

การพัฒนาแบบเรียนนำแบบสื่ออย่างอินเทอร์แอคทีฟเพื่อชุมชน วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนระดับ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

DEVELOPMENT OF WEB BASED INSTRUCTION FOR TUTORIAL IN INDUSTRIAL ELECTRONICS ENFITLED SENSOR AND TRANSDUCER FOR HIGHER VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS ELECTRONICS DIVISION KEOKKAEI TECHNICAL COLLEGE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครศรีอยุธยา

สาขาวิชาการศึกษา (คอมพิวเตอร์)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครศรีอยุธยา

สงวนลิขสิทธิ์โดยผู้ประพันธ์งานวิจัย

พ.ศ. ๒๕๕๑

TM/PL - 2008 - ED - M - 214 - 200

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์
อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

DEVELOPMENT OF WEB BASED INSTRUCTION FOR TUTORIAL IN
INDUSTRIAL ELECTRONICS ENTITLED SENSOR AND TRANSDUCER
FOR HIGHER VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS ELECTRONICS
DIVISION KHONKAEN TECHNICAL COLLEGE



T 0 8 1 3 1 3 1

เฉลิมเกียรติ ถีอาสนา

CHALERMGIAT THEEASANA

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 81313
วัน,เดือน,ปี...1.0...ส.ย. 2551

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2551

KMITL-2008-ED-M-214-280

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DEVELOPMENT OF WEB BASED INSTRUCTION FOR TUTORIAL IN
INDUSTRIAL ELECTRONICS ENTITLED SENSOR AND TRANSDUCER
FOR HIGHER VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS ELECTRONICS
DIVISION KHONKAEN TECHNICAL COLLEGE**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2008

KMITL-2008-ED-M-214-280

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์
อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
Development of Web Based Instruction for Tutorial in Industrial Electronics
Entitled Sensor and Transducer for Higher Vocational Certificate Students
Electronics Division Khonkaen Technical College

ชื่อนักศึกษา นายเฉลิมเกียรติ ถีอาสนา



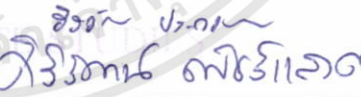


รหัสประจำตัว 48063938

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.รวิวรรณ เทนอิสสระ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล	
รศ.ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์	
ผศ.ดร.รวิวรรณ เทนอิสสระ	
รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล	
ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 15 พฤษภาคม 2551 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาวันที่... 30 ...เดือน... กรกฎาคม... พ.ศ. 2551...
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน
วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมเรื่องเซนเซอร์และ
ทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค
ขอนแก่น

นักศึกษา

นายเฉลิมเกียรติ ถิอาสนา

รหัสประจำตัว

48063938

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

พ.ศ.

2551

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. วิไลพร วรจิตตานนท์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิวรรณ เทนอิสสระ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน
วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น และเปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ของ
นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย
บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนก
อิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น จำนวน 30 คน ซึ่งได้จาก
การสุ่มแบบแบ่งชั้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนวิชา
อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจำนวน 5
หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30
ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.56

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เกณฑ์
E1/E2 ไม่ต่ำกว่า 80/80 และสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ t-test แบบ Dependent Samples ในการ
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรมเรื่องเซนเซอร์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานสดิวเซอร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย
บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ มี
ประสิทธิภาพ 80.27/79.22 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และ
ทรานสดิวเซอร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วย
บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Development of Web Based Instruction for Tutorial in Industrial Electronics Entitled Sensor and Transducer for Higher Vocational Certificate Students Electronics Division Khonkaen Technical College
Student	Mr. Chalermgiat Theeasana
Student ID	48063839
Degree	Master of Science
Programme	Science Education (Computer)
Year	2008
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Wilaiporn Worrachittanont
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr. Rawiwan Tenissara

ABSTRACT

The purposes of the research were to develop the efficient Web Based Instruction for tutorial in Industrial Electronics entitled Sensor and Transducer for Higher Vocational Certificate Students and to compare students' achievement between prior and after learning by using the developed Web Based Instruction.

The sample consisted of thirty Higher Vocational Certificate students during the second semester, 2007 academic year at Khonkaen Technical College, Khonkaen Province, selected from the population employing the stratified random sampling technique.

Research instruments were the Sensor and Transducer Web Based Instruction and the achievement test in Industrial Electronics. The 4 multiple choices achievement test comprised 30 items with the reliability coefficient of 0.56.

To examine the efficiency of Web Based Instruction, not less than 80/80 standard criterion was used. The t-test for Dependent Samples was also employed to compare the students' achievement prior and after learning by using Web Based Instruction.

The results of the research revealed that :

1. The efficiency of Web Based Instruction was 80.27/79.22, which reached the standard criterion.

2. The achievement in Sensor and Transducer Entitled Industrial Electronics of students after using Web Based Instruction was statistically significantly higher than that of the students prior to using Web Based Instruction at 0.01 level.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. วิไลพร วรจิตตานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวีวรรณ เทนอิสสระ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาสละเวลาให้ความช่วยเหลือตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. รวีวรรณ ชินะตระกูล รองศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ ประกอบผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ซึ่งเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำที่มีคุณค่าเพื่อให้การแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้กรุณาแก้ไข และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าตลอดจนเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อศิริ ถิอาสนา คุณแม่พงนา ถิอาสนา ผู้ให้กำเนิดที่มอบความรักและดูแลเอาใจใส่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี และขอขอบคุณที่ น้อง เพื่อน ๆ ตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุน

สำหรับคุณค่าและคุณประโยชน์จากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแด่ บิดา มารดา ครู – อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

เฉลิมเกียรติ ถิอาสนา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	7
2.2 ความรู้เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต	13
2.3 การสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม	18
2.4 การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	20
2.5 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	23
2.6 ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	27
2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	29
2.8 การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	34
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ฉ ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเนื้อหา).....	143
ภาคผนวก ช ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ).....	146
ภาคผนวก ซ กระบวนการผลิตบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และ ทรานสดิวเซอร์.....	149
ประวัติผู้เขียน.....	151

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 หน่วยการเรียนรู้การสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (Industrial Electronics).....	11
3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนข้อสอบที่มีค่า IOC ระดับต่างๆกับจำนวนข้อสอบที่ใช้ได้.....	73
3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนข้อสอบที่ใช้จริงกับที่ออกเกินจำนวนตามหน่วยการเรียนรู้ และระดับพฤติกรรม.....	75
4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อ ทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค ขอนแก่น.....	80
4.2 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์.....	81
ง.1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน (ด้านเนื้อหา).....	140
จ.1 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ).....	142
ฉ.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเนื้อหา).....	144
ช.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ).....	147
ซ.1 คะแนนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์.....	150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงแผนผังของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน.....	52
3.2 แสดงแผนผังการทำงานของปุ่มเมนูต่างๆในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	54
3.3 แสดงแผนผังการทำงานของระบบการลงทะเบียน.....	55
3.4 แสดงแผนผังการทำงานของงานภายในเมนูกระดานข่าว.....	56
3.5 แสดงแผนผังการทำงานของระบบสมาชิก.....	57
3.6 แสดงแผนผังการทำงานของคู่มือระบบ.....	58
3.7 แสดงแผนผังการทำงานของจัดการข่าว.....	59
3.8 แสดงแผนผังการทำงานของจัดผู้เรียน.....	60
3.9 แสดงแผนผังการทำงานของจัดบทเรียน.....	61
3.10 แสดงแผนผังการทำงานของจัดเนื้อหา.....	62
3.11 แสดงแผนผังการทำงานของจัดข้อสอบ.....	63
3.12 แสดงแผนผังการทำงานของจัดแสดงบทเรียน.....	63
3.13 แสดงแผนผังการทำงานของจัดแสดงสถิติผู้เรียน.....	64
3.14 แสดงขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน.....	70
3.15 แสดงการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นับตั้งแต่ระบบคอมพิวเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์เครื่องแรกได้กำเนิดขึ้นมาเพื่อนำมาแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ยุ่งยากซับซ้อน และต่อมาเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ ก็ได้มีความเจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็วและไม่หยุดยั้ง จนกระทั่งในปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีความสามารถที่สูงกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคแรกอย่างมาก และคอมพิวเตอร์ยังถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น ระบบสื่อสาร ระบบการเก็บข้อมูล ระบบบัญชี เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น

ความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศการสื่อสาร และแนวนโยบายของรัฐบาลในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ประกอบการปฏิรูประบบราชการและการศึกษา ประกอบกับแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการจัดการศึกษาที่ปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานนำไปสู่แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการมีวิสัยทัศน์ คือ ผู้เรียนทุกคน สถานศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาทุกแห่งมีโอกาสเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตลอดชีวิต การพัฒนาอาชีพ การบริหารจัดการ การพัฒนาคุณภาพชีวิตโดยได้รับบริการอย่างทั่วถึงและมีการกำหนดยุทธศาสตร์ในการดำเนินการเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศการสื่อสารเป็น 4 ยุทธศาสตร์ดังนี้

1. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาการบริหารจัดการและการบริการทางการศึกษา
3. การพัฒนานุเคราะห์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
4. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

จากเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต (Internet Technology) ที่นำการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Web-Based Instruction) ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายเป็นอีกแนวทางหนึ่งทางการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนหรือศึกษาได้ด้วยตนเอง เมื่อศึกษาบทเรียนแล้ว ทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจและอยากเรียนรู้

วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น เป็นวิทยาลัยที่มีความพร้อมและสนับสนุนให้มีการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ส่งเสริมให้มีการพัฒนาการเรียนรู้ รายวิชารหัส 3105 - 2004 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เป็นรายวิชาหนึ่งที่จัดอยู่ในหลักสูตรของแผนกอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 1 กระทรวงศึกษาธิการ ที่มีการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ การเรียนการสอนในเนื้อหาเรื่องอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม จะให้ได้ผลดีและสามารถนำความรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาต่อไป ผู้เรียนควรมีความรู้ด้านทฤษฎีอย่างลึกซึ้ง เนื้อหาเรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เป็นส่วนหนึ่งของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่บทเรียนอื่นๆ ต่อไป หากนักศึกษามีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์อย่างดี จะส่งผลให้สามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเรื่องอื่นติดตามไปด้วย สภาพการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติ นักศึกษาบางคนอาจจะไม่สามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ชัดเจน ดังนั้นหากมีสื่อที่นักศึกษาสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ ก็จะเป็นผลดีกับนักศึกษา

ผู้วิจัยได้มองเห็นความสำคัญของการนำเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อทบทวนเนื้อหาบทเรียน เนื่องจากการเรียนในรูปแบบนี้ผู้เรียนสามารถที่จะย้อนหรืออ่านทบทวนเนื้อหาด้วยตนเองได้ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนให้แก่นักศึกษาหลังจากเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์แล้ว เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทฤษฎี ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนในเนื้อหาของรายวิชาดังกล่าวบรรลุวัตถุประสงค์และเป็นการส่งเสริมการนำเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอนในลักษณะการศึกษาไร้พรมแดน อันเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนที่มีประสิทธิภาพ วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่อง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงแผนก อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น หลังการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 การสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ในการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของพรเทพ เมืองแมน (2544 : 46) มาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้าง ดังนี้

