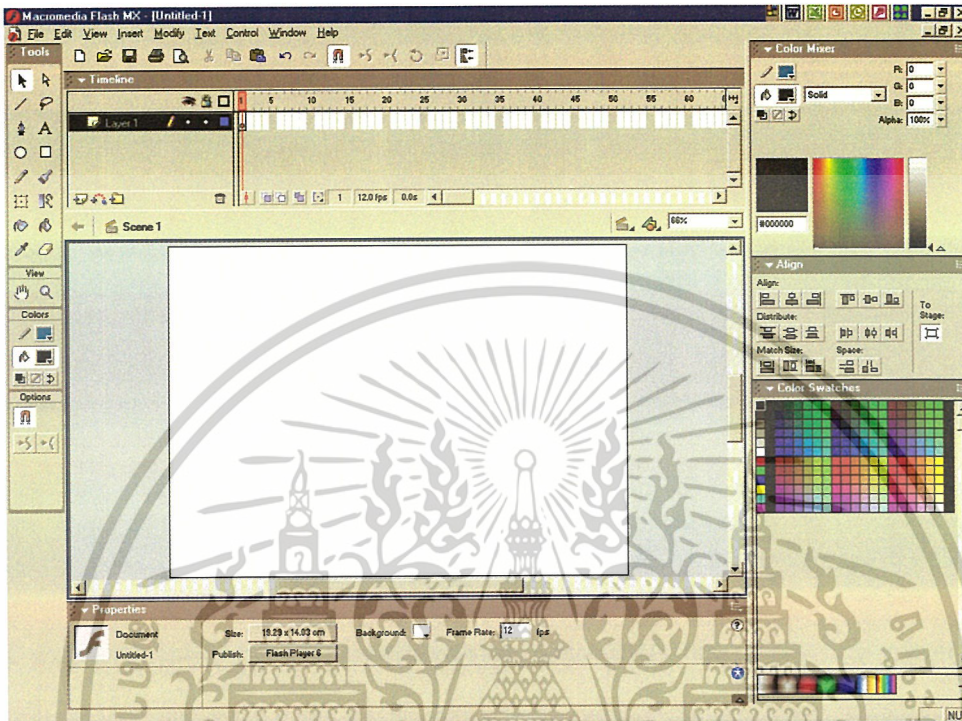
1.3) จะปรากฏหน้าจอหลักของ Flash MX



รูปที่ 3.7 การเข้าโปรแกรม Flash MX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

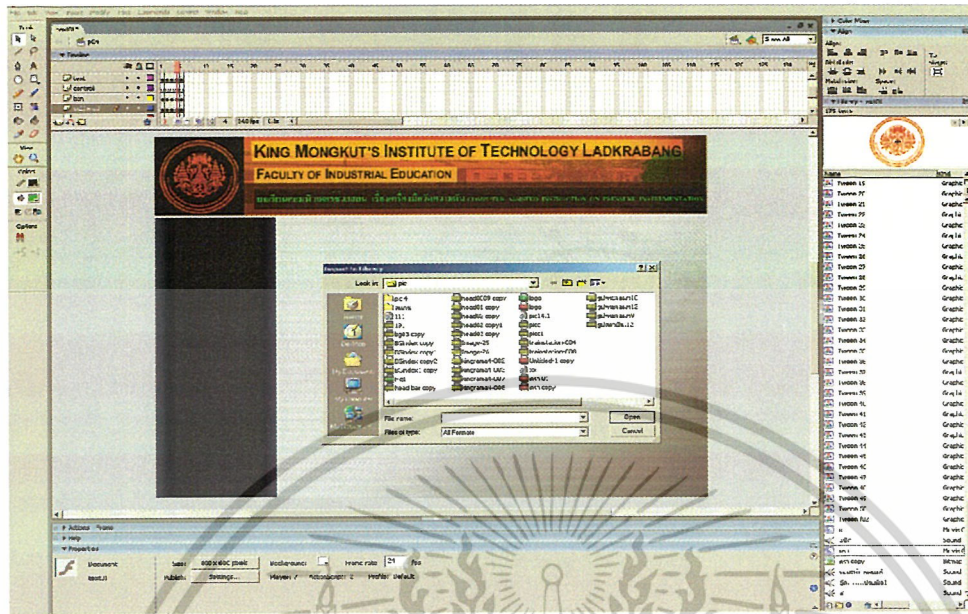
2) จากนั้นเลือกเมนู File > New สำหรับเตรียมการสร้างชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การเตรียมการสร้างชิ้นงานใหม่

3) สร้างรูปหรือตัวอักษรเก็บไว้ใน Library เพื่อให้สามารถนำออกมาใช้งานได้ ซึ่งใน Library นั้นจะมีทั้งรูปภาพที่สร้างขึ้นเอง ตัวอักษรที่สร้างขึ้นเองหรือได้มาจากการดาวน์โหลดภาพที่มาจากโปรแกรมอื่น นอกจากนี้ยังสามารถนำชิ้นงานที่สร้างจาก โปรแกรมอื่นมาเก็บไว้ได้ด้วย ซึ่งการนำชิ้นงานจากโปรแกรมอื่นมาเก็บไว้ใน Library นั้นทำได้โดยการ คลิกที่ File > Import to Library แล้วนำไฟล์ที่ต้องการที่จะนำมาทำเป็นชิ้นงานเก็บไว้ใน Library ดังรูปที่ 3.9

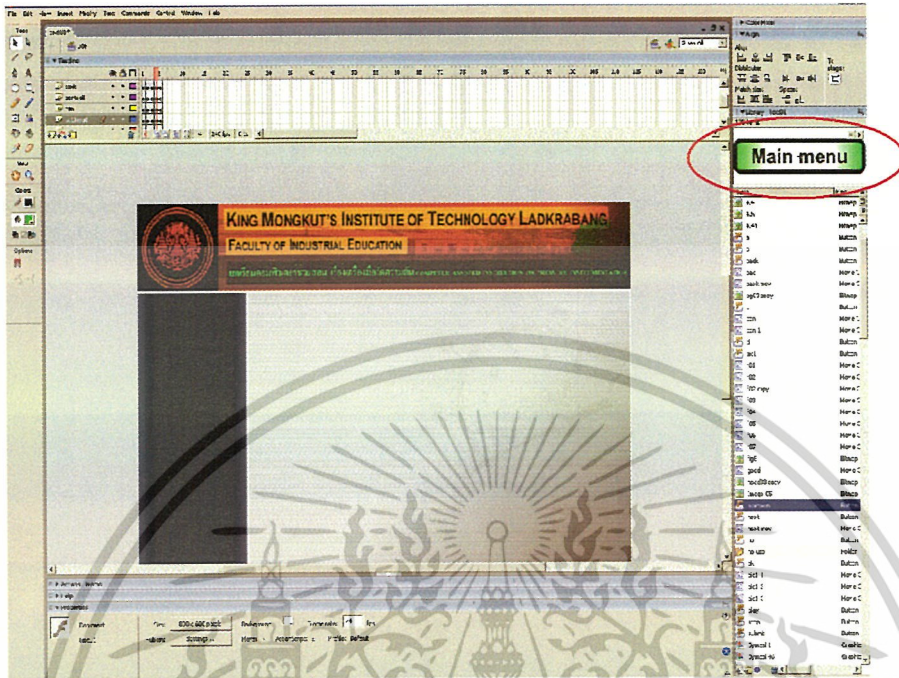
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



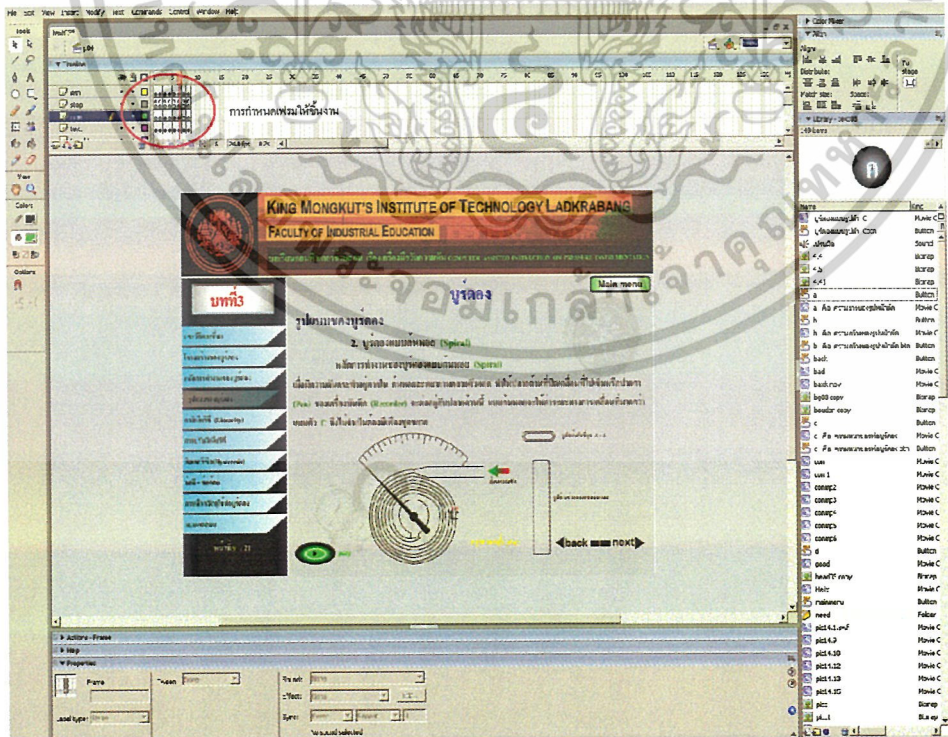
รูปที่ 3.9 การนำชิ้นงานที่สร้างจากโปรแกรมอื่นมาเก็บไว้ใน Library

- 4) จากนั้นให้คลิกที่ Window > Library ซึ่งเมื่อเปิดที่ Library ก็จะมีชิ้นงานที่นำมาเก็บไว้สามารถนำออกมาใช้งานได้เลย ในที่นี้จะยกตัวอย่างแบบทดสอบ ดังรูปที่ 3.10
- 5) นอกจากนั้นยังสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลของชิ้นงานได้หลายรูปแบบ อีกทั้งยังสามารถใส่ลูกเล่นให้กับชิ้นงานได้โดยแล้วแต่ผู้จัดทำจะกำหนดว่าอยากให้ชิ้นงานออกมาในรูปแบบไหนในที่นี้จะยกตัวอย่างมาเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น เช่น การกำหนดเฟรมของชิ้นงาน
- 6) สร้างหน้าจอเมนูหลักก่อนที่จะเข้าไปดูเนื้อหาในแต่ละบทเรียน โดยเริ่มจากการนำชิ้นงานที่เก็บไว้ใน Library มาวางไว้บนพื้นที่หน้าจอที่เปิดไว้แล้วให้กำหนดเฟรมดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

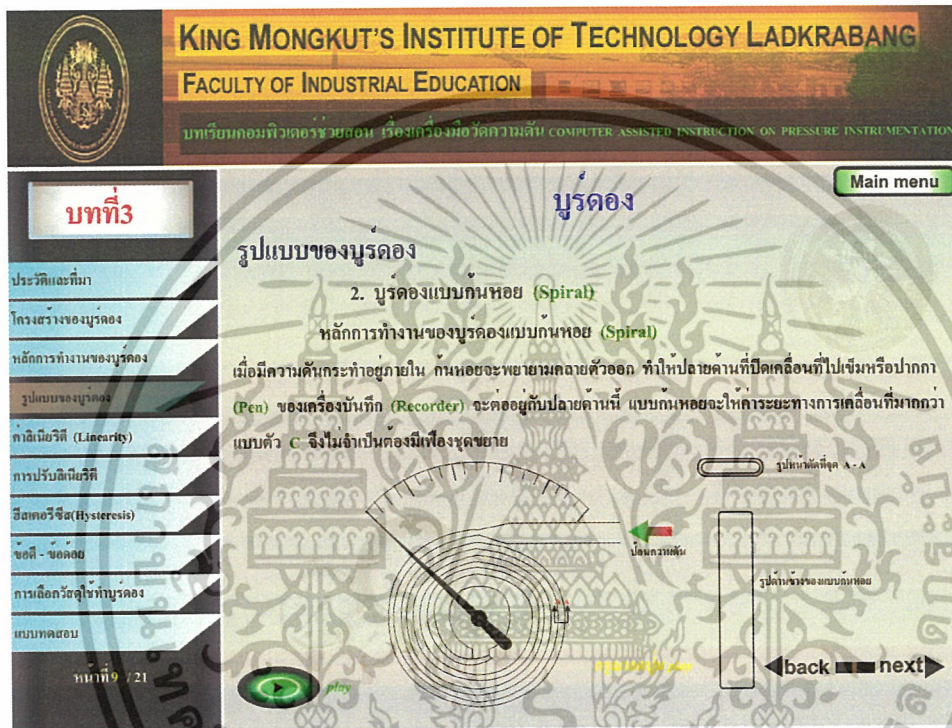


รูปที่ 3.10 ชิ้นงานที่สร้างจาก โปรแกรมเก็บไว้ใน Library เรียบร้อย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.11 การกำหนดเฟรมให้ชิ้นงานมีอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) เมื่อได้สร้างชิ้นงานและกำหนดเฟรมในหน้าจอเมนูหลักทั้งหมดที่ต้องการได้เรียบร้อยแล้ว สามารถดูรูปแบบชิ้นงานที่ได้สร้างขึ้นได้โดยการรันทำงานของโปรแกรม โดยการคลิก Control > Test Movie ที่มีอยู่ในโปรแกรม Flash MX ช่วยในการควบคุมการแสดงหน้าจอเมนูหลักที่สร้างขึ้นมา ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 เนื้อหาบทที่ 3 ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำเร็จแล้ว