1. การวางแผน
 - 1.1 การวิเคราะห์หลักสูตร
 - 1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน
 - 1.3 การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้
2. การออกแบบบทเรียน
3. การสร้างบทเรียน
4. การประเมินและแก้ไขบทเรียน

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Bloom และคณะ (อ้างใน บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์. ม.ป.ป.: 45 – 49) มาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มุ่งเน้นขอบเขตทางด้านปัญญา (Cognitive Domain) ซึ่งเป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลจำแนกออกเป็น 6 ส่วน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ซึ่งกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยเน้นเพียง 3 ส่วน คือ 1. ความรู้ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. การนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ที่ผ่านการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น จำนวน 100 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ที่ผ่านการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น โดยใช้ผลการสอบวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่อง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ กลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 เป็นชั้นภูมิ และทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีรายละเอียดดังนี้

คะแนนที่ได้ ตั้งแต่ 70 % ขึ้นไป

เป็นนักศึกษากลุ่มเก่ง

คะแนนที่ได้ ระหว่าง 50 – 69 %

เป็นนักศึกษากลุ่มปานกลาง

คะแนนที่ได้ น้อยกว่า 50 %

เป็นนักศึกษากลุ่มอ่อน

นำจำนวนนักศึกษาที่เป็นประชากรที่แบ่งตามชั้นภูมิมาทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling – SRS) โดยวิธีการจับสลากตามสัดส่วนนักศึกษาเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.3.1 ตัวแปรที่ศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ตัวแปรต้น คือ การใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.5.3.2 ตัวแปรที่ศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ตัวแปรต้น คือ การเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ประกอบด้วยการก่อนเรียนและหลังเรียน

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

1.5.5 เนื้อหาวิชา

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนวิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน หมายถึง บทเรียน โปรแกรมที่มีโครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical Structure) และจัดอยู่ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเสนอเนื้อหา (Tutorial) ที่เสนอเนื้อหาความรู้ในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาได้ตามลำดับที่จัดการเรียนการสอนจะเน้นลักษณะความแตกต่างของผู้เรียนที่เรียนไปตามความสามารถของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา หน่วยการเรียนรู้ 5 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แนะนำให้รู้จักเซนเซอร์
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซนเซอร์ตรวจจับระยะจัดและการเคลื่อนที่
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เซนเซอร์ตรวจจับแรงกระทำทางกล
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เซนเซอร์ตรวจจับปริมาตร น้ำหนัก และระดับของเหลว
2. ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง ระบบของการเชื่อมโยงข่ายงานคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่ครอบคลุมไปทั่วโลก โดยอาศัยสายนำสัญญาณภายใต้กฎเกณฑ์ มาตรฐานเดียวกันและสามารถทำให้คนจำนวนมากสื่อสารข้อมูลทั้งในรูปแบบตัวอักษร ข้อความ ภาษาและเสียงได้อย่างสะดวกรวดเร็วด้วยคอมพิวเตอร์ต่างระบบและต่างชนิดกันได้
3. วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หมายถึง รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 3105 - 2004 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
4. ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการทำทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละบทเรียนรวมกันซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการกับคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E_1 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ผู้เรียนทำได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละบทเรียนรวมกัน ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ผู้เรียนทำได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

5. การทบทวน หมายถึง การกระทำที่ผู้เรียนย้อนกลับมาเรียนรู้ในเนื้อหาเดิมที่เรียนจบมาแล้ว โดยใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่อง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ โดยผู้เรียนเปรียบเทียบความคิดเห็นของตนเอง เมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดบทเรียน ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเองนั้นจะเกิดเป็น โครงสร้างทางปัญญาปรากฏในช่วงความจำระยะยาว เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนจำได้อย่างถาวร

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ซึ่งวัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

7. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาคำราเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วได้ทำการสรุปและรวบรวมข้อมูลในหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
- 2.2 ความรู้เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต
- 2.3 การสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม
- 2.4 การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2.5 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2.6 ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.8 การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

ผู้ที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สามารถปฏิบัติงานระดับช่างเทคนิค ผู้ควบคุมงาน ผู้ช่วยวิศวกรหรือประกอบอาชีพส่วนตัว มีความรู้ความสามารถ เจตคติและประสบการณ์ด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับ ภาษา สังคม มนุษยศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการค้นคว้า พัฒนาตนเองและวิชาชีพ อิเล็กทรอนิกส์ ให้เกิดความเจริญก้าวหน้า
2. เพื่อให้มีความรู้และทักษะในหลักการและกระบวนการทำงานพื้นฐานของเทคนิคที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการและการวางแผนในงานอุตสาหกรรมและสามารถติดตามความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นำมาพัฒนางานอาชีพ อิเล็กทรอนิกส์ ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล
3. เพื่อให้มีความคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา สร้างสรรค์ และนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนางานอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เพื่อสร้างบุคลิกภาพที่ดี มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ครอบครัว และสังคม มีคุณธรรม จริยธรรม และกิจนิสัยที่ดีในงานอาชีพ

5. เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพในสถานประกอบการอุตสาหกรรม หรือสร้างสรรค์ หรือประกอบอาชีพในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

มาตรฐานวิชาชีพ

1. สื่อสารทางเทคนิคในงานอาชีพ
2. จัดการระบบฐานข้อมูลในงานอาชีพ
3. แก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการแก้ปัญหา
4. จัดการ ควบคุม และพัฒนาคุณภาพงาน
5. แสดงบุคลิกภาพและคุณลักษณะของช่างเทคนิค
6. ติดตั้ง ทดสอบ วิเคราะห์ อุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องมือวัด
7. ประกอบ ติดตั้ง ทดสอบ และบำรุงรักษา ระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย

สาขางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

8. ติดตั้ง ควบคุม ระบบอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
9. บำรุงรักษา ระบบอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

สาขางานเทคนิคคอมพิวเตอร์

8. ติดตั้ง ควบคุม ระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์
9. บำรุงรักษา ระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์

สาขางานระบบโทรคมนาคม

8. ติดตั้ง ควบคุม และบำรุงรักษา ระบบสื่อสารวิทยุและ โทรศัพท์
9. ติดตั้ง ควบคุม และบำรุงรักษา ระบบโทรคมนาคม

สาขางานระบบเสียงและภาพ

8. ติดตั้ง ควบคุม ระบบเสียงและระบบภาพ
9. บำรุงรักษา ระบบเสียงและระบบภาพ

โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชา อุตสาหกรรม สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์

ผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ ต้องศึกษารายวิชาในหมวดวิชาต่างๆ และเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร รวมไม่น้อยกว่า 92 หน่วยกิต ดังโครงสร้างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หมวดสามัญ	24	หน่วยกิต
1.1 วิชาสามัญทั่วไป		(13 หน่วยกิต)
1.2 วิชาสามัญพื้นฐานวิชาชีพ		(ไม่น้อยกว่า 11 หน่วยกิต)
2. หมวดวิชาชีพ	43	หน่วยกิต
2.1 วิชาชีพพื้นฐาน		(15 หน่วยกิต)
2.2 วิชาชีพสาขาวิชาชีพ		(28 หน่วยกิต)
2.3 วิชาชีพสาขางาน		(ไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต)
2.4 โครงการ		(4 หน่วยกิต)
3. หมวดวิชาเลือกเสรี	6	หน่วยกิต
4. ฝึกงาน		(ไม่น้อยกว่า 1 ภาคเรียน)
5. กิจกรรมเสริมหลักสูตร 120 ชั่วโมง		
รวม	92	หน่วยกิต

โครงสร้างนี้สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือเทียบเท่าในประเภทวิชาอุตสาหกรรมสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ หรือสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

รายวิชาในหมวดที่ศึกษาและจำนวนหน่วยกิต

วิชาชีพสาขาวิชา

รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต	(ชั่วโมง)
3105-2001	การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง	2	(3)
3105-2002	พัลส์เทคนิค	2	(3)
3105-2003	ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี	2	(3)
3105-2004	อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม	2	(3)
3105-2005	ระบบเสียง	2	(3)
3105-2006	ระบบภาพ	2	(3)
3105-2007	เทคนิคเครื่องรับส่งวิทยุ	2	(3)
3105-2008	ระบบโทรคมนาคม	2	(3)
3105-2009	ระบบโทรศัพท์	2	(3)
3105-2010	ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	2	(3)
3105-2011	การออกแบบวงจรดิจิทัล	2	(3)
3105-2012	ไมโครโปรเซสเซอร์	2	(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3105-2013	เทคนิคการอินเตอร์เฟส	2	(3)
3105-2014	ไมโครคอนโทรลเลอร์	2	(3)
3105-2015	การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี	2	(3)
3105-2016	ระบบการสื่อสารแอนะล็อก	2	(3)
3105-2017	ระบบการสื่อสารดิจิทัล	2	(3)
3105-2018	การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์	2	(3)
3105-2019	คณิตศาสตร์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	3	(3)
3105-2020	พื้นฐานสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	3	(3)

ประมวลรายวิชา

รหัส 3105 – 2004 อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (Industrial Electronics) 3 หน่วยกิต
3(2-1)

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์เซนเซอร์ ทรานสดิวเซอร์ อุปกรณ์ไทรสเตอร์ มอเตอร์ รีเลย์ และเพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์
2. เพื่อให้สามารถปฏิบัติทดสอบอุปกรณ์ วงจรขยายสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับ รีเลย์ หลอดไฟฟ้า มอเตอร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
3. เพื่อออกแบบ ทดสอบ และประยุกต์ใช้งานวงจรควบคุมอัตโนมัติ
4. เพื่อให้มีทัศนคติในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย ตระหนักถึงคุณภาพของงานและมีจริยธรรมในงานอาชีพ

มาตรฐานรายวิชา

1. ทดสอบคุณสมบัติอุปกรณ์เซนเซอร์ รีเลย์ อุปกรณ์แสดงผล และอุปกรณ์ขับเคลื่อนทางกลไก
2. ออกแบบวงจรควบคุมอัตโนมัติใช้ร่วมกับอุปกรณ์เซนเซอร์
3. ใช้เครื่องมือวัดรูปสัญญาณในระบบควบคุมอัตโนมัติ
4. ประยุกต์วงจรควบคุมอัตโนมัติโดยมีอุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์ขับเคลื่อน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติ คุณสมบัติอุปกรณ์เซนเซอร์ ขับเคลื่อนทางกลไก วงจรแปลงสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ไทรสเตอร์ และเพาเวอร์เซมิคอนดักเตอร์ ในระบบการควบคุมอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (Industrial Electronics)