8) การสร้าง Symbol ประเภท Button นี้เหมาะกับการสร้างปุ่มกด สามารถใส่ Animation และ Action Script ได้ด้วย โดยการที่เราจะทำการสร้าง Symbol ประเภท Button ขึ้นมาก่อนและทำการ Double click สัญลักษณ์ ซึ่งแสดงใน Library หรือที่ Symbol ก็จะได้เราจะสังเกตเห็นว่า Frame บน Timeline ของเราจะเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นการแสดงการตอบสนองของปุ่มกดกับผู้ใช้ โดยจะมีอยู่ 4 สถานะดังนี้

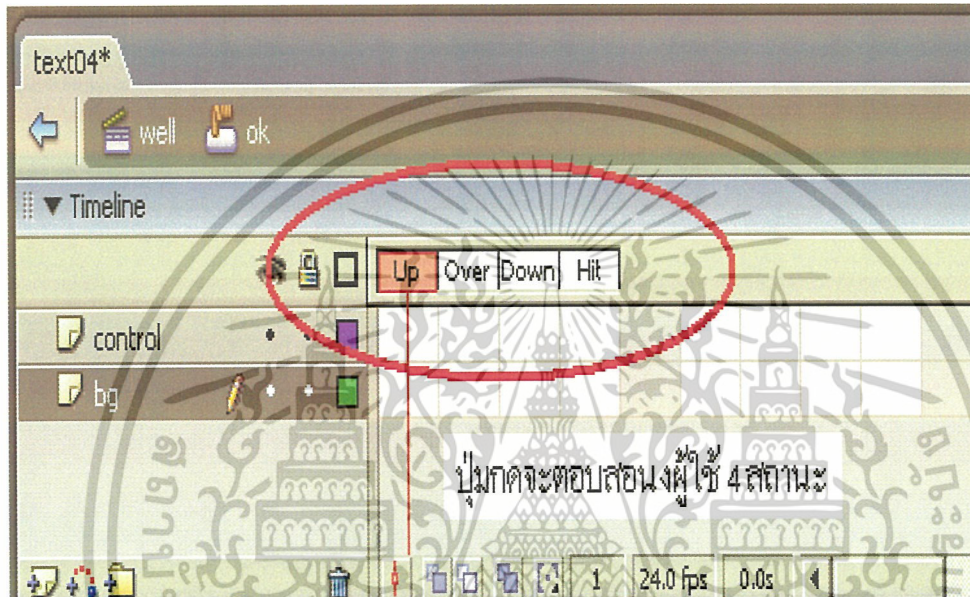
- สถานะ Up หมายถึง ขณะที่เมาส์ยังไม่มาวางบนปุ่ม ถูกโซว์เอาไว้บน Stage ซึ่งสามารถใส่ Animation และ Action Script ได้ด้วย

- สถานะ Over หมายถึง ขณะที่เมาส์วางบนปุ่ม ซึ่งเราสามารถใส่ Animation และ Action Script ได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


- สถานะ Down หมายถึง ขณะที่เมาส์กำลัง Click mouse ลงไปที่ปุ่ม ซึ่งเราสามารถใส่ Animation และ Action Script ได้ด้วย

- สถานะ Hit หมายถึง ขณะที่ปล่อยเมาส์หลังจาก Click mouse ลงไป ซึ่งเราสามารถใส่ Animation และ Action Script ได้ด้วย

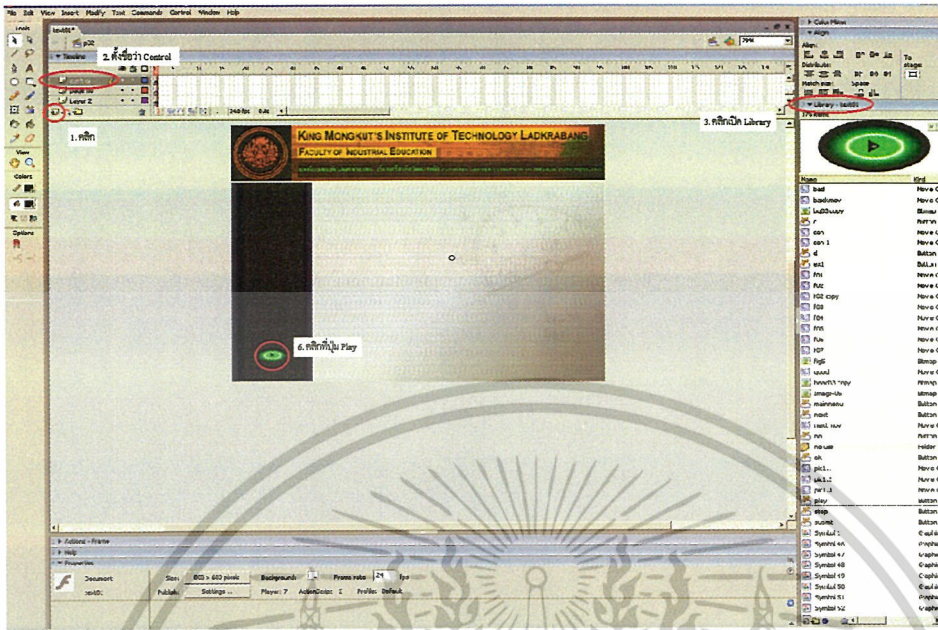


รูปที่ 3.13 การสร้าง Symbol ประเภท Button

9) ตัวอย่างการใช้คำสั่งการสร้างปุ่มควบคุมการแสดงผลบนเว็บเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Button) ในการเชื่อมโยงภายใน โปรแกรม Flash MX เราสามารถใช้คำสั่ง goto And Stop ในการเชื่อมโยงกันระหว่างหน้าต่อหน้า ได้ดังนี้

- 9.1) คลิกปุ่ม Insert Layer  เพื่อสร้าง Layer ใหม่ขึ้นมา
- 9.2) ตั้งชื่อ Layer นั้นว่า Control
- 9.3) คลิกเปิดหน้าต่าง Library
- 9.4) แครกเมาส์ลาก Symbol ชื่อ Button มาวางบน Stage จำนวน 2 ปุ่ม
- 9.5) ตั้งชื่อว่า Play
- 9.6) คลิกปุ่ม Play บน Stage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการสร้างปุ่มกดในการเชื่อมโยง

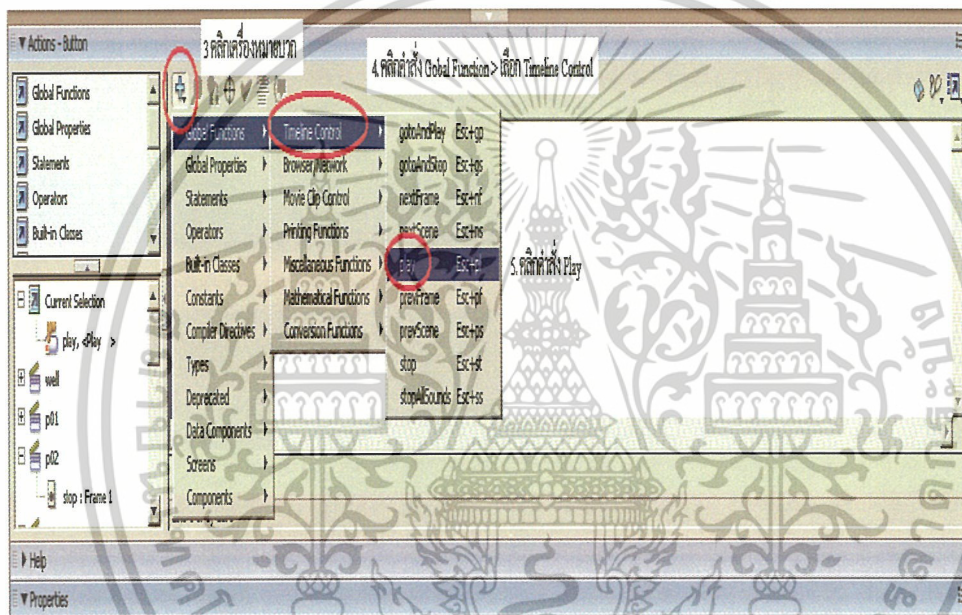
9.7) ตั้งชื่อ Instance บนหน้าต่าง Properties ว่า Play



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการใส่คำสั่งให้กับปุ่ม Play

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 10) การใส่คำสั่งควบคุมปุ่ม Play
 - 10.1) คลิกที่ปุ่ม Play
 - 10.2) คลิกเปิดหน้าต่าง Action Button ขึ้นมา
 - 10.3) คลิกเครื่องหมายบวก
 - 10.4) คลิกคำสั่ง Actions > Global Functions > Timeline Control
 - 10.5) คลิกคำสั่ง Play



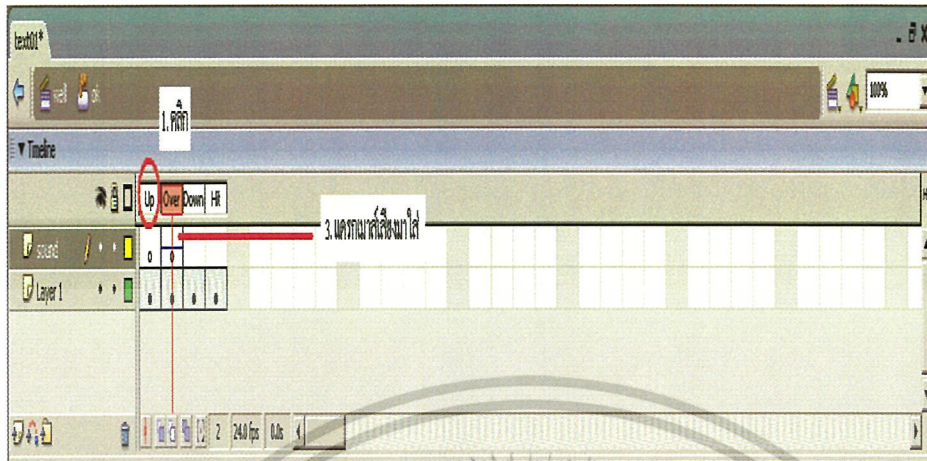
รูปที่ 3.15 (ต่อ) ตัวอย่างการใส่คำสั่งให้กับปุ่ม Play

11) การใส่คำสั่งควบคุมให้กับปุ่ม Stop กระทำเช่นเดียวกับกรณีของปุ่ม Play เพียงแต่เปลี่ยนชื่อจาก Play เป็น Stop เท่านั้นเอง

12) การใส่เสียงให้กับปุ่มต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้จะใส่เสียงให้กับปุ่มในสถานะที่นำเมาส์ไปวางที่ปุ่ม (Over) สามารถกระทำได้ดังนี้

- 12.1) คลิกที่เฟรม Up ของ เลเยอร์ Sound
- 12.2) กดปุ่ม <F6> บนคีย์บอร์ด เพื่อสร้างคีย์เฟรมขึ้นมา
- 12.3) แดรกเมาส์เสียงที่ต้องการในหน้าต่าง Library Sound มาวางบน Stage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

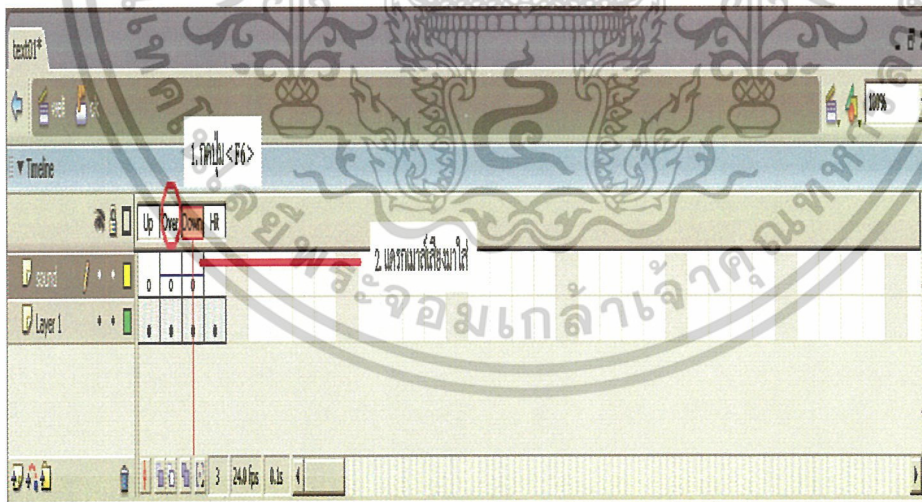


รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการใส่เสียงให้กับปุ่มในสถานะ Over

13) การใส่เสียงให้กับปุ่มต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้จะใส่เสียงให้กับปุ่มในสถานะที่คลิกปุ่ม (Down) สามารถกระทำได้อันนี้

13.1) กดปุ่ม <F6> บนคีย์บอร์ด เพื่อสร้างคีย์เฟรมขึ้นมาอีก

13.2) แครกมาส์เสียงที่ต้องการในหน้าต่าง Library Sound มาวางบน Stage



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างการใส่เสียงให้กับปุ่มในสถานะ Down

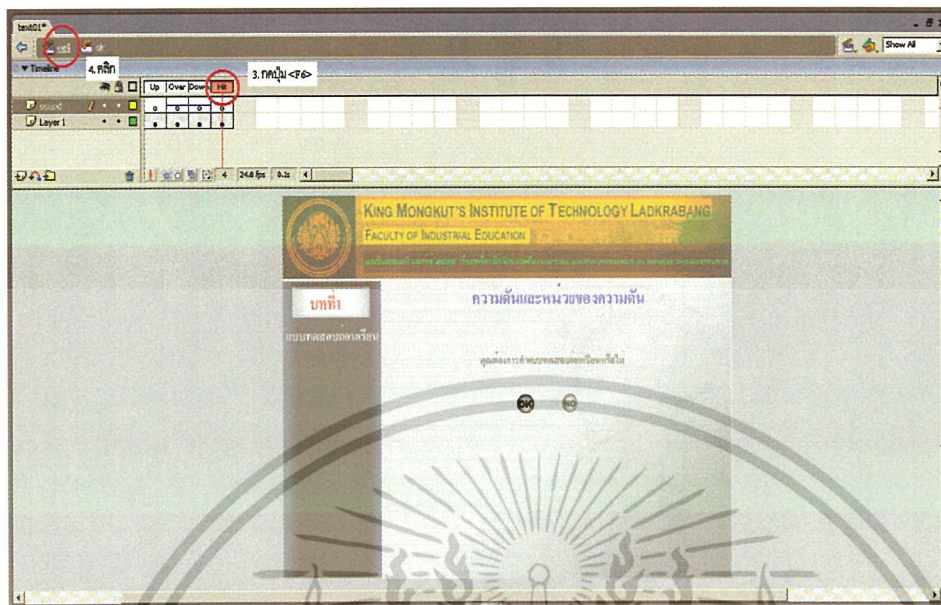
13.3) กดปุ่ม <F6> บนคีย์บอร์ด เพื่อเพิ่มคีย์เฟรม Hit

13.4) คลิกปุ่ม Well เพื่อกลับเข้าสู่หน้าต่าง Well

13.5) กดปุ่ม <Ctrl + Enter> พร้อมกันบนคีย์บอร์ด เพื่อทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการเพิ่มปุ่มในสถานะ Hit

3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน

2) กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา รวมทั้งหมดจำนวน 11 ข้อ และ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อทั้งหมดจำนวน 8 ข้อ โดยใช้แบบการประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ในการให้คะแนน โดยมีสูตรและเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

2.1) ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

5 คะแนน คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ ดีมาก

4 คะแนน คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ ดี

3 คะแนน คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ ปานกลาง

2 คะแนน คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ พอใช้

1 คะแนน คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ ควรปรับปรุง

2.2) เกณฑ์การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.50-5.00 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ ดีมาก

3.50-4.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการประเมินที่ออกจากการประเมินไปจนกว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
3.50-4.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ ดี
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.50-3.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ ปานกลาง

1.50-2.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ พอใช้

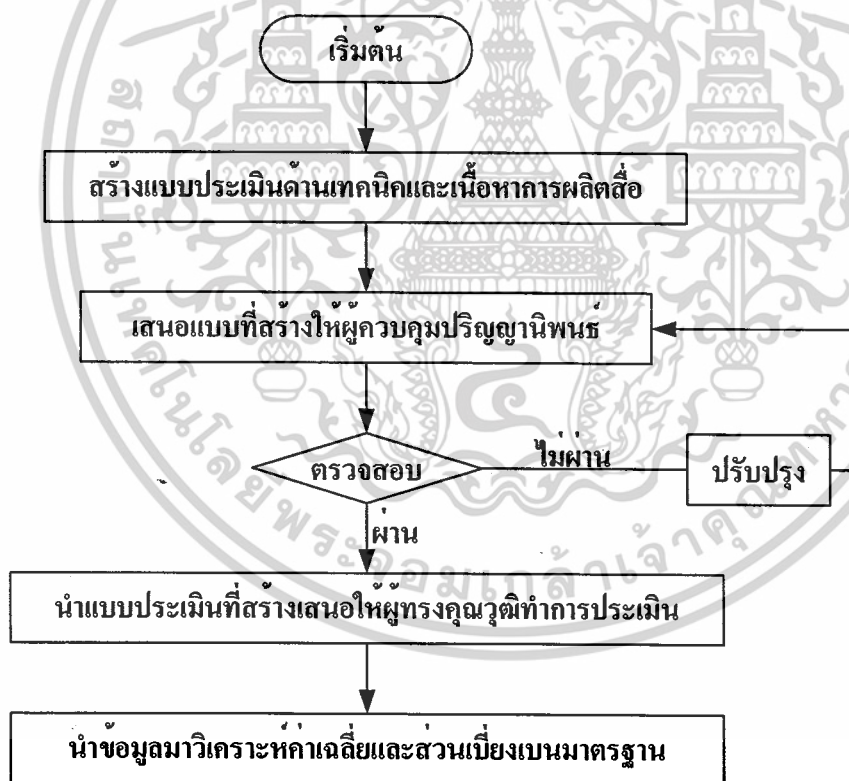
1.00-1.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับ ควรปรับปรุง

3) นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ เสนออาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4) ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมิน

5) นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน ที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (X) ซึ่งผลการประเมินแต่ละรายการจะต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีความคุณภาพ แต่ถ้าว่ามีคุณภาพ แต่ถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขในส่วนที่บกพร่องเพื่อให้มีคุณภาพที่เหมาะสม

3.4.1 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน



รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหาคุณภาพของบทเรียน

สำหรับบทเรียน ได้จัดทำเพื่อเป็นการเสริมความรู้ในรายวิชาเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ซึ่งภายในเนื้อหาของรายวิชานี้สามารถทำความเข้าใจได้ยาก และยิ่งรายวิชานี้เป็นวิชาบังคับเรียนของสาขาเทคโนโลยีการควบคุมทางอุตสาหกรรม เพราะฉะนั้นผู้จัดทำจึงเล็งเห็นความสำคัญของรายวิชานี้ จึงได้จัดทำบทเรียนขึ้น โดยที่บทเรียนนี้ได้มีการทดสอบหาคุณภาพของบทเรียนโดยการตรวจสอบหาคุณภาพของบทเรียน โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออีก 3 ท่าน โดยเครื่องมือที่นำมาใช้ในการทดสอบหาคุณภาพของบทเรียน ผู้จัดทำได้นำ แบบประเมินของ โรเบิร์ต กาย่ “Gagne’s” มาเป็นฟอร์ม (Form) ตัวอย่างในการทำแบบฟอร์มให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินบทเรียน ซึ่งลักษณะตัวอย่างของแบบฟอร์มการประเมินมีลักษณะตามตารางที่ 3.2 ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาจรสสส. 2541 : 41 - 43 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แบบฟอร์มการประเมินเพื่อหาคุณภาพทางด้านเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องมือวัดความดัน

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เรื่อง.....

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านเนื้อหา ส่วนนำ 1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ 2. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน 3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบน่าสนใจ 4. การแจ้งความคิดรวบยอดของเนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับค่าความ คิดเห็น					ข้อคิดเห็น เพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ส่วนเนื้อหา 5. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 6. บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน 7. บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอด 8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน 9. บทเรียนมีการยกตัวอย่างในปริมาณและโอกาสที่เหมาะสม						
ส่วนสรุป 10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม 11. ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบ หรือข้อทดสอบ						
รวมคะแนน						

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำมาชมเชย

ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

5 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมากที่สุด 4 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมาก 3 หมายถึง เห็นด้วยในระดับปานกลาง 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แบบฟอร์มการประเมินเพื่อหาคุณภาพทางด้านผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เรื่อง.....

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านกราฟิกและการออกแบบ 1. การออกแบบหน้าจอดีความสวยงาม 2. รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และสอดคล้องกับเนื้อหา มีความชัดเจน 3. ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม 4. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน 5. มีส่วนชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ						
ด้านเทคนิค 6. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี 7. บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดี 8. การพัฒนาโปรแกรมมีความคิดสร้างสรรค์ ใช้แนวคิดใหม่ๆ						
รวมคะแนน						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่น่าชมเชย.....

ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

5 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมากที่สุด 4 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมาก 3 หมายถึงเห็นด้วยในระดับปานกลาง 2 หมายถึงไม่เห็นด้วย 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างมาก

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 วิธีการดำเนินการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เครื่องมือวัดความดัน การทดลองเป็นการทดสอบหาคุณภาพของตัวบทเรียน โดยประเมินบทเรียน จากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหา 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออีก 3 ท่าน โดยอาจารย์ใน ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้เป็นผู้ทำการประเมินคุณภาพของ บทเรียน โดยการนำเสนอผลการทดสอบพร้อมทั้งวิเคราะห์ตามลำดับ ดังนี้

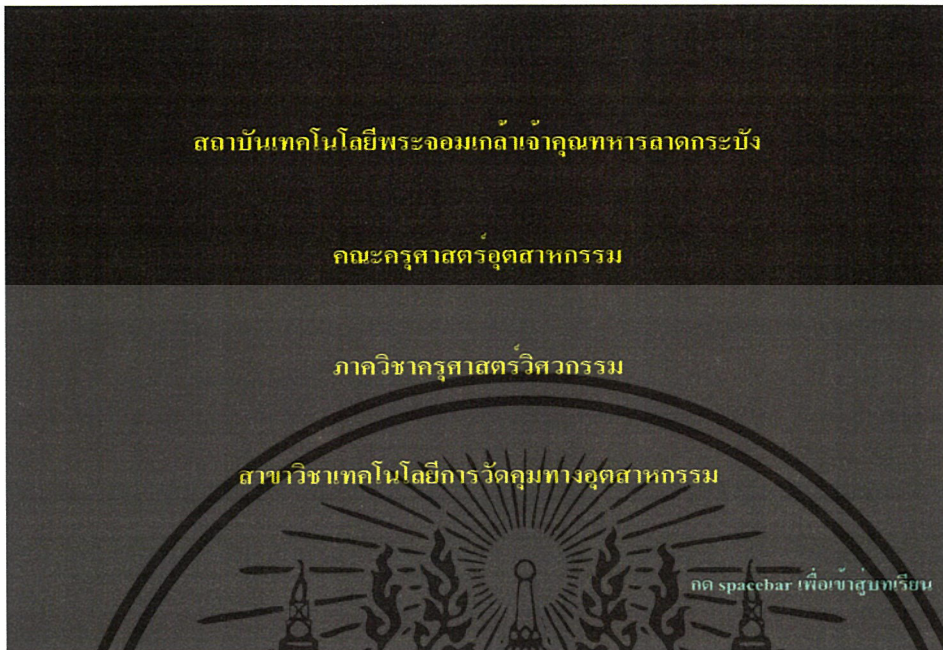
- 1) นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทำการประเมิน เพื่อหาคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านละ 3 ท่าน
- 2) เก็บข้อมูลที่ได้จากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ
- 3) หาคุณภาพของบทเรียนจากการประเมิน เพื่อให้ง่ายแก่การทดลอง และการทดสอบ วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้