หน่วยที่	สัปดาห์ ที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนชั่วโมง	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
หน่วยที่ 1 อุปกรณ์เซนเซอร์ และ ทรานสดิวเซอร์ (Sensor and Transducer)	1	แนะนำให้รู้จักเซนเซอร์	3	
	2	เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ	2	1
	3	เซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่	2	1
	4	เซนเซอร์แรงกระทำทางกล	2	1
	5	เซนเซอร์การตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และ ระดับของเหลว	2	1
หน่วยที่ 2 อุปกรณ์ไทรสเตอร์และ เพาเวอร์ เซมิคอนดักเตอร์ (Thyristor and Power Semiconductor)	6	Power Diode	2	1
	7	Power Transistor.	2	1
	8	Power Mosfet	2	1
	9	Thyristors, Triac	2	1
	10	GTO, IGBT.	2	1
หน่วยที่ 3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (power electronics circuits)	11	วงจรกำลัง	2	1
	12	AC to DC & Static Switch	2	1
	13	Static Switch	2	1
	14	DC to DC	2	1
	15	DC to AC	2	1
หน่วยที่ 4 อุปกรณ์ขับเคลื่อนทางกลไก	16	Switch, Relay	2	1
	17	Solenoid, Motor Final Control Element (Control Valves)	2	1
หน่วยที่ 5 การควบคุมกระบวนการ	18	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการ	2	1
		รวม	17	17

จำนวนคาบทฤษฎี 2 ชั่วโมง/สัปดาห์

คาบปฏิบัติ 1 ชั่วโมง/สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกนำเนื้อหาในหน่วยที่ 1 มาพัฒนาเป็นบทเรียนผ่าน
เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน โดยนำเนื้อหาทั้งหมดมาจัดเป็นบทเรียน ประกอบด้วย 5 หน่วย
การเรียนรู้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แนะนำให้รู้จักเซนเซอร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เซนเซอร์ตรวจวัดแรงกระทำทางกล

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และระดับของเหลว

จากหน่วยการเรียนรู้ 5 หน่วยข้างต้น สามารถนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรมได้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แนะนำให้รู้จักเซนเซอร์

1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของ เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่

1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่ ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่ ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เซนเซอร์ตรวจวัดแรงกระทำทางกล

1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกระทำทางกลได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกระทำทางกลได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และระดับของเหลว

1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์ตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และระดับของเหลวได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และระดับของเหลวได้

2.2 ความรู้เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต

2.2.1 ความหมายของอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายที่ครอบคลุมทั่วโลก ซึ่งมีคอมพิวเตอร์เป็นล้าน ๆ เครื่อง เชื่อมต่อเข้ากับระบบ และยังขยายตัวเรื่อย ๆ ทุกปี อินเทอร์เน็ตมีผู้ใช้ทั่วโลกหลายร้อยล้านคน และผู้ใช้เหล่านี้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันได้อย่างอิสระ โดยที่ระยะทางและเวลาไม่เป็นอุปสรรค นอกจากนี้ผู้ใช้อังสามารถเข้าดูข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกตีพิมพ์ในอินเทอร์เน็ตได้ อินเทอร์เน็ตเชื่อมแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นองค์กรธุรกิจ มหาวิทยาลัย หน่วยงานของรัฐบาล หรือแม้กระทั่งแหล่งข้อมูลบุคคล องค์กรธุรกิจหลายองค์กรได้ใช้อินเทอร์เน็ตช่วยในการทำการค้า เช่น การติดต่อซื้อขายผ่านอินเทอร์เน็ตหรืออีคอมเมิร์ซ (E-Commerce) ซึ่งเป็นอีกช่องทางหนึ่ง สำหรับการทำธุรกิจที่กำลังนิยม เนื่องจากมีต้นทุนที่ถูกกว่า และมีฐานลูกค้าที่ใหญ่มาก ส่วนข้อเสียของอินเทอร์เน็ตคือ ความปลอดภัยของข้อมูล เนื่องจากทุกคนสามารถเข้าถึงข้อมูลทุกอย่างที่แลกเปลี่ยนผ่านอินเทอร์เน็ตได้ (จตุชัย แพงจันทร์ และอนุ โสภิต วุฒิพรพงษ์, 2546 : 25)

อินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดยักษ์ที่เชื่อมต่อกันทั่วโลก โดยมีมาตรฐานการรับส่งข้อมูลระหว่างกันเป็นหนึ่งเดียว ซึ่งคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถรับส่งข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ภาพ และเสียงได้ เป็นต้น รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลจากที่ต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว (ต้น ตันท์สุทธีวงศ์ และคณะ, 2539 : 15)

กรภัทร์ สุทธิคารา (2546 : 17) ได้อธิบายความหมายของอินเทอร์เน็ตว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันทั่วโลกก่อให้เกิดการติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันอย่างอิสระทั่วโลก เกิดเป็นสังคมใหม่ที่ไม่มีสถานที่ที่แน่นอนเพราะอยู่ในโลกของคอมพิวเตอร์

ไพศาล โมลิสกุลมงคล (2538 : 3) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต คือ “เครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อกันทั่วโลก โดยมีมาตรฐานการรับ-ส่งข้อมูลที่เหมือนกัน โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นอาจจะเป็นตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวหรือเสียงก็ได้ รวมทั้งยังมีความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่อยู่ในแหล่งต่าง ๆ จากทุกมุมทั่วโลกได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ” ดังนั้น อินเทอร์เน็ตจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์และข้อมูลที่เก็บในคอมพิวเตอร์

อินเทอร์เน็ต เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่มีในโลกสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยใช้มาตรฐาน ในการรับส่งข้อมูลที่เป็นหนึ่งเดียว หรือที่เรียกว่า โพรโตคอล (Protocol) ซึ่งโพรโตคอลที่ใช้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีชื่อว่า ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP : Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ลักษณะของระบบอินเทอร์เน็ต เป็นเสมือนใยแมงมุมที่ครอบคลุมทั่วโลก ในแต่ละจุดที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสามารถสื่อสารกันได้หลายเส้นทางตามความต้องการ โดยไม่กำหนดตายตัว และไม่จำเป็นต้องไปตามเส้นทางโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจผ่านจุดอื่น ๆ หรือเลือกไปเส้นทางอื่นได้หลาย ๆ เส้นทาง การติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นั้นอาจเรียกว่า การติดต่อสื่อสารแบบไร้มิติ หรือ Cyberspace (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2547) [Internet]

สมชาย นำประเสริฐชัย (2541 : 11) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ตเป็นทั้งเครือข่ายของคอมพิวเตอร์ และเครือข่ายของเครือข่าย เพราะอินเทอร์เน็ตประกอบด้วยเครือข่ายย่อย ๆ เป็นจำนวนมากเชื่อมต่อกันภายใต้มาตรฐานเดียวกันจนเป็นสังคมเครือข่ายขนาดใหญ่ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายสาธารณะที่ไม่มีผู้ใดเป็นเจ้าของ ทำให้การเข้าสู่เครือข่ายเป็นไปได้อย่างเสรีภายใต้กฎเกณฑ์บางประการที่กำหนดขึ้นเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนและวุ่นวายจากการเชื่อมต่อจากเครือข่ายทั่วโลก

2.2.2 ความเป็นมาของอินเทอร์เน็ต

เริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1960 ซึ่งเป็นยุคสงครามเย็นระหว่างสหรัฐกับ โซเวียต มีความเสี่ยงทางการทหารและความเป็นไปได้ที่จะถูกโจมตีด้วยอาวุธปรมาณู หรือนิวเคลียร์ทำลายศูนย์คอมพิวเตอร์ และระบบการสื่อสารข้อมูล อาจทำให้เกิดปัญหาทางการรบ และในช่วงนี้ระบบคอมพิวเตอร์ มีมาก มากหลากแบบ นับเป็นอุปสรรคสำคัญ ทำให้ไม่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และ โปรแกรมได้โดยสะดวก จึงมีแนวความคิดในการทำวิจัยระบบต่าง ๆ ที่สามารถเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์ และแลกเปลี่ยนข้อมูล ระหว่างระบบที่แตกต่างกันได้

รัฐบาลสหรัฐจึงเริ่มต้นโครงการ อาร์พาเน็ต (ARPANet) เมื่อปี ค.ศ. 1966 ดูแลโดยหน่วยงานวิจัยขั้นสูงของสหรัฐ (ARPA : The Advanced Research Projects Agency) ซึ่งเปลี่ยนชื่อเป็น DARPA : Defense Advanced Research Projects Agency ในปี ค.ศ.1996 สังกัดกระทรวงกลาโหม เพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จักค้นหาเส้นทางเชื่อมโยง และส่งข้อมูลโดยอัตโนมัติ (Dynamic Routing) ในกรณีที่เครือข่ายบางจุดถูกทำลาย หรือเกิดความเสียหาย เครือข่ายที่เชื่อมโยงอยู่ในระบบที่เหลือจะต้องทำงานได้สำเร็จลุล่วงต่อไปได้

จุดเริ่มของอาร์พาเน็ต ได้ทำการทดลองต่อเชื่อมคอมพิวเตอร์จาก 4 แห่ง ช่วงเดือนกันยายน ค.ศ. 1969 เริ่มต้นจาก มหาวิทยาลัยลอสแอนเจลิส (UCLA) กับ สถาบันวิจัยสแตนฟอร์ด (SRI) ทั้งสองแห่งอยู่ในรัฐแคลิฟอร์เนีย และเพิ่มอีกสองแห่ง คือ มหาวิทยาลัยซานตาบาร์บารา (UCSB) ในรัฐแคลิฟอร์เนีย และมหาวิทยาลัยแห่งรัฐยูทาห์ (UTAH) (Cisco System. 2547) [Internet]

ประเทศไทยเริ่มสนใจอินเทอร์เน็ตและติดต่อกับอินเทอร์เน็ต ตั้งแต่ พ.ศ. 2530 โดยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่) และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ซึ่งในปี พ.ศ. 2531 วิทยาเขตดังกล่าวนับเป็นที่อยู่ทางอินเทอร์เน็ตแห่งแรกของประเทศไทย โดยได้รับที่อยู่ (Address) ชื่อ sritrang.psu.th ปี พ.ศ. 2535 เป็นปีที่อินเทอร์เน็ตเข้ามาอยู่ในประเทศไทยสมบูรณ์ คือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เข้าสายความเร็วสูงต่อเชื่อมกับเครือข่าย UUNET ของบริษัทเอกชนที่รัฐเวอร์จิเนีย สหรัฐอเมริกา ต่อมามหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พระจอมเกล้า และมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญบริหารธุรกิจ ได้ขอเชื่อมต่อผ่านจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเรียกเครือข่ายนี้ว่า “ไทยเน็ต” (THAInet) นับเป็นประตู (Gateway) แรกสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตสากลของประเทศไทย (อริปิตย์ คลี่สุนทร. 2547) [Internet]

ในปี พ.ศ. 2537 ก็เริ่มมีบริษัทเอกชนสามารถเปิดให้บริการอินเทอร์เน็ต โดยบริษัทแรกที่เปิดให้บริการเป็นผู้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Service Provider) หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า ISP ก็คือ บริษัท เค เอส ซี คอมเมอร์เชียล อินเทอร์เน็ต ซึ่งในปีนี้อินเทอร์เน็ตได้แพร่หลายกับบุคคลทั่วไปอย่างแท้จริง และก็ทำให้อินเทอร์เน็ตได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากนั้นก็มี ISP ใหม่ ๆ เกิดขึ้นนับสิบราย ทำให้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทยยังได้รับการยอมรับอย่างรวดเร็วมากขึ้น ผู้ใช้ในเมืองไทยมักใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูล อ่านข่าวสาร ส่งจดหมายถึงกัน และสนทนากับเพื่อน ๆ โดยมีการพิมพ์ข้อความ (Chat) หลังจากนั้นก็ได้มีธุรกิจแบบใหม่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วในเมืองไทย นั่นคือ ร้านค้าที่ให้บริการอินเทอร์เน็ต หรือที่เรียกกันว่า อินเทอร์เน็ตคาเฟ่ ซึ่งผู้ที่ไม่มีอินเทอร์เน็ตที่บ้านก็สามารถไปใช้บริการอินเทอร์เน็ตที่ร้านได้

ต่อมาปี พ.ศ. 2543 อินเทอร์เน็ตในไทยได้เติบโตขึ้นจนมีผู้ใช้เกินกว่า 1,000,000 คน จนในปี พ.ศ. 2546 ประมาณกันว่ามีผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในไทยประมาณ 3,000,000 คน และจะยังเติบโตต่อไปอย่างรวดเร็วอีกหลายปี (กรภัทร์ สุทธิคารา. 2546 : 17)

2.2.3 การใช้ประโยชน์โดยทั่วไปจากอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตเป็นระบบเครือข่ายที่เปิด และเชื่อมโยงตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นสมาชิกของเครือข่ายจึงสามารถเข้าถึงข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยตัวเลข ข้อความ ภาพ และเสียงที่มีผู้นำเสนอไว้โดยสะดวก นักวิชาการบางท่านเทียบอินเทอร์เน็ตเปรียบเสมือนเป็นห้องสมุดของโลกที่มีขนาดมหาศาลซึ่งมีสรรพวิชาการ งานวิจัย เทคโนโลยีใหม่ ๆ ไว้ให้ศึกษา นอกจากนั้น เครือข่ายนี้ยังสามารถเป็นสื่อในการแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด การติดต่อ ซึ่งรวดเร็วและถูกกว่าการส่งจดหมาย เรื่องที่อยู่ในเครือข่ายจะมีทุก ๆ ด้าน อาทิ สังคม การเมือง การแพทย์ ศาสนา ดนตรี กีฬา การค้า อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม เป็นต้น (อริปิตย์ คลี่สุนทร. 2547) [Internet]

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 329) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตดังนี้

1. ค้นคว้าข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ เช่น งานวิจัย บทความในหนังสือพิมพ์ ความก้าวหน้าทางการแพทย์ ฯลฯ ได้จากแหล่งข้อมูลทั่วโลก เช่น ห้องสมุด สถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัย โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเสียเวลาในการเดินทางและสามารถสืบค้นได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง
2. ติดตามความเคลื่อนไหวต่าง ๆ ทั่วโลกได้อย่างรวดเร็วจากการรายงานข่าวของสำนักข่าวที่มีเว็บไซต์อยู่ รวมถึงการพยากรณ์อากาศของเมืองต่าง ๆ ทั่วโลกล่วงหน้าด้วย
3. รับส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วโลกได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายการถึงแม้จะเป็นการส่งข้อความไปต่างประเทศก็ไม่ต้องเสียเงินเพิ่มขึ้นเหมือนการส่งจดหมาย การส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่มีการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์นั้นนอกจากจะส่งข้อความตัวอักษรแบบจดหมายธรรมดาแล้ว ยังสามารถส่ง
เพิ่มภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงพร้อมกันไปได้ด้วย

4. สนทนากับผู้อื่นที่อยู่ห่างไกลได้ทั้งในลักษณะการพิมพ์ข้อความและเสียง
5. รวมกลุ่มอภิปรายหรือกลุ่มข่าวเพื่อแสดงความคิดเห็นหรือพูดคุยถกปัญหาเกี่ยวกับผู้ที่
สนใจในเรื่องเดียวกัน เป็นการขยายวิสัยทัศน์ในเรื่องที่สนใจนั้น ๆ
6. อ่านบทความเรื่องราวที่ลงในนิตยสารหรือวารสารต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย
โดยมีทั้งข้อความและภาพประกอบด้วย
7. ถ่ายโอนเพิ่มข้อความ ภาพ และเสียงจากที่อื่น ๆ รวมถึงการถ่ายโอนโปรแกรม
ต่าง ๆ ได้จากเว็บไซต์ที่ขอมให้ผู้ให้บริการโปรแกรมได้โดยไม่คิดมูลค่า
8. ตรวจสอบราคาสินค้าและสั่งซื้อสินค้าได้โดยไม่ต้องเสียเวลาเดินทางไปห้างสรรพสินค้า
9. แข่งขันเกมกับผู้อื่นได้ทั่วโลก
10. ติดประกาศข้อความที่ต้องการให้ผู้อื่นทราบได้อย่างทั่วถึง
11. ให้เสรีภาพในการสื่อสารในทุกรูปแบบแก่บุคคลทุกคน

ไพศาล โมลิสกุลมงคล (2538 : 9) กล่าวว่า เนื่องจากอินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายที่ครอบคลุม
ทั่วโลก ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ได้มากมาย ข้อมูลเหล่านี้มี
หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับว่าต้องการข้อมูลแบบใด เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษา ความบันเทิง
การบริการต่าง ๆ การประกอบธุรกิจ เป็นต้น เนื่องจากเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทำให้ได้รับข้อมูลที่
ทันสมัยตามไปด้วย

บริการต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ตมีหลายลักษณะ ซึ่งข้อมูลทุกด้านจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากมี
สมาชิกส่วนหนึ่ง จัดเสนอข้อมูลของตนเองไว้เพื่อใช้ หรืออำนวยความสะดวกแก่ผู้สนใจอื่น ๆ
ตลอดเวลาโดยสรุปลักษณะการให้บริการของอินเทอร์เน็ตมีหลายด้าน เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์
(E-mail : Electronics Mail) การทำงานข้ามเครื่อง (Telnet) การโอนเพิ่มข้อมูล (FTP : File Transfer Protocol)
กลุ่มข่าวที่น่าสนใจ (UseNet) การสนทนาบนเครือข่าย (Talk) การหาข้อมูลและไฟล์ข้อมูล
(Gopher/Archie) เครือข่ายใยแมงมุม (World Wide Web)

2.2.4 ประโยชน์ทางการศึกษา

สำหรับด้านการศึกษา นั้น เครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะช่วยเสริมสร้างคุณภาพ และความเสมอ
ภาคกันในหลายเรื่อง ดังนี้ (อชิปต์ย์ คลี่สุนทร. 2547) [Internet]

1. ครู อาจารย์ผู้สอนสามารถพัฒนาคุณภาพบทเรียน หรือแนวคิดในสาขาวิชาที่สอน
โดยการเรียกดูจากสถาบันการศึกษาอื่น ไม่ว่าจะ เป็นเนื้อหาเชิงวิชาการ คู่มือครู แบบฝึกหัด ซึ่ง
บางเรื่องสามารถคัดลอกนำมาใช้ได้ทันที หรืออาจจะอยู่ในรูปแบบของ CD-ROM (Compact Disk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Read-Only Memory) ซึ่งโดยทั่วไปเรียกกันว่าคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน (CAI) ซึ่งมีทั้งช่วยสอนวิชาทั่วไป และช่วยสอนวิชาที่เกี่ยวกับวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์โดยตรง

2.นักเรียน นักศึกษาสามารถเข้าถึงการเรียนการสอนของครู อาจารย์ต่างสถาบัน เนื้อหาสาระที่ห้องสมุดตนเองยังไม่มี รูปนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เช่น การทำงานของเครื่องจักร การศึกษารายละเอียดการทำงานของร่างกาย การแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในสถาบันเดียวกัน แต่คนละห้อง หรือต่างสถาบัน เป็นต้น

3.ข้อมูลการบริหารการจัดการ สามารถติดตามถ่ายโอนและแลกเปลี่ยนได้ ทะเบียน ประวัตินักเรียน การเลือกเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแนะแนว การศึกษาและอาชีพ ข้อมูลผู้ประกอบการด้านอาชีพ รายได้ต่อปี ข้อมูลครู อาจารย์ เงินเดือน คุณวุฒิ เป็นต้น

4.งานวิเคราะห์วิจัย เรื่องนี้นักเรียนที่อยู่ระดับมัธยมศึกษา อาชีวศึกษาขึ้นไป และครู อาจารย์ สถาบันทุกระดับ สามารถค้นหาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับความสนใจที่จะศึกษาวิเคราะห์วิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้อง

5.การประมวลผลหรือทำงานโดยใช้เครื่องอื่นดังกล่าวข้างต้น บริการของอินเทอร์เน็ต รวมถึงการใช้เครื่องมือที่มีศักยภาพสูงทำงานบางงานให้ได้หากได้รับอนุญาตหรือเราเป็นสมาชิกอยู่

6.การเล่นเกมที่ลับสมองและฝึกความคิดกับการทำงานของมือ ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีเกมอยู่ทุกระดับ ซึ่งส่วนหนึ่งของเกมอาจเปิดให้เล่นโดยไม่คิดมูลค่า นักศึกษาทุกระดับอาจจะเข้าไปลองศึกษาวิธีการ เพื่อเป็นการลับสมองและคลายเครียด

7.การศึกษางานด้านศิลปวัฒนธรรม ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สังคมโลกเป็นสังคมที่ประกอบด้วยผู้คนหลายเชื้อชาติที่มีภาษา ขนบประเพณี วัฒนธรรม ความเป็นอยู่ แนวคิดที่แตกต่างกันมาก แต่ในเครือข่ายนี้เป็นการศึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิดเพื่อนำส่วนที่ดีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

จากความหมาย ประเภทที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ต วิธีใช้การเรียนการสอน ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ซึ่งก่อให้เกิดความรู้ที่กว้างไกลขึ้นสามารถพัฒนาเครื่องมือได้อย่างตรงความต้องการ โดยมีการสื่อสารกันได้อย่างไร้พรมแดน ก่อให้เกิดความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหาภายในเครื่องมือและบทเรียนที่ใช้ในการทบทวน

2.3 การสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม

ความหมายและหลักการต่างๆ การสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม (อ้างในอรรถาพจนานุกรม. 2545 : 11-13) มีดังนี้

2.3.1 ความหมายของการสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม

การสอนทบทวนความรู้หรือการซ่อมเสริม หมายถึง การสอนเพื่อแก้ปัญหานักเรียนที่มีข้อบกพร่องในการเรียนรู้และสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนที่มีความรู้ความสามารถ ให้พัฒนาขีดความสามารถในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียนแต่ละคน

2.3.2 จุดมุ่งหมายของการสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม

การสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริมนั้นถ้าจะให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จะต้องมียุทธศาสตร์แล้วจัดดำเนินการเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ จุดมุ่งหมายของการสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริมสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อแก้ไขนักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางร่างกาย สติปัญญา การเรียนรู้และอารมณ์
2. เพื่อให้ นักเรียนแข่งขันกับตนเอง จนสามารถเรียน ได้ดีขึ้นกว่าเดิม
3. เพื่อให้ นักเรียนเรียนทันเพื่อนและเรียนเก่งจนเต็มความสามารถของตน
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนมากขึ้น

2.3.3 หลักการการสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม

การสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม เป็นการสอนที่นอกเหนือจากการสอนตามแผนปกติ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน ดังนั้น การสอนซ่อมเสริมจึงควรใช้หลักการสอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาสาเหตุของปัญหา ที่ทำให้นักเรียน ไม่สามารถเรียนได้ตามสติปัญญาและความสามารถ โดยใช้วิธีต่างๆ เช่น การสังเกต การศึกษาเป็นรายบุคคล การใช้แบบทดสอบมาตรฐานเพื่อวัดความสามารถด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ เป็นต้น

2. ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริม นักเรียนจะให้เห็นว่าการสอนนี้เป็นไปตามความต้องการของนักเรียน อันก่อให้เกิดประโยชน์แก่นักเรียนเอง

3. สอนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน โดยคำนึงถึงความสามารถของนักเรียนเป็นเกณฑ์

4. สอนทีละขั้น การดำเนินการต้องค่อยๆ ไปทีละน้อยตามลำดับ ต้องฝึกทักษะย่อยๆ เพื่อนำไปสู่ทักษะที่ต้องการ

5. ผู้สอนสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม ต้องรวบรวมข้อบกพร่องของผู้เรียนแต่ละ

คนแล้วจัดการสอนเพื่อแก้ไขทีละอย่าง งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ควรสอนให้ผ่านประสาทรับรู้ให้มากที่สุด ผู้เรียนอาจมีข้อบกพร่องในทักษะการรับรู้อย่างหนึ่งแต่อาจมีจุดเด่นในทักษะการรับรู้อีกอย่างหนึ่ง ควรสอนให้ตามประสาทการรับรู้ที่เป็นจุดเด่น

7. ไม่ควรสอนซ้ำในสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้ว ถ้าจำเป็นต้องทบทวนควรใช้เวลาสั้นๆ

8. วิธีสอนควรใช้วิธีใหม่ๆ ไม่ซ้ำวิธีเดิม ผู้เรียนจะได้ตื่นเต้นและสนุกกับวิธีเรียนแบบใหม่ ตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ก็ควรจะเป็นสิ่งใหม่ด้วย

9. ควรเสริมกำลังใจให้ผู้เรียน ในสิ่งที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จ ผู้เรียนจะได้มีความเชื่อมั่นในตนเองและสามารถแก้ปัญหาเองได้ในที่สุด

10. ทำสิ่งที่เรียนให้น่าจำและจำได้ง่ายขึ้น ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมหรือให้เป็นความคิดของผู้เรียนเองในการทำสิ่งที่เรียนให้น่าจำ ผู้เรียนจะได้จำได้นาน

11. ช่วงเวลาในการสอนเสริม อาจสอนในเวลาเรียนขณะเรียนร่วมกับเพื่อนในชั้นก่อนเรียนตอนเช้า ขณะพักกลางวันหรือหลังโรงเรียนเลิก ควรจัดให้ตามความเหมาะสมและความพร้อมของผู้เรียนด้วย การเรียนแต่ละครั้งไม่ควรใช้เวลานานเกินไป

12. ควรแจ้งผลการเรียนและปัญหาของผู้เรียนให้ผู้ปกครองทราบด้วย เพื่อจะได้ช่วยกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

13. หลังการสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม ควรติดตามผลอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ

2.3.4 การประเมินผลการสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม

ในการประเมินผลการเรียนการสอนนั้นมีเกณฑ์ 2 แบบ ดังนี้

1. การประเมินผลโดยอิงเกณฑ์ คือ การประเมินผลโดยใช้พฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนหรือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเป็นเกณฑ์ การกำหนดเกณฑ์ในแต่ละวิชาจะแตกต่างกันไป

2. การประเมินผลโดยการอิงกลุ่ม คือ การประเมินผลโดยใช้กลุ่มเป็นเกณฑ์ ทำให้ทราบได้ว่าผู้เรียนคนหนึ่งมีผลสัมฤทธิ์เท่าใดเมื่อเทียบกับกลุ่ม

2.3.5 ข้อควรคำนึงในการสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม

ในการสอนทบทวนความรู้หรือซ่อมเสริม แต่ละครั้งควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ผู้สอนต้องถือเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบในการสอนซ่อมเสริม

2. การสอนซ่อมเสริมควรยึดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์เป็นหลัก

3. ควรใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนมากกว่าการสอนด้วยการบรรยายหรือเหมือนกับการสอนในชั้นเรียนปกติ เช่น ใช้สื่อการเรียนที่ให้เรียนตามลำพัง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขจัดปัญหาและสาเหตุ พร้อมทั้งสมรรถภาพทางการเรียนและความเชื่อมั่นในตนเองให้กับผู้เรียน

จากหลักการสอนทบทวนความรู้ที่ได้กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้ใช้หลักการสอนทบทวนความรู้สอนทีละขั้น เป็นการฝึกทักษะย่อยๆ เพื่อนำไปสู่ทักษะที่ต้องการ ที่มีการปูพื้นฐานก่อนเข้าสู่บทเรียนที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ ให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้จนเต็มความสามารถของตนเองและให้ประสบความสำเร็จในการเรียนมากยิ่งขึ้น ระยะเวลาในการเรียนนั้นก็ขึ้นอยู่กับผู้เรียนเอง เพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้ไม่จำกัดเวลาในการเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับผู้เรียนได้เรียนรู้ซึ่งจะทำให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

2.4 การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือที่เราเรียกอีกอย่างว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ ทั้งสองประโยคผู้วิจัยนำมาใช้ในการเขียนเอกสารเล่มนี้ เป็นการนำบทเรียนผ่านเครือข่ายเพื่อทบทวนมาใช้งาน โดยผ่านระบบของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีนักวิชาการ และนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความหมาย ลักษณะการเรียนการสอน ประเภทและรูปแบบ วิธีใช้การเรียนการสอน และกิจกรรมของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 ความหมายและลักษณะของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ประยุกต์คุณลักษณะของอินเทอร์เน็ต โดยนำทรัพยากรที่มีอยู่ในเว็ลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) มาเป็นสื่อกลางเพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิง เอกสารประกอบการเรียน บทเรียนสำเร็จรูป หรือแม้กระทั่งหลักสูตรวิชา เนื่องจากเว็ลด์ไวด์เว็บเป็นบริการบนอินเทอร์เน็ตที่มีแหล่งข้อมูลอยู่มากมายและหลายรูปแบบ ทั้งตัวอักษร ภาพนิ่ง การเคลื่อนไหวหรือเสียง โดยอาศัยคุณลักษณะของการเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink) ทั้งในรูปแบบของข้อความหลายมิติ (Hypertext) หรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) เพื่อเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน และเป็นการนำประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นการสนองตอบแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นหลัก นั่นคือมีใช้การสอนที่เป็นการถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว แต่เป็นการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายและเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ โดยใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศต่าง ๆ ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งสื่อต่าง ๆ เหล่านี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ เพราะข้อมูลบนเว็บมีลักษณะเป็นพลวัต (Dynamic) ทำให้เนื้อหาการเรียนมีความยืดหยุ่นมากกว่าแบบเดิม และเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสิ่งสำคัญและเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้ทันสมัยได้อย่างสะดวกสบาย (อรจรรย์ ฅ ตะกั่วทุ่ง. 2547) [Internet]

Parson (อ้างใน ฅฐกร สงคราม. 2547) [Internet] ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า เป็นการสอนที่นำเอาสิ่งที่ต้องการส่งให้บางส่วนหรือทั้งหมดโดยอาศัยเว็บ โดยเว็บช่วยสอนสามารถกระทำได้ในหลากหลายรูปแบบและหลายขอบเขตที่เชื่อมโยงถึงกัน ทั้งการเชื่อมต่อบทเรียน วัสดุช่วยการเรียนรู้ และการศึกษาทางไกล

Clark (อ้างใน ฅฐกร สงคราม 2547) [Internet] ได้ให้คำจำกัดความของการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า เป็นการเรียนการสอนรายบุคคลที่นำเสนอโดยการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ สาธารณะหรือส่วนบุคคล และแสดงผลในรูปของการใช้เว็บเบราว์เซอร์ สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ติดตั้งไว้โดยผ่านเครือข่าย

Hannum (อ้างใน ฅฐกร สงคราม. 2547) [Internet] ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่จัดเพื่อใช้งานกับอินเทอร์เน็ต หรืออินทราเน็ต การสอนเป็นการออกแบบระบบการสอนบนพื้นฐานของการออกแบบการสอน วิธีการ และหลักการ ผลลัพธ์เริ่มแรกของการสอน คือจุดประสงค์ของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับความรู้หรือทักษะที่ได้เสนอมาในเนื้อหาการสอน

ใจทิพย์ ฅ สงขลา (2542 : 18) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ หมายถึงการผนวกคุณสมบัติไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บเพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วยระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน

ดังนั้นสรุปได้ว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บหรือเว็บช่วยสอน ก็คือ การเรียนการสอนผ่านเวิลด์ ไวด์ เว็บ โดยอาศัย เวิลด์ ไวด์ เว็บ เป็นพื้นฐาน เป็นสื่อกลางระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนในรูปสื่อหลายมิติ เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง และอาศัยคุณสมบัติและทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่ของเวิลด์ ไวด์ เว็บ มาสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยไม่จำกัดเวลา ไม่จำกัดสถานที่ ภายใต้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.4.2 วิธีใช้การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การใช้การเรียนการสอนผ่านเว็บในการศึกษาและการฝึกอบรมนั้นมีจำนวนหลักสูตรเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย การเรียนการสอนผ่านเว็บนี้จะมีลักษณะการจัดสภาพการเรียนการสอนที่แตกต่างจากการสอนในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม ผู้เรียนจะเรียนผ่านจอคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกับเครือข่าย เมื่อผู้เรียนเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตแล้วผู้เรียนสามารถจะเลือกเรียนในเวลาใด สถานที่ใดก็ได้ แต่บางหลักสูตรจะกำหนดเวลาให้ผู้เรียนเข้าเรียนตามเวลานั้น ๆ หากหลักสูตรได้ระบุให้ผู้เรียนต้องสื่อสารแบบเผชิญหน้ากันจริง วิธีการเรียนการสอนผ่านเว็บนั้น โดยทั่วไปมักมีขั้นตอนการเรียนคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผู้เข้าเรียนเข้าสู่ระบบอินเตอร์เน็ต
2. ผู้เข้าเรียน ไปยังที่อยู่เว็บเพจที่ตั้งอยู่
3. บางเว็บเพจอาจให้ผู้เรียนจำเป็นต้องสมัครลงทะเบียนให้ได้รหัส เพื่อเข้าไปยังเว็บเพจของหลักสูตรการเรียนการสอนผ่านเว็บก่อนที่จะเข้าไปเรียนในเว็บเพจนั้น ๆ ได้
4. ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาที่เสนอ
5. ผู้เรียนมีปฏิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ทางโปรแกรมการเรียนได้สร้างขึ้น อาจจะเป็นการพิมพ์คำตอบ พลิกเลือกข้อมูล หรืออาจเป็นการสนทนาโต้ตอบกันก็ได้
6. บางเว็บอาจมีการทดสอบผู้เรียนหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนเรียบร้อยแล้ว

2.4.3 กิจกรรมของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

เมื่อผู้เรียนเข้าสู่ระบบเครือข่ายแล้ว ผู้เรียนสามารถจะเรียนจากที่ใดและเวลาใดก็ได้ โดยขึ้นกับกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่แต่ละหลักสูตร ได้กำหนดไว้ กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้กับการเรียนการสอนผ่านเว็บนั้น มีหลายกิจกรรมที่นักเรียนสามารถเข้าร่วมได้