4.2 วิธีการใช้งานโปรแกรมของบทเรียน

ขั้นตอนในการใช้งาน โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

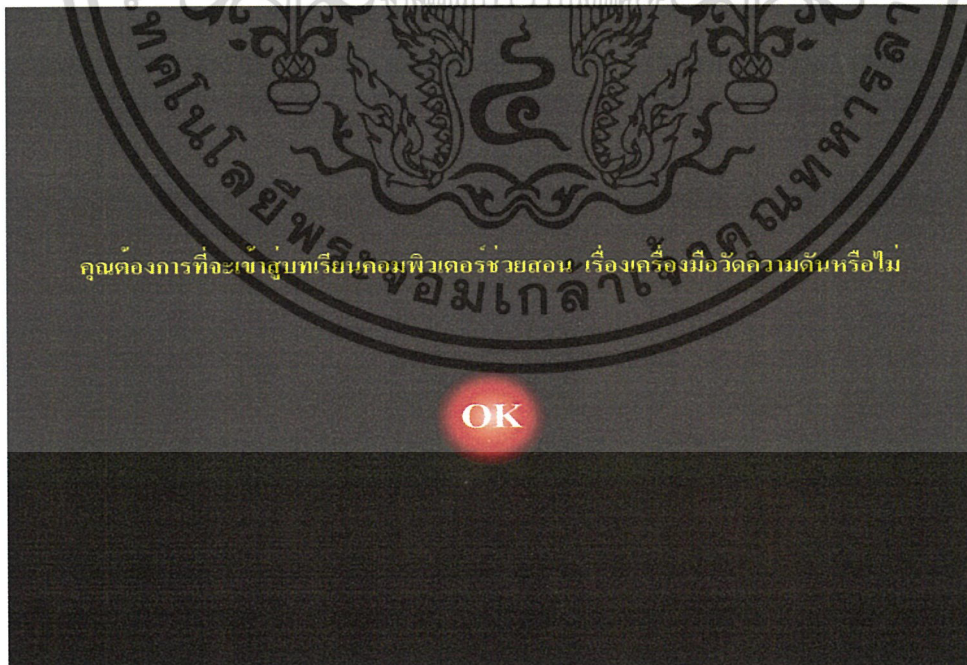
- 1) เริ่มจากคลิกเปิดโปรแกรม Flash Movie  รอสักครู่ จากนั้นกด Space Bar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 การเข้าสู่โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

2) คลิกที่ปุ่ม OK เพื่อที่จะเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน



รูปที่ 4.2 การเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ถ้าต้องการที่จะดูรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมคลิกที่เมนูด้านซ้ายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



รูปที่ 4.3 ปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการเข้าสู่วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

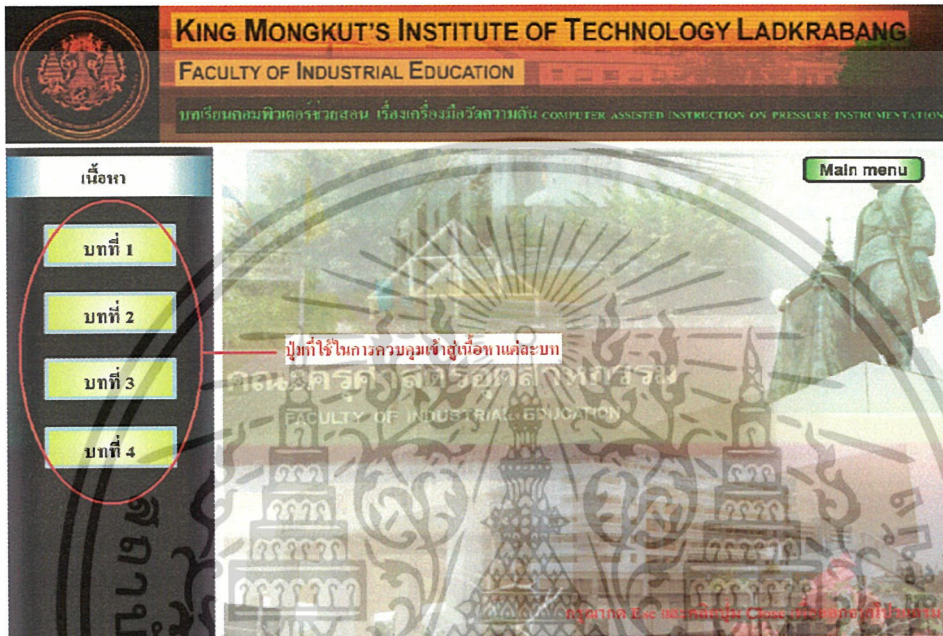
4) หลังจากนั้นทำการเข้าสู่รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหา โดยการคลิกที่เมนูทางด้านด้านซ้ายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนรูปที่ 4.4 ปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการเข้าสู่เนื้อหา อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะมีรายละเอียด ดังนี้

4.1) ถ้าต้องการจะเข้าสู่บทเรียน บทที่ 1, 2, 3 หรือ 4 ทำการคลิกเลือกเมนูบทที่ 1, 2, 3 หรือ 4 จะปรากฏ



รูปที่ 4.5 ปุ่มที่ใช้ในการควบคุมการเข้าสู่เนื้อหาบทที่ 1-4

4.2) ถ้าต้องการที่จะทำแบบทดสอบก่อนเรียนคลิกปุ่ม OK แต่ถ้าไม่ต้องการที่จะทำแบบทดสอบก่อนเรียนคลิกปุ่ม NO เพื่อเข้าสู่รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การตัดสินใจก่อนที่จะเข้าทำการทดสอบแบบทดสอบก่อนเรียน

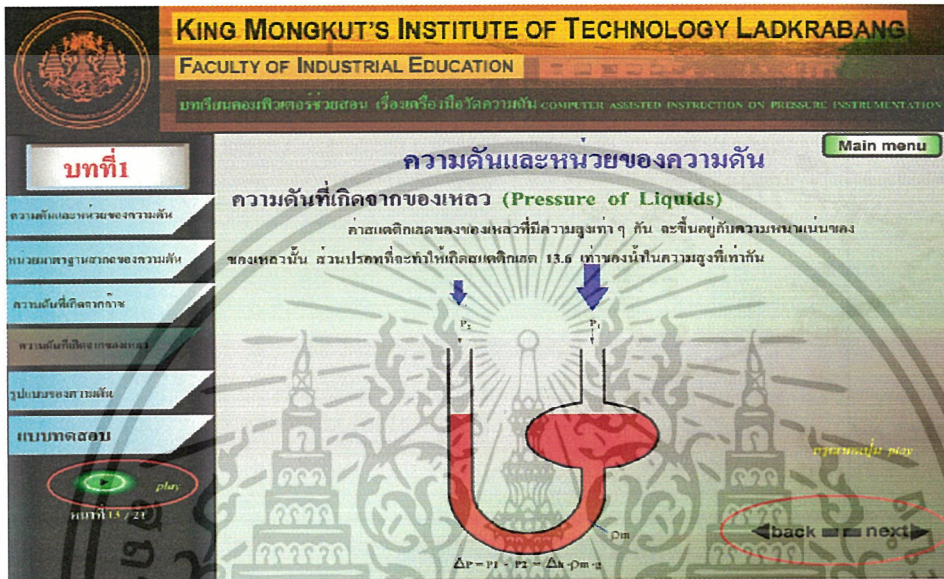
4.3) กรณีที่ต้องการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จะใช้แบบทดสอบ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมดจำนวน 5 ข้อ



รูปที่ 4.7 แบบทดสอบก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เมื่อเข้ามายังเนื้อหา บทที่ 1, 2, 3 หรือ 4 แล้วให้นักศึกษาทำการศึกษาเนื้อหาภายใน โดยคลิกปุ่ม “Next” หรือ “Back” และ “Play” หรือ “Stop” ไปในแต่ละหน้าจนจบบทที่ 1, 2, 3 หรือ 4



รูปที่ 4.8 เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6) เมื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดันแล้ว ผู้เขียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละบท โดยคลิกปุ่ม **แบบทดสอบ** ของแต่ละบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) เมื่อเข้ามายังแบบทดสอบหลังเรียนแล้ว พิมพ์ชื่อของผู้เขียนลงในช่องที่กำหนด



รูปที่ 4.9 ช่องว่างสำหรับพิมพ์ชื่อเพื่อใช้ในการทำแบบทดสอบหลังเรียน

8) คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ มีดังนี้

8.1) แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีรายละเอียด ดังนี้

บทที่ 1 จำนวน 10 ข้อ

บทที่ 2 จำนวน 10 ข้อ

บทที่ 3 จำนวน 10 ข้อ

บทที่ 4 จำนวน 15 ข้อ

8.2) กำหนดให้คะแนนสอบที่ถูกต้องเป็น 1 คะแนน และข้อสอบที่ตอบผิดเป็น

0 คะแนน

8.3) จะต้องทำคะแนนให้ได้ 70% หรือมากกว่าจึงจะผ่านการเรียนการสอนในแต่ละ

บท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ผลที่ได้จากทดสอบแบบทดสอบหลังเรียน

4.3 คุณภาพของบทเรียน

คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน ที่ได้จากการประเมินบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหา 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออีก 3 ท่าน โดยในด้านเนื้อหาได้จัดแบ่งหัวข้อในการประเมินออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ คือ ส่วนนำ ส่วนเนื้อหา และส่วนสรุป ซึ่งในทั้ง 3 ส่วนนี้ ได้แบ่งย่อยหัวข้อลงไปอีกเป็น 11 หัวข้อ เพื่อง่ายและสรุปส่วนหัวข้อที่สำคัญในการประเมินในด้านเนื้อหา ส่วนในด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนการสอน ก็เป็นลักษณะเช่นเดียวกัน แต่จะมีเพียง 2 หัวข้อใหญ่ คือ ด้านกราฟฟิกและการออกแบบ ด้านเทคนิค ซึ่งยังแบ่งย่อยออกไปอีก 8 ข้อที่ใช้ในการประเมินหาคุณภาพในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

4.3.1 การหาคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา

ขั้นตอนในการหาคุณภาพของบทเรียนในด้านเนื้อหา จะทำการพิจารณาจากการกรอกแบบฟอร์มการประเมินด้านเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยผลการประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา มีผลการประเมินดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 คะแนนจากการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	คะแนนการประเมิน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)		
	ผู้ประเมิน		
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3
ด้านเนื้อหา			
ส่วนนำ			
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	5.00	5.00	5.00
2. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน	5.00	5.00	5.00
3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบน่าสนใจ	5.00	5.00	4.00
4. การแจ้งความคิดรวบยอดของเนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย	4.00	4.00	5.00
ส่วนเนื้อหา			
5. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	5.00	5.00
6. บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	5.00	5.00	4.00
7. บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอด	4.00	4.00	5.00
การเรียนรู้			
8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	5.00	5.00	5.00
9. บทเรียนมีการยกตัวอย่างในปริมาณและ โอกาสที่เหมาะสม	4.00	5.00	4.00
ส่วนสรุป			
10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม	4.00	5.00	5.00
11. ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบ หรือข้อทดสอบ	4.00	5.00	5.00
สรุปคะแนน	4.55	4.82	4.73

จากตารางผลคะแนนการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหา ท่านที่ 1 เฉลี่ย 4.55, ท่านที่ 2 เฉลี่ย 4.82, ท่านที่ 3 เฉลี่ย 4.73 ซึ่งผลรวมจัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.56$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การหาคุณภาพของบทเรียนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ขั้นตอนในการหาคุณภาพของบทเรียนในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จะทำการพิจารณาจากการกรอกแบบฟอร์มการประเมินด้านเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยผลการประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา มีผลการประเมินดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 คะแนนจากการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	คะแนนการประเมิน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)		
	ผู้ประเมิน		
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3
ด้านกราฟิกและการออกแบบ			
1. การออกแบบหน้าจომีความสวยงาม	4.00	5.00	4.00
2. รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และมีความสอดคล้องกับเนื้อหา มีความชัดเจน	4.00	5.00	5.00
3. ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม	5.00	3.00	5.00
4. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน	4.00	5.00	5.00
5. มีส่วนชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ	3.00	4.00	5.00
ด้านเทคนิค			
6. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี	4.00	5.00	5.00
7. บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดี	4.00	5.00	5.00
8. การพัฒนาโปรแกรมมีความคิดสร้างสรรค์ ใช้นวัตกรรมใหม่ๆ	4.00	4.00	5.00
สรุปคะแนน	4.00	4.50	4.88

จากตารางผลคะแนนการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ท่านที่ 1 เฉลี่ย 4.00, ท่านที่ 2 เฉลี่ย 4.50, ท่านที่ 3 เฉลี่ย 4.88 ซึ่งผลรวมจัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.46$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียน

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน ผู้จัดทำได้ดำเนินการโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นผู้การประเมินซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือคุณภาพทางด้านเนื้อหา และคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

รายการประเมิน	\bar{X}	ระดับคุณภาพ
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	5.00	ดีมากที่สุด
2. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่ทับซ้อน	5.00	ดีมากที่สุด
3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบน่าสนใจ	4.67	ดีมาก
4. การแจ้งความคิดรวบยอดของเนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย	4.33	ดีมาก
5. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	ดีมากที่สุด
6. บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4.67	ดีมาก
7. บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอดการเรียน	4.33	ดีมาก
8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	5.00	ดีมากที่สุด
9. บทเรียนมีการยกตัวอย่างในปริมาณและโอกาสที่เหมาะสม	4.33	ดีมาก
10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม	4.67	ดีมาก
11. ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบ หรือข้อทดสอบ	4.67	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.70	ดีมาก