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2544 : 80 - 83) กล่าวถึงวิธีการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ที่อยู่ห่างไกลจากผู้เรียน การเข้าถึงแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในอินเตอร์เน็ต และเกี่ยวข้องกับลักษณะของข้อมูลของรูปแบบต่าง ๆ ที่พัฒนาใช้งานบนเว็บ ดังนี้

1. การเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ด้วยบริการทางอินเตอร์เน็ต การเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ตามความสะดวกของผู้เรียน ประกอบด้วย ระบบเครือข่าย เว็บ เว็บบอร์ดหรือกระดานข่าว โปรแกรมสนทนาออนไลน์ โปรแกรมการประชุมทางไกล การถ่ายโอนแฟ้ม และเทลเน็ต
2. การเข้าถึงข้อมูลด้วยโปรแกรมค้นหาบนเว็บ การสืบค้นสารสนเทศด้วยโปรแกรมค้นหา (Search Engine) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ
 - 2.1 ระบบสารบบ (Directory) ลักษณะการสืบค้นข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บเป็นหมวดหมู่ เหมาะกับการค้นหาสารสนเทศโดยทั่วไป โดยการจัดเว็บไซต์ที่นำเสนอเนื้อหาเดียวกันไว้ด้วยกัน

2.2 ระบบดัชนี (Index) ลักษณะการสืบค้นที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงพิเศษ เช่น ประวัติศาสตร์ ดัชนีเว็บจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่เฉพาะ

ลักษณะของกิจกรรมโดยทั่วไปที่มีบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

1. การประกาศข้อมูลข่าวสาร
2. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์
3. การเชื่อมต่อไปยังแหล่งทรัพยากร
4. การเชื่อมโยงไปยังส่วนช่วยเหลือสนับสนุน
5. Multi-User Dialogs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สังคมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Community)
7. การบันทึกของสิ่งที่เปลี่ยนแปลง
8. ข้อความแบบดิจิทัล
9. การสร้างสรรค์เว็บเพจ
10. การประชุมผ่านคอมพิวเตอร์
11. การประกาศโครงการ (Posted Projects)

ในการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนผู้วิจัยใช้รูปแบบการสอนเป็นแบบหนังสือเรียน (Textbook Model) โดยมีการบรรยาย พร้อมรูปภาพ โดยมีกิจกรรมผ่านบทเรียนหลายกิจกรรม เช่น กระดานข่าว การรับส่งข้อมูลด้วยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ด้วยบริการอินเทอร์เน็ต

2.5 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ต้องใช้เครื่องมือที่อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ให้เข้ากับความต้องการในแต่ละส่วนของบทเรียน ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้า ทำให้โปรแกรมต่าง ๆ ถูกพัฒนาให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้น และรองรับความต้องการในการใช้งานเฉพาะด้าน ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งโปรแกรมที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการพัฒนามีดังนี้

2.5.1 ภาษา HTML

HTML (ชื่อเต็ม คือ Hypertext Markup Language ภาษามาร์กอัปข้อความหลายมิติ) คือภาษามาร์กอัปที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการสร้างเว็บเพจ หรือ ข้อมูลอื่นที่เรียกดูผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ เริ่มพัฒนา ทิม เบอร์เนอร์ ลี (Tim Berners Lee) สำหรับภาษา SGML ในปัจจุบัน HTML เป็นมาตรฐานหนึ่งของ ISO ซึ่งจัดการโดย World Wide Web Consortium (W3C) ในปัจจุบันทาง W3C ผลักดัน รูปแบบของ HTML แบบใหม่ ที่เรียกว่า XHTML ซึ่งเป็นลักษณะของ โครงสร้าง XML แบบหนึ่งที่มีหลักเกณฑ์ในการกำหนด โครงสร้างของ โปรแกรมที่มีรูปแบบที่มีมาตรฐานกว่า มาทดแทนใช้ HTML รุ่น 4.01 ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

HTML ยังคงเป็นรูปแบบไฟล์อย่างหนึ่ง สำหรับ .html และ สำหรับ .htm ที่ใช้ระบบปฏิบัติการที่รองรับ รูปแบบนามสกุล 3 ตัวอักษร

เนื่องจากข้อจำกัดของ HTML ทำให้ผู้ใช้แนวทางเก่าใช้ Table ในการจัดการ โครงสร้างของเนื้อหา ในปัจจุบันได้มีแนวทางใหม่ในการใช้แท็ก Div ร่วมกับการกำหนด CSS ในการจัดการ โครงสร้างของเนื้อหา ตามแบบฉบับการทำงานของบริษัทแม่โครมีเดีย ซึ่งทำให้เราออกนอกกรอบ และสามารถจัดการได้ง่ายและรวดเร็วกว่า อีกด้วย (วิกิพีเดีย สารานุกรม. 2551)[online]

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่ส่งไปกองกลางให้วางไปใช้ ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ภาษา PHP

ภาษาพีเอชพี ในชื่อภาษาอังกฤษว่า PHP ซึ่งใช้เป็นคำย่อแบบกล่าวซ้ำ จากคำว่า PHP Hypertext Preprocessor หรือชื่อเดิม Personal Home Page

ภาษาพีเอชพี (PHP) คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่ง ภาษาพีเอชพี นั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียนเว็บเพจ ที่มีความสามารถตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว

การแสดงผลของพีเอชพี จะปรากฏในลักษณะ HTML ซึ่งจะ ไม่แสดงคำสั่งที่ผู้เขียน ซึ่งเป็นลักษณะเด่นพีเอชพี แตกต่างจากลักษณะไคลเอนต์-ไซด์ สคริปต์ เช่น ภาษาจาวาสคริปต์ ที่ผู้ชมเว็บไซต์สามารถอ่าน ดูและคัดลอกคำสั่งไปใช้เองได้ นอกจากนี้พีเอชพียังเป็นภาษาที่เรียนรู้และเริ่มต้นได้ไม่ยาก โดยมีเครื่องมือช่วยเหลือและคู่มือที่สามารถหาอ่านได้ฟรีบนอินเทอร์เน็ต ความสามารถประมวลผลหลักของพีเอชพี ได้แก่ การสร้างเนื้อหาอัตโนมัติ จัดการคำสั่ง การอ่านข้อมูลจากผู้ใช้และประมวลผล การอ่านข้อมูลจากคีย์บอร์ด ความสามารถจัดการกับคุกกี้ ซึ่งทำงานเช่นเดียวกับโปรแกรมในลักษณะ CGI คุณสมบัติอื่น เช่น การประมวลผลตามบรรทัดคำสั่ง (command line scripting) ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างสคริปต์พีเอชพี ทำงานผ่านพีเอชพี พาร์เซอร์ (PHP parser) โดยไม่ต้องผ่านเซิร์ฟเวอร์หรือเบราว์เซอร์ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับ Cron (ใน ยูนิกซ์ หรือ ลินุกซ์) หรือ Task Scheduler (ในวินโดวส์) สคริปต์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแบบ Simple text processing tasks ได้ (วิกิพีเดีย สารานุกรม. 2551)[online]

2.5.3 Adobe PhotoShop 7

โปรแกรม Adobe Photoshop เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างงานกราฟิก ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากที่สุด ในโปรแกรมต่าง ๆ โดยโปรแกรมดังกล่าว สามารถสร้างงานกราฟิกออกมาได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นสร้างแบบอักษรลักษณะต่าง ๆ และนอกจากนั้นยังนิยมนำมาแต่งภาพอีกด้วย โปรแกรมนี้จะมี Plug - in ซึ่งช่วยสร้าง Effect ต่าง ๆ ทำให้ได้ชิ้นงานที่ไม่ซ้ำกัน อีกทั้งยังสร้างความโดดเด่นให้กับงานอีกด้วย

องค์ประกอบสำคัญในการทำเว็บให้ดูน่าสนใจ คงหนีไม่พ้นรูปภาพที่นำมาตกแต่ง ซึ่งผู้พัฒนาหลาย ๆ คน บ้างก็นำภาพสำเร็จมาใช้งาน บ้างก็นำภาพจากเว็บอื่น ๆ ที่ดูสวยงามมาใช้ และก็มีไม่น้อยที่สร้างภาพเอง โดยอาศัยโปรแกรมกราฟิกต่าง ๆ เช่น PhotoShop, Photo Impact, Paint Shop เป็นต้น

โปรแกรม PhotoShop นับว่าเป็นโปรแกรมกราฟิกสุดฮิต ที่นิยมใช้ในการปรับแต่งภาพ หรือสร้างภาพมากที่สุด โปรแกรมหนึ่ง เพื่อนำมาใช้งานในเว็บ เนื่องจากมีฟังก์ชันการทำงาน ที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลากหลาย มีฟิลต์เตอร์เพื่อปรับแต่งภาพ จากค่ายต่างๆ ทำให้ง่ายต่อการปรับแต่งภาพตามต้องการ เดิมทีนิยมใช้ PhotoShop เพื่องานสื่อสิ่งพิมพ์ (Desktop Publishing) แต่ปัจจุบัน Web Design มีบทบาทในงานธุรกิจและงานการศึกษาสูงมาก จึงนำ PhotoShop มาใช้ในงานนี้ด้วย (สุนทร นิสากร และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์. 2548) [Internet]

2.5.4 Macromedia Dreamweaver MX 2004

Macromedia Dreamweaver MX 2004 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ สร้าง และพัฒนาเว็บเพจด้วยภาษา HTML ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากเราไม่จำเป็นต้องเขียนโค้ด HTML เอง โปรแกรมสามารถสร้างโค้ดให้อัตโนมัติจากการที่เราลากเครื่องมือมาวางบนพื้นที่ออกแบบ ซึ่งหากเราต้องการแก้ไขหรือคัดแปลงโค้ด HTML ก็สามารถทำได้เช่นกัน หากเป็นการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) แล้ว ก็จะต้องมีการพัฒนาร่วมกับภาษาการโปรแกรมบนเว็บ ซึ่ง Dreamweaver ก็สามารถรองรับได้ถึง 5 ภาษา ได้แก่ ASP, ASP.NET, JSP, PHP และ ColdFusion และสามารถเชื่อมต่อเข้ากับฐานข้อมูลได้อีกด้วย Macromedia Dreamweaver MX 2004 เป็นโปรแกรมจากบริษัท Macromedia เริ่มเป็นที่รู้จักตั้งแต่ Dreamweaver เวอร์ชัน 3.0 พัฒนามาเป็น Dreamweaver เวอร์ชัน 4.0 จากนั้นได้สร้างความประหลาดใจด้วยการเปิดตัวเวอร์ชันใหม่ที่ไม่มีระบบเรียกเวอร์ชันเป็นตัวเลข นั่นคือ Dreamweaver MX ซึ่งก็คือเวอร์ชัน 6.0 และล่าสุดก็คือ Dreamweaver MX 2004 ที่หมายถึงเวอร์ชัน 7.0 นั่นเอง (พนิดา พานิชกุล และสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพร พงษ์. 2547 : 4)

2.5.5 Macromedia Flash MX 2004

Macromedia Flash เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการสร้างสื่อมัลติมีเดีย กราฟิกสำหรับงานเว็บ ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Macromedia เจ้าแห่งผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ด้านมัลติมีเดียเช่น Authorware และผลิตภัณฑ์สำหรับงานเว็บ เช่น Dreamweaver

ผลงานที่พัฒนาด้วย Flash มีทั้งสื่อภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สื่อมัลติมีเดีย ตลอดจนสื่อที่มีระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive Multimedia) ซึ่งเป็นสื่อที่มีขนาดเล็ก โหลดผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้รวดเร็ว มีความคมชัดสูงแม้ว่าจะถูกขยายขนาด ทั้งนี้สามารถนำเสนอได้ทั้งบนเว็บ หรือผ่านโปรแกรม Flash Player หรือสร้างเป็น exe file เพื่อเรียกใช้งานได้ทันที นอกจากนี้ยังสามารถแปลงไฟล์ไปอยู่ในฟอร์แมตอื่นได้ด้วย เช่น Animation Gif, AVI, QuickTime (สุนทร นิสากร และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์. 2548) [Internet]

เครื่องมือต่างๆ ของโปรแกรม Flash MX 2004 ช่วยให้สามารถสร้างชิ้นงานที่มีความสามารถหลากหลาย และมีหน้าที่ในการทำงานครบถ้วน นอกจากนี้งานที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Flash ยังสามารถนำไปแสดงผลได้บนคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการต่างกัน รวมถึงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพา หรือโทรศัพท์มือถือ โปรแกรม Flash MX 2004 มีความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคเด่่นหลายประการ เช่น การทำงานกับ Database, รองรับการใช้งาน XML, Web Services และสามารถติดต่อกับ Server ได้โดยตรง สามารถนำไฟล์ Multimedia รูปแบบต่าง ๆ มาใช้งานในโปรแกรม Flash MX 2004 ได้ (สุธี พงศาสกุลชัย. 2547 : 2)

2.5.6 MySQL

MySQL (มายเอสคิวแอล) เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล โดยใช้ภาษา SQL แม้ว่า MySQL เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส แต่แตกต่างจากซอฟต์แวร์ทั่วไป โดยมีการพัฒนาภายใต้บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน โดยจัดการ MySQL ทั้งในแบบให้ใช้ฟรี และแบบที่ใช้ในเชิงธุรกิจ

MySQL สร้างขึ้นโดยชาวสวีเดน 2 คน และชาวฟินแลนด์ ชื่อ David Axmark , Allan Larsson และ Michael "Monty" Widenius. ปัจจุบัน บริษัทซันไมโครซิสเต็ม (Sun Microsystems, Inc) เข้าซื้อกิจการของ MySQL AB เรียบร้อยแล้ว

MySQL เป็นที่นิยมใช้มากสำหรับฐานข้อมูลเว็บไซต์ เช่น มีเดียวิกิ และ phpBB และนิยมใช้งานร่วมกับโปรแกรม PHP ควบคู่กันไป นอกจากนี้ หลายภาษาโปรแกรมที่สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL เช่น ภาษาซี ซีพลัสพลัส ปาสคาล ซีชาร์ป ภาษาจาวา ภาษาเพิร์ล รูบี และภาษาอื่นๆ ใช้งานผ่านทาง API โปรแกรมที่ติดต่อกับ ODBC หรือ ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาอื่น (database connector) เช่น เอเอสพี สามารถเรียกใช้ MySQL ผ่านทาง MyODBC , ADO , ADO NET เป็นต้น

ในด้านการจัดการฐานข้อมูล MySQL สามารถใช้โปรแกรมแบบ command-line เพื่อจัดการฐานข้อมูล (โดยใช้คำสั่ง : mysql mysqladmin เป็นต้น) หรือจะดาวน์โหลดโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลแบบ GUI จากเว็บไซต์ของ MySQL ซึ่งก็คือโปรแกรม : MySQL Administrator และ MySQL Query Brower เป็นต้น (วิกิพีเดีย สารานุกรม. 2551)[online]

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop 7 ในการออกแบบ ตกแต่งภาพกราฟิก ใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX 2004 ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว และภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียง ใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX ในการสร้างเว็บเพจ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยประกอบขึ้นจาก ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียง เป็นต้น และใช้โปรแกรม MySQL – Front ในการจัดเก็บฐานข้อมูล โดยใช้ PHP ควบคุมการทำงานของระบบฐานข้อมูลผ่านเว็บเพจ

2.6 ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.6.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เกณฑ์ประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบ หลังการเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยผู้วิจัยได้ปรับใช้แนวคิดของชัยขงค์ พรหมวงส์ และคณะมาใช้ (2521: 135)

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากรายงานบุคคล ได้แก่แบบฝึกหัดระหว่างเรียนที่ได้กำหนดไว้

ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของผู้เรียนทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียน ของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสมโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจจะต้องตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนมี 3 ระดับ (ชัยขงค์ พรหมวงส์ และคณะ. 2521 : 52)คือ

- (1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป
- (2) เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการเรียนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนไม่ต่ำกว่า 80/80

2.6.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยขงค์พรหมวงศ์ และ คณะ. 2521 : 136) ดังนี้

1. การคำนวณค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100 \tag{2.1}$$

เมื่อ	E_1	คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในบทเรียน
	A	คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในบทเรียน
	N	คือ จำนวนนักเรียน

2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \tag{2.2}$$

เมื่อ	E_2	คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	B	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	คือ จำนวนนักเรียน

2.6.3 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน คือการตรวจสอบดูว่าบทเรียนมีคุณภาพหรือไม่ โดยการนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายขนาดต่างๆ ตามลำดับขั้นตอน ได้แก่ (อารีย์ มีนุงกิจ. 2541 : 33)

1. การทดลองใช้ในชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one testing) เป็นการศึกษาถึงข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขในด้านสำนวนภาษา กราฟิกที่ใช้ ความเหมาะสมของระยะเวลาที่กำหนดในบทเรียนและข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2. การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small group testing) เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่างๆ เช่น การใช้ภาษาในบทเรียน นักเรียนในกลุ่มเล็กมีความเข้าใจที่ตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้มีความคลุมเครือหรือไม่ ระยะเวลาที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร เมื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแล้ว ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ นำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขในบทเรียนต่อไป

3. การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field testing) เพื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 3 ลักษณะ คือ ทดลองแบบเดี่ยว ทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก และทดลองกับกลุ่มใหญ่

2.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (ม.ป.ป. : 44) ได้กล่าวไว้ว่า ในการวัดและการประเมินผล จะต้องวัดและประเมินไปตามจุดประสงค์ของวิชาที่สอนนั้น ปัญหาขั้นต้นสุดจึงอยู่ที่ครูหรือผู้ประเมิน สามารถตีความหมายของจุดประสงค์ของวิชาที่สอนได้ถูกต้องตรงกันหรือไม่เพียงใด ทั้งนี้ เพราะจุดประสงค์ทางการศึกษาบางครั้งอาจใช้คำพูดที่คลุมเครือ ทั้งความหมายและขอบเขตของคำ เมื่อเป็นเช่นนี้การเขียนข้อสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ จึงอาจไม่เป็นไปตามความปรารถนาของวิชานั้น ถ้าครูเข้าใจความหมายของจุดประสงค์คลาดเคลื่อนไป

จากปัญหาที่สำคัญนี้ ได้มีนักการศึกษา Bloom (1972 : 7) และบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (ม.ป.ป. : 44-49) ได้ทำการวิเคราะห์จุดประสงค์การสอนในวิชาการต่างๆ แล้วจำแนกความสามารถของมนุษย์แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ (Taxonomy of Education) คือ ขอบเขตด้านปัญญาด้านความรู้สึกรู้สึก และด้านทักษะ โดยในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ผู้วิจัยได้ใช้ขอบเขตด้านปัญญา (Cognitive Domain) ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายทางเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาที่เกี่ยวกับสมรรถภาพทางสติปัญญาทางการเรียน และการแก้ปัญหา ซึ่ง Bloom และคณะ ได้จำแนกพฤติกรรมในขอบเขตด้านนี้ออกเป็นสองระดับใหญ่ๆ คือ พฤติกรรมด้านพื้นฐาน ซึ่ง ได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้และพฤติกรรมขั้นสูง ได้แก่ ความสามารถต่างๆ พฤติกรรมทั้งสอง ระดับนี้ จำแนกออกเป็น 6 ระดับ โดยเรียงลำดับตามความซับซ้อนจากน้อยไปหามาก ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเผยแพร่ทั่วไปอย่างกว้างขวาง ดังนี้

2.7.1 ความรู้ ความจำ (Knowledge)

ความรู้ ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราวเฉพาะหรือทั่วไป ออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ เช่น สามารถบ่งบอกวิธีการหรือกระบวนการ หรือบ่งชี้ถึงแบบแผน โครงสร้างของเรื่องราวเฉพาะอย่างหรือทั้งระบบ ได้อย่างถูกต้อง ความรู้ที่ขึ้นอยู่กับบุคคลได้รับรู้ และจดจำเอาไว้อย่างไร ก็จะระลึกเรื่องราวนั้นออกมาตามลำดับนั้น ซึ่งจำแนกเป็น 3 ระดับ คือ

1. ความรู้เฉพาะเจาะจง (Specifics) เป็นความสามารถในการระลึกข้อมูลต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมและสัญลักษณ์ ซึ่งถือเป็นสมรรถภาพขั้นต่ำสุดที่จะเป็นพื้นฐานให้เกิดสมรรถภาพขั้นสูงที่จะรับรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมต่อไป ซึ่งจำแนกเป็น 2 ระดับ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Terminology) ซึ่งเป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำ กลุ่มคำ สัญลักษณ์ต่างๆ

1.2 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเฉพาะ (Specific) เป็นความสามารถในการบ่งบอกเรื่องราวต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ บุคคล สถานที่ วันที่ ปี ขนาด จำนวน เป็นต้น

2. ความรู้เกี่ยวกับวิธีการเฉพาะอย่าง (Way and Means of Dealing with Specifics) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงวิธีการจัดระเบียบ วิธีการศึกษา วิธีการตัดสินใจและวิพากษ์วิจารณ์ ตลอดจนวิธีการสืบเสาะความรู้ จัดลำดับเวลามาตรฐานของการตัดสินใจ ความรู้ประเภทนี้จะอยู่ในระดับกลางระหว่างความรู้เฉพาะกับความรู้ทั่วไป ซึ่งจำแนกเป็นระดับย่อย คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับแบบแผน (Conventions) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงรูปแบบการปฏิบัติและแบบฉบับที่เหมาะสมในการทำ เช่น แบบฉบับการพูด การเขียน การรายงาน

2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (Trend and Sequence) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงขั้นตอนก่อนหลัง ทิศทางการเคลื่อนไหว ไน้มเอียง

2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท และการจัดกลุ่ม (Classification and Categories) เป็นความสามารถในการบ่งบอกวิธีการจำแนก จัดหมวดหมู่ จัดแบ่งสิ่งของ เหตุการณ์ตามจุดมุ่งหมาย เหตุผลหรือปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง

2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Criteria) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงข้อเท็จจริง หลักการ กระบวนการ และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ วิธีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเหตุการณ์ต่างๆ ในระดับนี้จะเน้นเพียงความรู้ในวิธีการ ซึ่งไม่จำเป็นว่าจะต้องสามารถทำวิธีการต่างๆ เหล่านั้นได้