จากตารางนี้สามารถหาค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน จัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.70$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

รายการประเมิน	\bar{X}	ระดับคุณภาพ
1. การออกแบบหน้าจอดีความสวยงาม	4.33	ดีมาก
2. รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และมีความสอดคล้องกับเนื้อหา มีความชัดเจน	4.67	ดีมาก
3. ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม	4.33	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน	4.67	ดีมาก
5. มีส่วนชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ	4.00	ดีมาก
6. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี	4.67	ดีมาก
7. บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดี	4.67	ดีมาก
8. การพัฒนาโปรแกรมมีความคิดสร้างสรรค์ ใช้แนวคิดใหม่ๆ	4.33	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.46	ดีมาก

จากตารางนี้สามารถหาค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน จัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.46$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน เป็นบทเรียนช่วยสอนที่สามารถทำให้นักศึกษาเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะการถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางมัลติมีเดีย ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการรับสื่อจากสมัยก่อนๆ บทเรียนช่วยสอนยังสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าการเรียนของผู้เรียนได้ด้วย บทเรียนช่วยสอนยังช่วยทำให้มีการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับครูผู้สอนได้ดีอีกด้วย

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้จัดทำได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Flash MX ซึ่งบรรจุไว้ในแผ่น CD-R ขนาด 700 MB โดยเมนูหลักประกอบด้วยวัตถุประสงค์การเรียนรู้, แบบทดสอบก่อนเรียน, เนื้อหาและข้อสอบ โดยในส่วนของบทเรียนประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องเครื่องมือวัดความดัน จำนวน 4 บท ในการศึกษาแต่ละบทนั้น จะมีการบอกวัตถุประสงค์ให้แก่ผู้เรียนทราบ และในส่วนของบทเรียนแต่ละบท จะมีภาพประกอบ ทั้งภาพนิ่งและเคลื่อนไหว เพื่อสร้างความสนใจและให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาการเรียนได้ดียิ่งขึ้น ในการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปยังเนื้อหาเดิมได้ และเมื่อเรียนจบบทเรียนบทที่ 1-3 จะมีข้อสอบเพื่อวัดความรู้ที่ได้เรียนมา เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนบทละ 10 ข้อ และบทเรียนบทที่ 4 จำนวน 15 ข้อ ผู้เรียนสามารถทราบผลคะแนนได้ที่ที่ผู้เรียนส่งคำตอบ ไปตรวจสอบ

การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาและคุณภาพทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เมื่อพิจารณาทางด้านเนื้อหาพบว่าบทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย, เมนูไม่สับสน, การแสดงวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบหน้า, เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม, บทเรียนมีความง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน, บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอดการเรียน, การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน, บทเรียนมีการยกตัวอย่างในปริมาณและโอกาสที่เหมาะสม, จำนวนข้อสอบหรือข้อทดสอบมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับที่มาก ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ, การแสดงความคิดรวบยอดของเนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่ายและบทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละบทอย่างเหมาะสม เมื่อพิจารณาทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อพบว่า การออกแบบหน้าจอมีความสวยงาม, รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมายและมีความสอดคล้องกับเนื้อหา มีความชัดเจน, ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม, มีส่วนชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ, บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดีและการพัฒนาโปรแกรมมีความคิดสร้างสรรค์ใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคิดใหม่ๆ ส่วนความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนและบทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี

ในการประเมินผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำในข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ มีเทปสไลด์ในการช่วยสืบค้นในแต่ละบท ภาพที่ใช้สื่อความหมายได้ดี มีความวิริยะอุตสาหะและมีความตั้งใจดี ส่วนข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข คือการเสริมแรงคือขณะที่เรียนความมีการชมเชยการให้รางวัลแก่ผู้เรียนแทนครู และควรมีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน ในเรื่องของการสร้างกราฟควรให้เส้นกราฟแต่ละภาพขึ้นทีละเส้นเพื่อความเหมาะสมแก่บทเรียน

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1) ปัญหา ไฟล์ของตัวโปรแกรม Flash MX จะมีขนาดใหญ่มากเวลาที่จะนำมาลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แนวทางแก้ไข ใช้โปรแกรม WinZip เพื่อลดขนาดไฟล์ของโปรแกรม Flash MX ให้เล็กลงเพื่อจะได้เคลื่อนย้ายไปลงยังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2) ปัญหา ปุ่มที่ใช้คลิกเพื่อเล่นภาพเคลื่อนไหว ในบทเรียนบางครั้งคลิกแล้วภาพไม่เกิดการเคลื่อนไหวตามที่ต้องการ

แนวทางแก้ไข ทำการตั้งชื่อให้กับภาพในแต่ละภาพ เพื่อเป็นตัวกำหนดให้โปรแกรมรู้จักกับภาพนั้น เมื่อกดปุ่มโปรแกรมก็จะรู้ทันทีว่าต้องการเล่นภาพไหน

3) ปัญหา เวลาแสดงภาพที่หน้าจอในขณะที่ใช้โปรแกรม Flash MX จะแสดงภาพขนาดเล็กไม่เต็มจอ

แนวทางแก้ไข เข้าไปตั้งค่าหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลเต็มจอได้

4) ปัญหา ภาพเคลื่อนไหวของบทเรียนจะเล่นตลอดเวลาไม่ยอมหยุดนิ่ง

แนวทางแก้ไข เข้าไปตั้งค่าให้กับภาพเคลื่อนไหวนั้น โดยสั่งให้หยุดในภาพสุดท้ายเมื่อโปรแกรมเล่นมาถึงภาพที่ต้องการให้หยุด

5) ปัญหา ไม่สามารถเล่นภาพซ้อนกัน โดยเล่นในภาพเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว

แนวทางแก้ไข เข้าไปตั้งค่าให้กับภาพนั้นมีหลายๆ Layer เพื่อจะได้สามารถเล่นหลายๆภาพซ้อนกันโดยใช้เพียงจอภาพเคลื่อนไหวเพียงจอภาพเดียว

6) ปัญหา ไม่สามารถแปลงข้อมูลเสียงจาก Wave เป็นข้อมูลเสียง MP3 ได้ทั้งหมด เนื่องจากแผ่นโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงข้อมูลเสียงเป็นแผ่นสำเนา ซึ่งสามารถแปลงได้ครั้งละ 20 ข้อมูลเสียง

แนวทางแก้ไข โดยการจัดลงโปรแกรมใหม่กับเครื่อง PC จำนวน 8 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ปัญหา ข้อมูลเสียงที่ใช้ในการบันทึกก่อนข้างจะเบา

แนวทางแก้ไข โดยการใส่โปรแกรม GOLDWAVE ในการปรับขยายข้อมูลเสียงให้ดังมากขึ้นจากเดิม

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการงาน

- 1) สร้างหรือปรับปรุงการเคลื่อนไหวของภาพในลักษณะอื่นๆ ที่สามารถทำให้เกิดความเข้าใจและสร้างความสนใจให้ผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น
- 2) นำโปรแกรมอื่นที่สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรม Macromedia Flash MX มาใช้ เพื่อทำให้เกิดรูปลักษณะใหม่ๆ ที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น
- 3) ทำการปรับปรุงเนื้อหาให้สามารถเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

5.4 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

- 1) ภาพประกอบชัดเจน สวยงาม
- 2) มีคำอธิบายชัดเจนและ Background สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน
- 3) บทเรียนน่าสนใจ สามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง
- 4) มีการจัดเรียงเนื้อหาได้ดีและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 5) เนื้อหาและรูปภาพนำเสนอได้อย่างน่าสนใจ
- 6) ภาพเคลื่อนไหวแสดงการทำงานของอุปกรณ์ได้อย่างชัดเจน

5.5 ข้อเสนอแนะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

- 1) รูปแบบการจัดวางบทเรียนในส่วนของเนื้อหา ควรมีเนื้อที่ว่างพอจัดวาง
- 2) การอ่านคำบรรยายให้ชัดเจน
- 3) การเขียนสูตร, สมการหรือตัวย่อควรให้ถูกต้องตามหลักการ
- 4) ควรเพิ่มภาพกราฟฟิคให้มากกว่านี้
- 5) ควรมีภาพถ่ายจริงอ้างอิงบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิดานันท์ มะลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2540 กำพล ติลาภรณ์. Advanced Flash. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น จำกัด. 2544

ครรชิต มาลัยวงศ์. อนาคตของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ไมโครคอมพิวเตอร์. กุมภาพันธ์ 2531

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. ระบบสื่อสารการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์. 2520

นิพนธ์ สุขปรีดี. นวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2530

พรจิต ประทุมสุวรรณ. เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม เช่น เซอร์และทรานสดิวเซอร์. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์. 2537

พิทักษ์ ศิลาธนา. ตามไปดูเขาทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างไร. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรกฎาคม – กันยายน. 2531

ไพโรจน์ ตรีชนากุล. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริม กรุงเทพฯ. 2529

โมไนย เมตกรุณจิตต์ และ น.ต.ดร. วุฒิพงษ์ พงศ์สุวรรณ. Macromedia Flash5 Advance. กรุงเทพฯ : ซอฟต์แวร์ปาร์ค. 2539

บุทชชัย รุจิรวิมล. Macromedia Flash MX. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : Success MEDIA. 2537

วชิราพร อัจฉริยโกศล. การศึกษาเอกเทศกับการศึกษารายบุคคล. สารพัฒนาหลักสูตร. เมษายน – พฤษภาคม 2527

วสันต์ อดิศักดิ์. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสารศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. สาขาศึกษาศาสตร์. 2527

วีระ ไทยพานิช. บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. รวมบทความเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา. 2527

สมศักดิ์ กิรติวุฒิสเรษฐ. หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2537

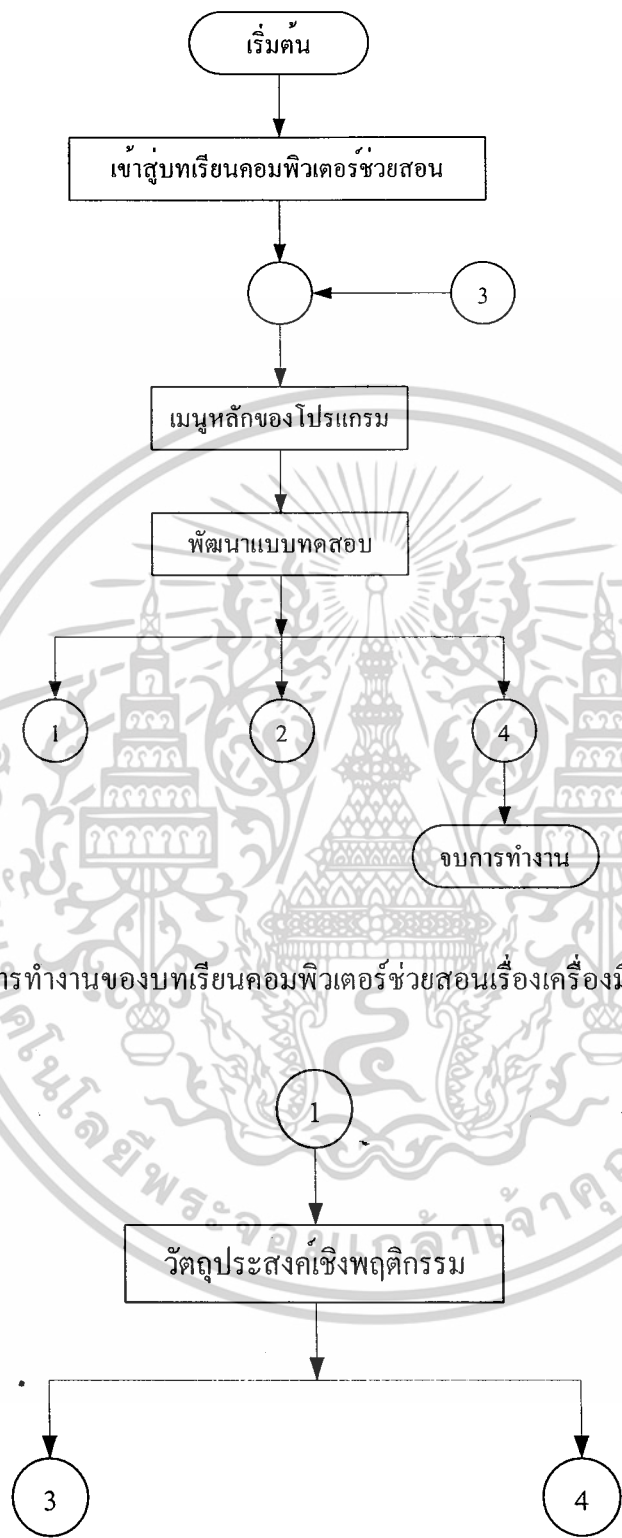
สุกรี รอดโพธิ์ทอง. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก
แผนผังการทำงานของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องเครื่องมือวัดความดัน

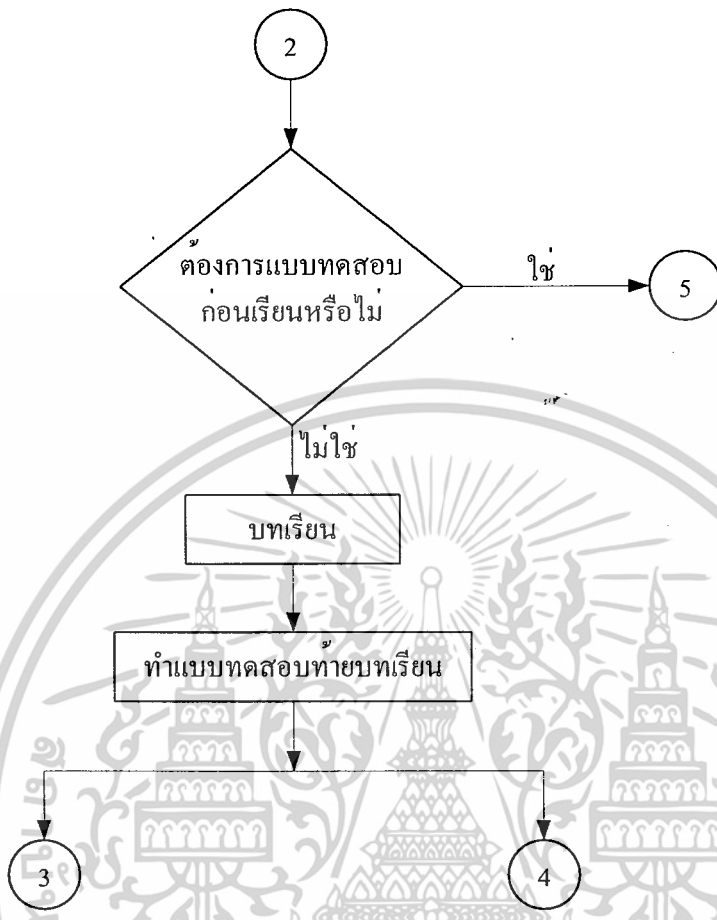
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



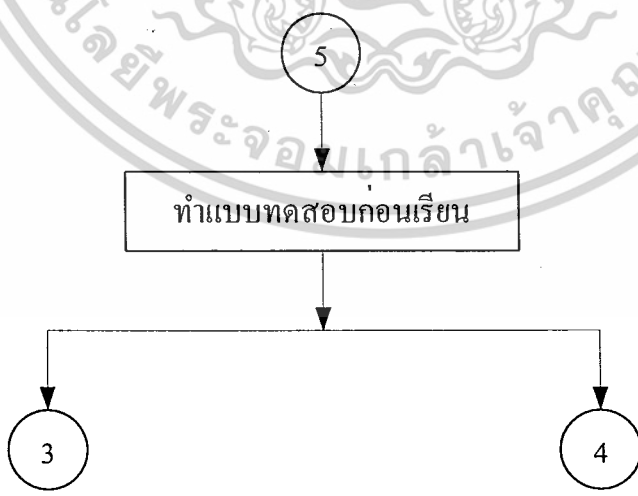
รูปที่ ก.1 ผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

รูปที่ ก.1 (ต่อ) ผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 (ต่อ) ผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน



รูปที่ ก.1 (ต่อ) ผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งาน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ
วัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน




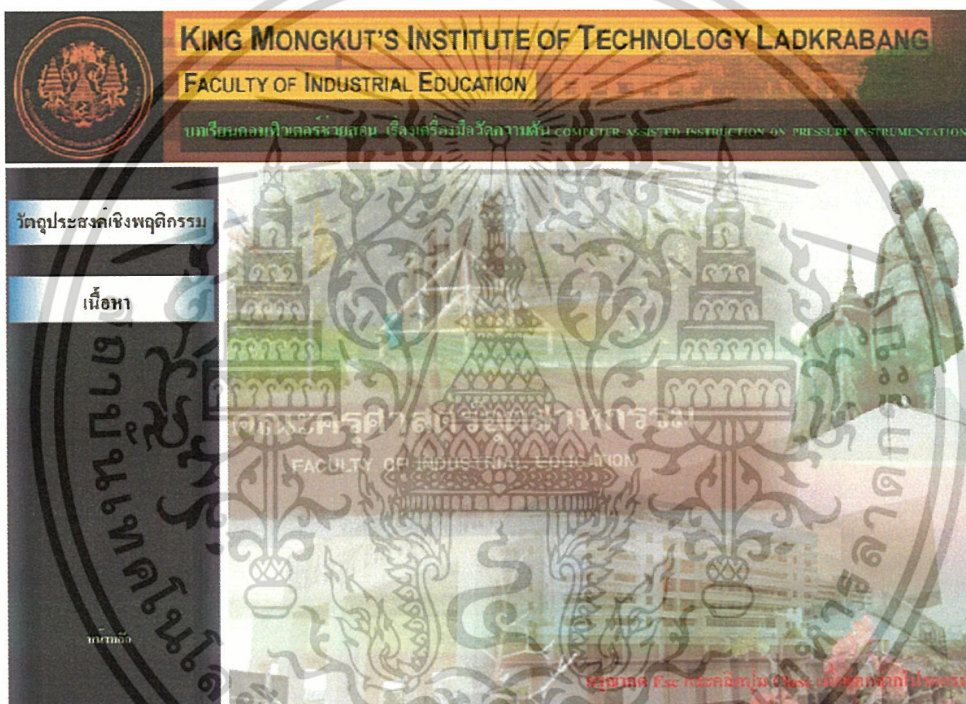
ภาควิชาวิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในคู่มือเล่มนี้จะเป็นคู่มือในการใช้งานของส่วนต่างๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องมือวัดความดัน จัดทำไว้เพื่อเป็นตัวช่วยในการใช้งานของผู้เรียนเพื่อก่อให้เกิดความ สะดวกยิ่งขึ้น โดยจะประกอบด้วยวิธีการเริ่มต้นการใช้งาน ซึ่งผู้เรียนจำเป็นที่จะต้องรู้ โดยมี วิธีการใช้งาน ดังนี้

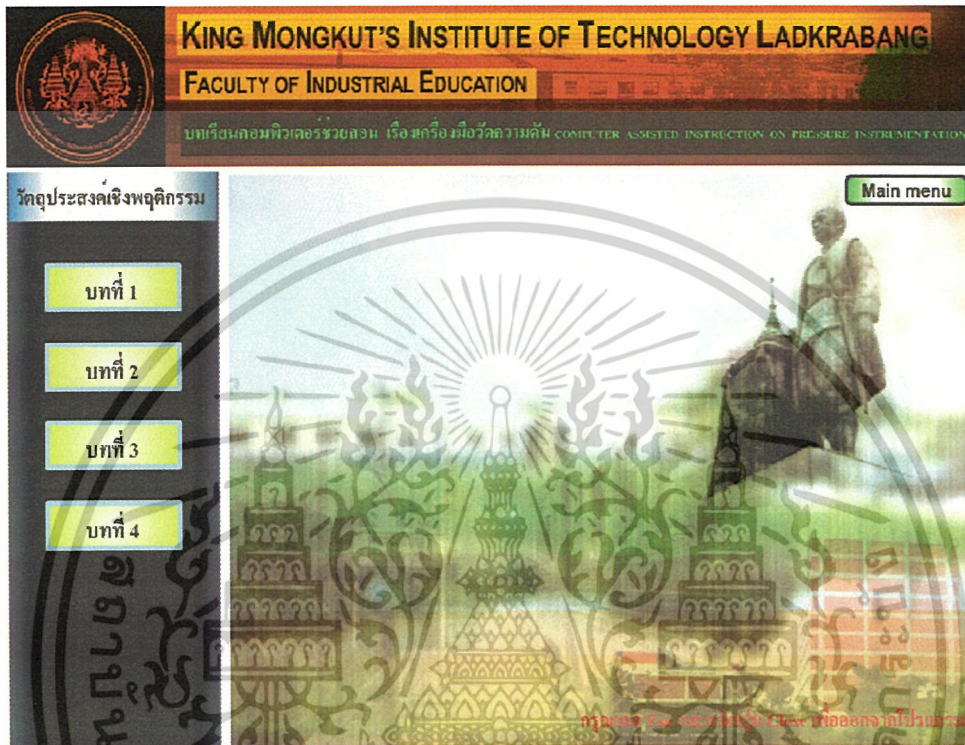
- 1) ทำการคลิก  เพื่อเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน
- 2) เข้าสู่หน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน



รูปที่ ข.1 หน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เข้าไปสู่วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนักศึกษาทำการคลิกที่ปุ่มวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม



รูปที่ ข.2 หน้าหลักของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ทำการคลิกปุ่ม “วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม” บทที่ 1, 2, 3 หรือ 4 เพื่อเข้าไปดู วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทที่ 1, 2, 3 หรือ 4

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องมือวัดความดัน COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE INSTRUMENTATION

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม Main menu

บทที่ 1
 บทที่ 2
 บทที่ 3
 บทที่ 4

บทที่ 1 ความดันและหน่วยของความดัน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

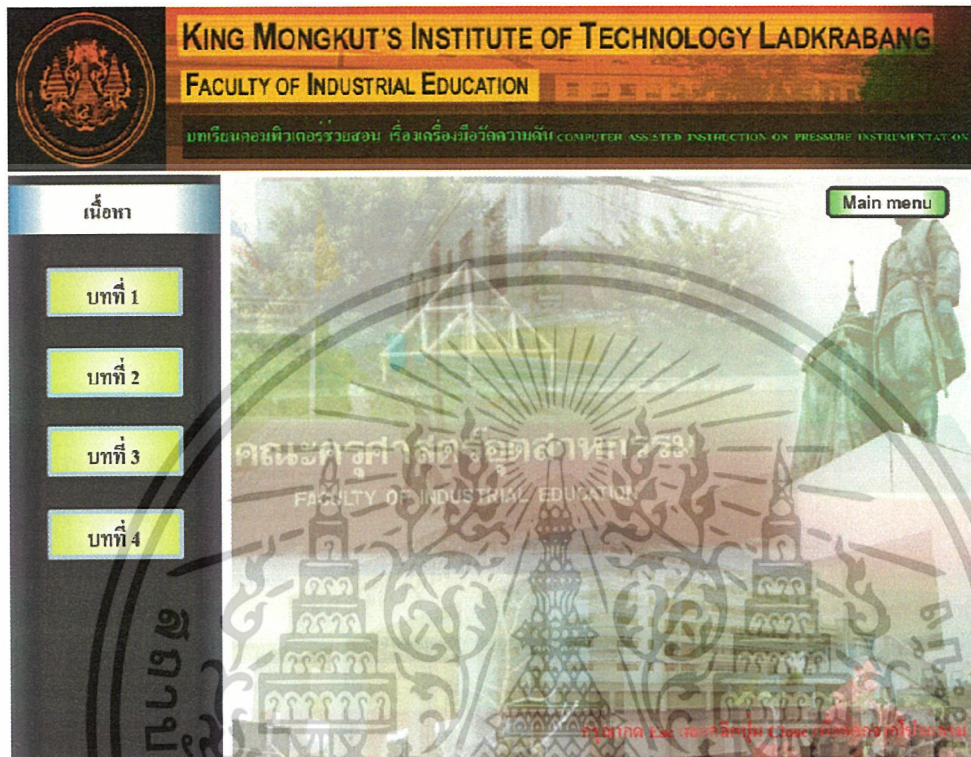
1. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับความดันและหน่วยของความดัน
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับความดันที่เกิดจากก๊าซ
3. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับความดันที่เกิดจากของเหลว
4. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปแบบของความดัน

รูปที่ ข.3 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละบท

5) เมื่อนักศึกษาต้องการที่จะศึกษาบทเรียน สามารถกระทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม “เนื้อหา” บท หน้าจอหลักของบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ทำการคลิกปุ่ม “เนื้อหา” บทที่ 1, 2, 3 หรือ 4 เพื่อเข้าไปศึกษาเนื้อหาของบทเรียน

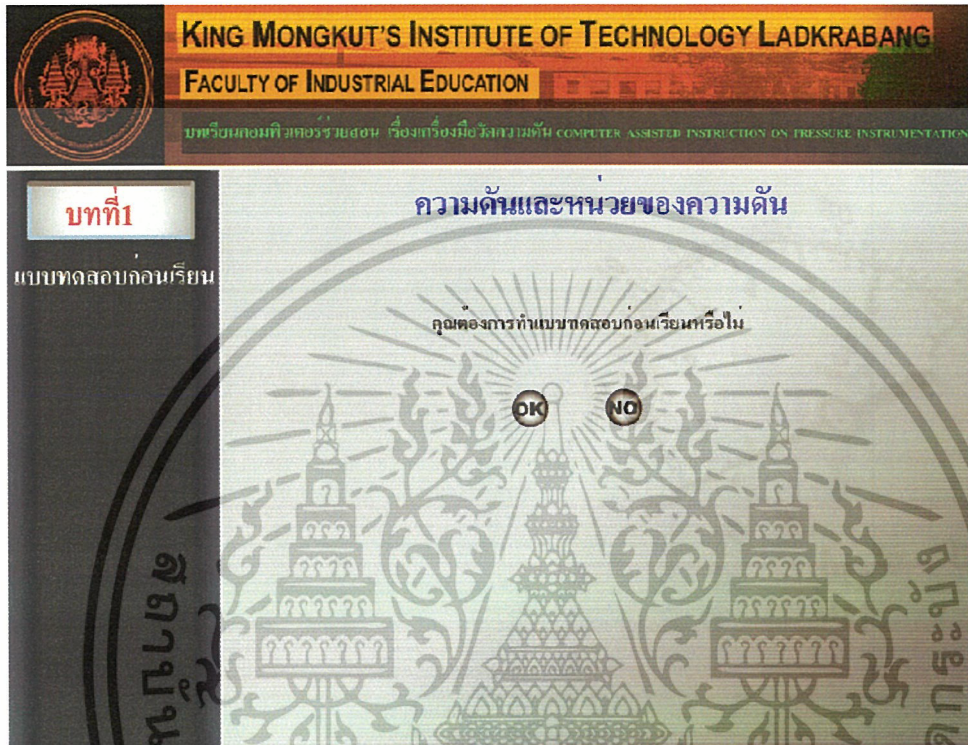


รูปที่ ข.4 หน้าหลักของเนื้อหาแต่ละบท

7) ทำการคลิกปุ่มเนื้อหาของบทที่ 1, 2, 3 หรือ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) เข้าสู่หน้าของแบบทดสอบก่อนเรียน ถ้าต้องการทำแบบทดสอบให้คลิกปุ่ม OK แต่ถ้าไม่ต้องการทำแบบทดสอบก็ให้คลิกปุ่ม NO



รูปที่ ข.5 หน้าของแบบทดสอบก่อนเรียนของแต่ละบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) ในกรณีที่ต้องการทำแบบทดสอบก่อนเรียน จะมีแบบทดสอบ แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ ให้ทดสอบ

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เครื่องมือวัดความดัน COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE INSTRUMENTATION

บทที่ 1
แบบทดสอบก่อนเรียน

5) น.ส. คิดว่าค่าความดันใดต่อไปนี้จะคองหน้าไปอ้างอิงค่าศูนย์ (Zero Reference) ที่ความดันบรรยากาศ

- ก. ค่าความดันสัมบูรณ์
- ข. ค่าความดันเกจ
- ค. ค่าความดันคิฟเฟอร์เรนเซียล
- ง. Vacuum.

ถูก 3 ข้อ ผิด 1 ข้อ
 ข้อที่ 5/5

รูปที่ ข.6 หน้าของแบบทดสอบก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) เมื่อนักศึกษาคlickเข้ามายังเนื้อหาของบทเรียนที่ 1, 2, 3 หรือ 4 นักศึกษาจะพบกับเนื้อหาภายในโดยนักศึกษสามารถศึกษาบทเรียนได้เลย

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องวัดความดัน COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE INSTRUMENTATION

บทที่ 1
 หน่วยและความดันของมวล
 หน่วยมาตรฐานสากลของความดัน
 ความดันที่เกิดจากอากาศ
 ความดันที่เกิดจากของเหลว
 รูปแบบของความดัน
 แบบทดสอบ

ความดันและหน่วยของความดัน Main menu

ความดันและหน่วยของความดัน (Pressure and its Measuring Units)

ในปัจจุบันนี้เครื่องจักรที่ใช้อยู่ในงานอุตสาหกรรม อะไหล่การทำงานอากาศยาน ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเรามักจะคุ้นเคยกับเครื่องจักรกลที่ทำงานโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้า เครื่องจักร ๆ แล้วยังมีเครื่องจักรกลอีกเป็นจำนวนมากที่อาศัยพลังงานจากของไหล (Fluid) เช่นระบบนิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ เวบสเตอร์ (Webster) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า ของไหล ไว้ว่า ก๊าซ สารชนิดหนึ่งซึ่งจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปตามภาชนะที่บรรจุมันอยู่ เช่น ก๊าซหรือของเหลว ก๊าซนั้นอาจขยายตัวเพื่อให้อิ่มพื้นที่ของภาชนะที่บรรจุอยู่ หรือถูกกดกลับลงไปก็ได้ สำหรับของเหลวนั้นโมเลกุลจะยึดติดกันแน่นหนากว่าก๊าซ และจะไม่ขยายตัวหรือหดตัว เครื่องจักรนิวแมติกส์จะทำงานโดยอาศัยความดันของของเหลวจากบีบ

หน้า 1 / 21 next

รูปที่ ข.7 เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องวัดความดัน

11) เมื่อศึกษาบทเรียนเสร็จแล้วก็ทำแบบทดสอบหลังเรียน ทั้ง 4 บท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) พิมพ์ชื่อลงไปในช่วงว่าง เพื่อจะทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล เครื่องมือวัดความดัน COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE INSTRUMENTATION

บทที่ 3
 แบบทดสอบหลังเรียน

กรุณาใส่ชื่อของผู้เรียนก่อนทำแบบทดสอบ

พิมพ์ชื่อลงในช่องว่างและกด Enter

รูปที่ ข.8 หน้าที่ผู้เรียนจะต้องพิมพ์ชื่อลงไปในช่วงว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13) ทำแบบทดสอบหลังเรียนของบทเรียนที่ 1, 2, 3 หรือ 4

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีเมื่อดาวเทียม COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON PRESSURE INSTRUMENTATION

บทที่ 1
แบบทดสอบหลังเรียน

ถูก 7 ข้อ ผิด 2 ข้อ
 ข้อที่ 10/10

10) จุดศูนย์ของความดันคือไปนี้จะมีค่าที่แน่นอน

- ก ความดันคง
- ข ความดันสัมบูรณ์
- ค Vacuum.
- ง ถูกทั้ง ก และ ข

รูปที่ ข.9 แบบทดสอบหลังเรียน

14) คำแนะนำในการทำแบบทดสอบหลังเรียน

- 14.1) แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยบทเรียนที่ 1, 2, 3 หรือ 4 มีจำนวนบทละ 10 ข้อ และบทที่ 4 จำนวน 15 ข้อ
- 14.2) กำหนดให้คะแนนสอบที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อสอบที่ตอบผิดเป็น 0 คะแนน
- 14.3) จะต้องทำคะแนนให้ได้ 70% หรือมากกว่าจึงจะผ่านการเรียนในแต่ละบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

แบบทดสอบหลังเรียน

คุณ montree seu-e
ได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้ว
โดยทำคะแนนได้เป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 70 %
แสดงว่าคุณเข้าใจการสอนในบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม เรื่อง เครื่องมือวัดความดัน
ขอแสดงความยินดีด้วยครับ

DK

รูปที่ ข.10 ผลคะแนนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 70%

15) ถ้าหากนักศึกษาต้องการจะออกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยเรื่องเครื่องมือวัดความดัน สามารถกระทำได้ โดยการกดปุ่ม Esc แล้วตามด้วย Close จะถือเป็นการออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก
แบบประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเครื่องมือ
วัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง
เครื่องมือวัดความดัน

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เรื่อง.....

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความ คิดเห็น					ข้อคิดเห็น เพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านเนื้อหา ส่วนนำ 1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ 2. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน 3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบน่าสนใจ 4. การแจ้งความคิดรวบยอดของเนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย						
ส่วนเนื้อหา 5. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 6. บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน 7. บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอด การเรียน 8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน 9. บทเรียนมีการยกตัวอย่างในปริมาณและโอกาสที่เหมาะสม						
ส่วนสรุป 10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม 11. ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบ หรือข้อทดสอบ						
รวมคะแนน						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำชมเชย.....

.....
.....

.....
.....

.....
.....

.....
.....

ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข.....

.....
.....

.....
.....

.....
.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

5 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมากที่สุด 4 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมาก 3 หมายถึงเห็นด้วยในระดับ

ปานกลาง 2 หมายถึงไม่เห็นด้วย 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตัวอย่างแบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง
เครื่องมือวัดความดัน

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เรื่อง.....

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านกราฟิกและการออกแบบ 1. การออกแบบหน้าจอมีความสวยงาม 2. รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และสอดคล้องกับเนื้อหา มีความชัดเจน 3. ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม 4. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน 5. มีส่วนชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ						
ด้านเทคนิค 6. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี 7. บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดี 8. การพัฒนาโปรแกรมมีความคิดสร้างสรรค์ ใช้แนวคิดใหม่ๆ						
สรุปคะแนน						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือวัดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

โทร. 2702-3

ที่ ศธ 0524.04(5)/ ๑/๑

วันที่ 6 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิศรุต ศรีรัตนะ

ด้วยภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาในวิชาโครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอน เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องมือวัดความดัน” ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

1. นายพงศ์เทพ เกียงผา
2. นายมนตรี เส้นอิ

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ รัตริ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

โทร. 2702-3

ที่ ศธ 0524.04(5)/๐๕

วันที่ 6 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน ดร.ฉันทนา โหมดมณี

ด้วยภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อในวิชาโครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอน เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องมือวัดความดัน” ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

1. นายพงศ์เทพ เลียงผา
2. นายมนตรี เส้นชัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ ราษฎร์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

โทร. 2702-3

ที่ ศธ 0524.04(5)/012

วันที่ 6 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

ด้วยภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนของนักศึกษาเป็นอย่างยิ่ง จึงมีความประสงค์เรียนเชิญเป็นอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อในวิชาโครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอน เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเครื่องมือวัดความดัน” ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม โดยมีนักศึกษาดำเนินการจัดทำดังนี้

1. นายพงศ์เทพ เลียงผา
2. นายมนตรี เต็นธิ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรสิทธิ์ ราษฎร์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม



ภาคผนวก จ
การหาคุณภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ
วัดความดัน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน

เรื่อง..... นกท 1 - 4

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความ ความเห็น					ข้อคิดเห็น เพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านเนื้อหา						
ส่วนนำ						
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	✓					
2. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน	✓					
3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบน่าสนใจ	✓					
4. การแจ้งความคิดรวบยอดของเนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย		✓				
ส่วนเนื้อหา						
5. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	✓					
6. บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	✓					
7. บทเรียนเปิด โอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอด การเรียน		✓				
8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	✓					
9. บทเรียนมีการยกตัวอย่างในปริมาณและ โอกาสที่เหมาะสม		✓				
ส่วนสรุป						
10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม		✓				
11. ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบ หรือข้อทดสอบ		✓				
รวมคะแนน						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่น่าสนใจ

1. เนื้อหาละเอียด ชัดเจน ทำได้ง่าย
2. ครอบคลุมเนื้อหา รวดเร็ว ทัดเทียม มีภาพชัดเจน
3. ภาพเคลื่อนไหว เสียง การทำแบบทดสอบ ทำได้ง่าย ชัดเจน

ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข

1. ควรเพิ่มภาพ หรือ เนื้อหาที่ชัดเจน น่าสนใจมากขึ้น
2. ปรับปรุงเนื้อหาสาระของเนื้อหาให้รัดกุมชัดเจน

ลงชื่อ

(นายอภิชัย ทรัพย์)

ผู้ประเมิน

5 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมากที่สุด 4 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมาก 3 หมายถึง เห็นด้วยในระดับปานกลาง 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน

เรื่อง.....

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านเนื้อหา						
ส่วนนำ						
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	✓					
2. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน	✓					
3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบน่าสนใจ	✓					
4. การแจ้งความคิดรวบยอดของเนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย	✓					
ส่วนเนื้อหา						
5. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	✓					
6. บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	✓					
7. บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอดการเรียน	✓					
8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	✓					
9. บทเรียนมีการยกตัวอย่างในปริมาณและโอกาสที่เหมาะสม	✓					
ส่วนสรุป						
10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม	✓					
11. ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบ หรือข้อทดสอบ	✓					
รวมคะแนน						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

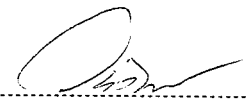
ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่น่าสนใจ.....

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

ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข.....

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

ลงชื่อ

(.....
.....)

ผู้ประเมิน

5 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมากที่สุด 4 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมาก 3 หมายถึงเห็นด้วยในระดับปานกลาง 2 หมายถึงไม่เห็นด้วย 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน

เรื่อง.....

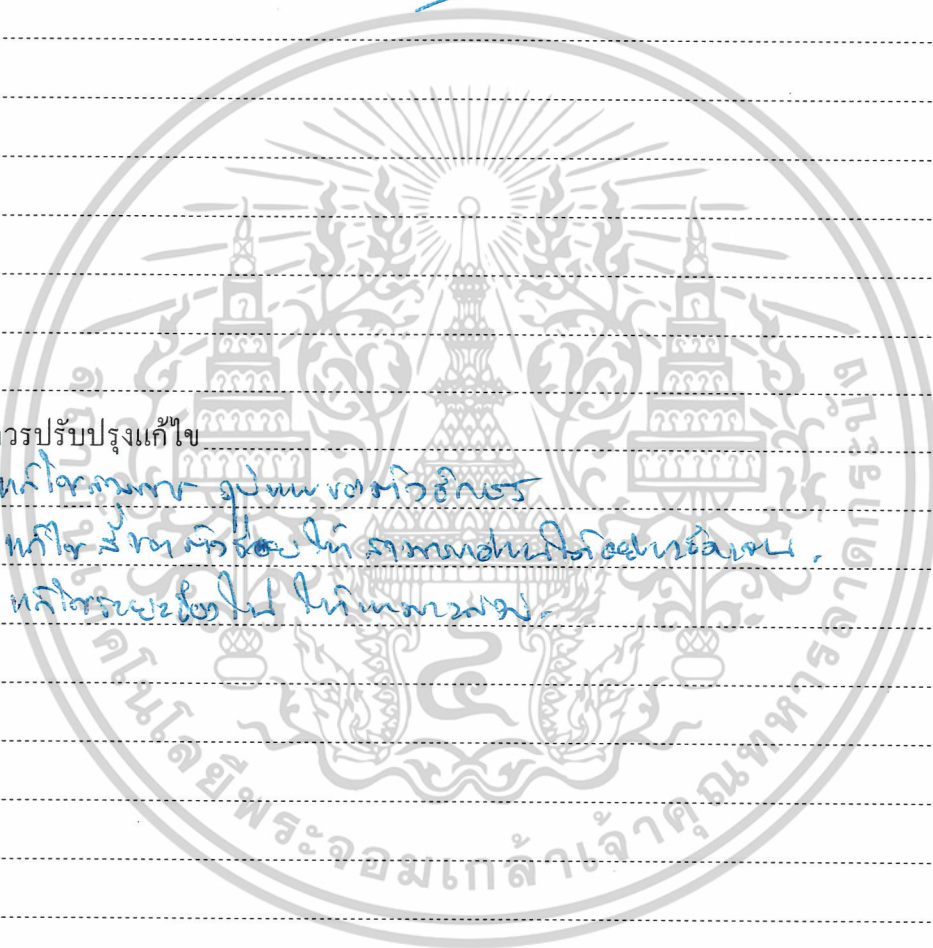
ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความ ความคิดเห็น					ข้อคิดเห็น เพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านเนื้อหา						
ส่วนนำ						
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	✓					
2. บทเรียนมีการออกแบบให้ใช้ง่าย เมนูไม่สับสน	✓					
3. การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบน่าสนใจ	✓					
4. การแจ้งความคิดรวบยอดของเนื้อหาสามารถเข้าใจได้ง่าย	✓					
ส่วนเนื้อหา						
5. เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	✓					
6. บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	✓					
7. บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตลอด การเรียน	✓					
8. การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	✓					
9. บทเรียนมีการยกตัวอย่างในปริมาณและโอกาสที่เหมาะสม	✓					
ส่วนสรุป						
10. บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอนอย่างเหมาะสม	✓					
11. ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบ หรือข้อทดสอบ	✓					
รวมคะแนน						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่น่าสนใจ

มีเนื้อหาลึกซึ้งน่าสนใจ สอดคล้องกับบริบทการเรียนรู้
ได้ทบทวน และฝึกฝน ทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา
และทักษะการสื่อสาร การเรียนรู้ด้วยตนเอง



ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข

- เนื้อหาควรปรับปรุงให้ทันสมัย
- เนื้อหาควรเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง
- เนื้อหาควรเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

ลงชื่อ

[Handwritten signature]

ผู้ประเมิน

5 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมากที่สุด 4 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมาก 3 หมายถึงเห็นด้วยในระดับปานกลาง 2 หมายถึงไม่เห็นด้วย 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างมาก
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน

เรื่อง.....

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านกราฟิกและการออกแบบ 1. การออกแบบหน้าจอมีความสวยงาม 2. รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และสอดคล้องกับเนื้อหา มีความชัดเจน 3. ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม 4. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน 5. มีส่วนชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ	/	/	/	/	/	
ด้านเทคนิค 6. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี 7. บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดี 8. การพัฒนาโปรแกรมมีความคิดสร้างสรรค์ ใช้แนวคิดใหม่ๆ	/	/	/	/	/	
สรุปคะแนน						

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่น่าสนใจ.....

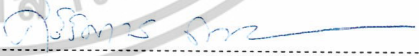
1. ภาพประกอบชัดเจน สีสันเหมาะสม
2. มีตัวอธิบายชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย ได้เนื้อหาสาระที่ควรใช้
3. บทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 4. Hypestext

ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข

- รูปแบบของ text ในสไลด์หน้าควรปรับให้อ่านง่ายขึ้น
- Graphic ควรอ่านต่อ logo ของคณะ

ลงชื่อ

()

ผู้ประเมิน

5 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมากที่สุด 4 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมาก 3 หมายถึงเห็นด้วยในระดับปานกลาง 2 หมายถึงไม่เห็นด้วย 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน

เรื่อง.....

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

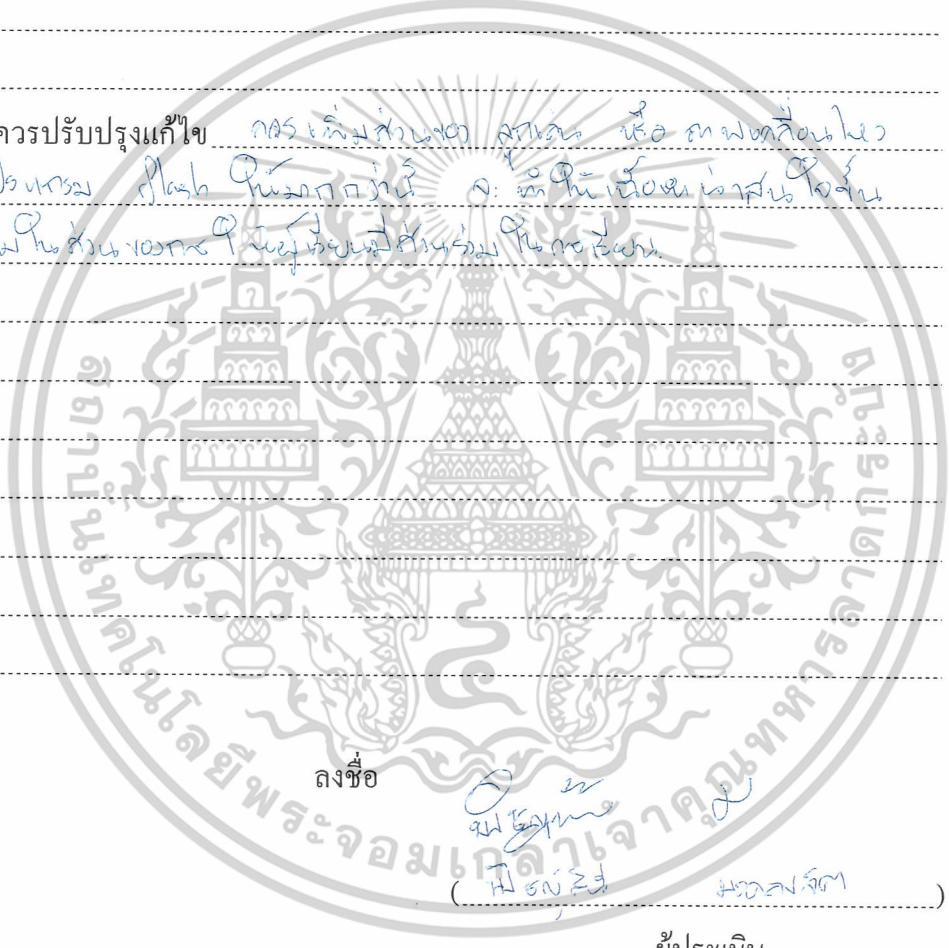
รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านกราฟิกและการออกแบบ 1. การออกแบบหน้าจอมีความสวยงาม 2. รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และสอดคล้องกับเนื้อหา มีความชัดเจน 3. ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม 4. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน 5. มีส่วนชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ	/	/	/	/	/	
ด้านเทคนิค 6. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี 7. บทเรียนใช้หลักของการออกแบบการสอนที่ดี 8. การพัฒนาโปรแกรมมีความคิดสร้างสรรค์ ใช้แนวคิดใหม่ๆ	/	/	/	/	/	
สรุปคะแนน	5	2	3			

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำชมเขย มี ๓ ข้อ ใช้ตัวอักษรที่อ่านง่าย และ

ใช้ข้อความที่ไม่ซับซ้อนในจอภาพ มทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข การเพิ่มส่วนงาน ลงทะเบียน หรือ สภาพคล่องไหว
โดยอาศัยโปรแกรม plus ขึ้นมาทดแทน จ. ที่ขึ้นเงื่อนไขสารสนเทศ
รวมทั้งการเพิ่มในส่วนงานการปฏิบัติงานในส่วนร่วมในการเรียน



ลงชื่อ

(Handwritten signature)
(ผอ.ส.ป.ส.)

ผู้ประเมิน

5 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมากที่สุด 4 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมาก 3 หมายถึงเห็นด้วยในระดับปานกลาง 2 หมายถึงไม่เห็นด้วย 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องมือ วัดความดัน

เรื่อง.....

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับค่าความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
ด้านกราฟิกและการออกแบบ 1. การออกแบบหน้าจรมีความสวยงาม 2. รูปภาพประกอบสามารถสื่อความหมาย และสอดคล้องกับเนื้อหา มีความชัดเจน 3. ตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม 4. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน 5. มีส่วนชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ	✓					
ด้านเทคนิค 6. บทเรียนมีการออกแบบทางเทคนิคที่ดี 7. บทเรียนใช้หลักการของการออกแบบการสอนที่ดี 8. การพัฒนาโปรแกรมมีความคิดสร้างสรรค์ ใช้แนวคิดใหม่ๆ	✓					
สรุปคะแนน						

ชื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำชมเชย บทเรียนลดอันตรายสูบบุหรี่
สมาคมโรงเรียนได้ลักษณะ (๑) จังหวัดปัตตานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข

1. การอ่านทบทวนรายชื่อ การแก้ไขชื่อ
2. การเงินอุดหนุน
3. ...
4. ...

ลงชื่อ

(Handwritten signature)
(Handwritten name)

ผู้ประเมิน

5 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมากที่สุด 4 หมายถึงเห็นด้วยในระดับมาก 3 หมายถึงเห็นด้วยในระดับปานกลาง 2 หมายถึงไม่เห็นด้วย 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล

นายพงศ์เทพ เลียงผา

วัน เดือน ปีเกิด

1 กันยายน พ.ศ. 2521

ภูมิลำเนา

บ้านเลขที่ 63 หมู่ที่ 1 ตำบลไสไทย อำเภอเมือง จังหวัด กระบี่
รหัสไปรษณีย์ 81000 โทรศัพท์ 0-7561-2144

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา

โรงเรียน โกลาพานิชกุล จังหวัดกระบี่

มัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนอำมาตย์ฯ จังหวัดกระบี่

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

วิทยาลัยเทคนิคกระบี่

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต

ปริญญาตรี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์

ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล

นายมนตรี เส้นอิ

วัน เดือน ปีเกิด

10 เมษายน พ.ศ. 2523

ภูมิลำเนา

บ้านเลขที่ 38/5 หมู่ที่ 2 ตำบลสำนักแต้ว อำเภอสะเดา
จังหวัดสงขลา รหัสไปรษณีย์ 90120 โทรศัพท์ 0-7446-0184

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา

โรงเรียนบ้านน้ำลัด

มัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนสะเดาขรรค์ชัยกัมพลานนท์อนุสรณ์

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

โรงเรียนสงขลาเทคโนโลยี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

ปริญญาตรี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์

มีสิทธิฝัน ใช้สิทธิสานฝันให้เป็นเต็มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้