2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีทำ (Process) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงเทคนิค กระบวนการและวิธีสืบเสาะหาความรู้ในวิธีการซึ่งไม่จำเป็นว่า จะต้องสามารถทำวิธีการต่างๆ เหล่านั้นได้

3. ความรู้ทั่วไปและนามธรรมในแต่ละสาขาวิชา (Universal and Abstractions in a Field) เป็นความสามารถที่จะบ่งบอกถึงการจัดระเบียบแบบแผนหรือแผนการต่างๆ ของปรากฏการณ์และแนวคิดที่เป็นจุดเด่นของโครงสร้างหลักใหญ่ ทฤษฎีและข้อสรุปอ้างอิง ซึ่งจะนำไปใช้ทั่วไปในการแก้ปัญหาและศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาวิชานั้น ซึ่งถือว่าเป็นความรู้ระดับสูงสุดอันมีลักษณะที่เป็นนามธรรมและซับซ้อนมาก จำแนกเป็น 2 ระดับ คือ

3.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหลักการและข้อสรุป (Principles and Generalization) เป็นความรู้ที่เป็นนามธรรมซึ่งสรุปจากการสังเกตปรากฏการณ์ โดยอาศัยการอธิบาย บรรยาย พยากรณ์หรือตัดสินใจกระทำหรือทิศทางกระทำได้อย่างเหมาะสม และตรงประเด็นที่สุด เช่น ความรู้หลักการที่สำคัญ ซึ่งสรุปจากประสบการณ์ การระลึกข้อสรุปที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม

3.2 ความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Theories and Structures) เป็นความรู้รวบยอดเกี่ยวกับหลักการและข้อสรุปอ้างอิง โดยแสดงแนวคิดเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์และปัญหาที่ซับซ้อนออกมาได้ชัดเจน ครอบคลุมและเป็นระบบซึ่งเป็นการกระทำที่เป็นนามธรรมมากที่สุด โดยการผสมผสานความรู้เฉพาะอย่างที่มีสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน การระลึกทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ในการวางระบบที่สมบูรณ์ของทฤษฎีวิวัฒนาการ

2.7.2 ความเข้าใจ (Comprehension)

ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นทักษะความสามารถทางปัญญาขั้นแรกสุดของมนุษย์ที่จะเข้าใจการสื่อสารติดต่อ และสามารถที่จะนำเอาความรู้แนวคิดมาใช้ประโยชน์ได้โดยไม่จำเป็นต้องไปสัมพันธ์กับเรื่องอื่นๆ จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ

1. การแปล (Translation) เป็นความสามารถในการถอดความหรือถอดแบบจากภาษาหนึ่งไปสู่ภาษาอื่น ซึ่งเป็นการสื่อความหมายให้สามารถรู้ความหมายตรงกัน เช่น การแปลความหมายข้อความ คำพังเพย สุภาษิต คำคม หรือสัญลักษณ์ หรือการแปลภาษาคณิตศาสตร์ ให้เป็นสัญลักษณ์หรือกลับกัน เป็นต้น

2. การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการสื่อความหมายโดยการอธิบายหรือสรุปความ ซึ่งมีลักษณะที่ลุ่มลึกกว่าการแปล เพราะการแปลจะมีลักษณะการสื่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายโดยการถอดความแบบคำต่อคำ แต่การตีความหมายต้องมีการจัดระเบียบใหม่ เรียบเรียงใหม่ แสดงแนวคิดใหม่แต่ยังรักษาความหมายเดิมไว้ เช่น สามารถตีความหมายข้อมูลทางสังคมได้หลายๆแง่มุมสามารถสรุปความคิดทั้งหมดออกเป็นประเด็นสำคัญตามต้องการ

3. การขยายความ (Extrapolation) เป็นความสามารถในการสื่อความหมายโดยการขยายความ คาดคะเนแนวโน้มของข้อมูลว่าจะมีทิศทางไปในทางใดมีผลลัพธ์ออกมาอย่างไร ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับความหมายดั้งเดิม หรืออาศัยข้อมูลเดิมเป็นเครื่องตัดสินผลลัพธ์ต่างๆ เช่น ทักษะในการพยากรณ์ ความสืบเนื่องของแนวโน้มหนึ่งๆ ความสามารถในการสรุปผลโดยการอนุมานด้วยข้อความที่ชัดเจน

2.7.3 การนำไปใช้ (Application)

การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการจดจำและนำเอาหลักการเทคนิคและทฤษฎีมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ เช่น การนำปรากฏการณ์ต่างๆ มาอภิปรายในเชิงวิทยาศาสตร์

2.7.4 การวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อยหรือองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 ระดับ คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Analysis of Element) เป็นความสามารถในการค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญส่วนรวมออกมา เช่น จำแนกข้อเท็จจริงออกจากสมมติฐาน
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบและส่วนอื่นของการสื่อความหมาย เช่น ความสามารถในการตรวจสอบ ความมั่นคงของสมมติฐานและข้อสมมติ ทักษะในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหลายๆ แนวคิด

3. การวิเคราะห์การดำเนินการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นความสามารถในการจัดระเบียบ การเรียบเรียงระบบว่ามีโครงสร้างอย่างไร ซึ่งอาจจะเป็นโครงสร้างที่ชัดเจนหรือมีเงื่อนไข เช่น ความสามารถในการบ่งชี้ถึงเทคนิคทั่วไปที่ใช้ในการโฆษณาหรือชักชวน

2.7.5 การสังเคราะห์ (Synthesis)

การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงาน การจัดเรียงและการผสมผสานให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้นนั้นต้องคัดแปลงปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้น มีคุณภาพสูงขึ้น จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสื่อสารถ่ายทอดความคิด (Production of Unique Communications) เป็นความสามารถในการถ่ายทอดของผู้เขียนหรือผู้พูดที่พยายามถ่ายทอดแนวคิด ความรู้สึกหรือประสบการณ์ ไปสู่ผู้อื่นให้เข้าใจความหมายตรงกัน เช่น ความสามารถในการบอกเล่าประสบการณ์ส่วนตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะในการเขียน สามารถจัดเรียบเรียงแนวความคิดและเขียนถ่ายทอดออกมาได้อย่างดีเลิศ

2. การวางแผนหรือเสนอโครงการดำเนินการ (Production of a plan or Proposed Set of Operation) เป็นความสามารถในการวางแผนหรือเสนอโครงการดำเนินการตามเงื่อนไขและข้อมูลที่กำหนดให้ เช่น สามารถเสนอวิธีการทดสอบสมมติฐาน สามารถวางแผนการสอนในสถานการณ์ที่กำหนดให้

3. การประสานความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นนามธรรม (Derivation of a Set of Abstract Relation) เป็นความสามารถในการพัฒนากลุ่มความสัมพันธ์ที่เป็นนามธรรมกับทั้งจัดหมวดหมู่หรืออธิบายข้อมูล หรือปรากฏการณ์ส่วนย่อยหรือการอนุมานแผนงานที่วางไว้และความสัมพันธ์ของข้อเสนอหรือสัญลักษณ์ที่เป็นตัวแทน เช่น ความสามารถในการตั้งสมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบได้อย่างเหมาะสม และเปลี่ยนแปลงสมมติฐานไปตามองค์ประกอบและการพิจารณาสิ่งใหม่ได้ ความสามารถที่จะทำการสรุปอ้างอิงหรือค้นพบหลักการทางคณิตศาสตร์

2.7.6 การประเมินผล (Evaluation)

การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งของซึ่งกำหนดให้การตัดสินใจทั้งด้านปริมาณคุณภาพ จะต้องมีเกณฑ์ที่เหมาะสมที่ใช้เป็นมาตรฐานในการประเมินเกณฑ์อาจจะได้มาจากผู้เรียนเองหรือกำหนดขึ้นซึ่งจำแนกเป็น 2 ระดับ คือ

1. การตัดสินใจโดยใช้เกณฑ์ภายในเหตุการณ์ (Judgments in Terms of Internal Criteria) เป็นความสามารถในการตัดสินใจเหตุการณ์หนึ่งโดยใช้เนื้อหาของสาระของภายในเหตุการณ์นั้น เป็นเกณฑ์การตัดสินใจได้อย่างถูกต้องแม่นยำ มั่นคง เช่น สามารถที่จะระบุสิ่งที่ไม่ใช่เหตุผลที่แท้จริงได้

2. การตัดสินใจโดยใช้เกณฑ์ภายนอกเหตุการณ์ (Judgment in Terms of External Criteria) เป็นความสามารถในการตัดสินใจเหตุการณ์หนึ่ง โดยนำไปเทียบกับเกณฑ์ภายนอกที่เลือกมาและเป็นที่ยอมรับในสังคม เช่น การเปรียบเทียบทฤษฎีการสรุปอ้างอิงและข้อเท็จจริงกับวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกัน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.8.1 ชนิดของแบบทดสอบ

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539 : 85 – 93) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบ (Test) หมายถึงชุดของข้อคำถาม หรือข้อปัญหา ที่ออกแบบสร้างขึ้นอย่างมีระบบและกระบวนการเพื่อค้นหาตัวอย่าง ของพฤติกรรมของผู้สอบ ภายใต้เงื่อนไขเฉพาะอย่าง ซึ่งแบบสอบไม่ว่าชนิดใดเวลาเขียนก็ต้องให้สอดคล้องกับจัดประสงค์ของการวัด และแต่ละข้อแต่ละชนิดต้องรักษาให้มีความเป็นปรนัย (Objectivity) ซึ่งชนิดของแบบทดสอบมีดังนี้

1. แบบทดสอบความเรียง (Essay Test) แบบทดสอบแบบนี้มีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการบรรยาย อธิบายและแสดงเหตุผลตามความคิดเห็นของตน อาจจำกัดความยาวหรือให้เขียนตอบได้ตามสบายก็ได้ การวัดแบบนี้ถ้าตรวจให้คะแนนทั้งด้านใช้ภาษาและความมีเหตุผลในการอธิบายด้วยก็จะดี แต่บางวิชาไม่ได้มองด้านภาษา ดังนั้นการตอบในวิชานั้น อาจให้เหตุผล หรือบรรยาย อธิบายดีแต่เขียนภาษาผิดๆ ถูกๆ คะแนนจะให้อย่างไร ผู้ตรวจจะต้องคิดให้ดีๆ ให้เกิดความลำเอียง (Bias) ในการพิจารณาข้อสอบข้อนั้น ในการตรวจสอบความเรียงจึงต้องสร้างเกณฑ์ให้ตีมีแนวการตรวจตรงกัน

2. แบบทดสอบเติมคำ (Completion Test) แบบทดสอบนี้เป็นการวัดความสามารถในการหาคำ หรือข้อความมาเติมลงในช่องว่างของประโยคที่กำหนดได้ถูกต้องแม่นยำ โดยไม่มีคำตอบขึ้นมาข้างหน้าก่อน นอกจากข้อความหรือประโยคที่ให้ไว้เท่านั้น โดยธรรมชาติเป็นการวัดความจำ แต่ถ้าออกกิตๆ ก็สามารถวัดความคิดได้

การเขียนข้อสอบเติมคำ มักเป็นข้อความมากกว่าคำถาม แต่ละข้อความหรือประโยคเว้นที่ให้เติม 1 หรือ 2 แห่ง แต่ถ้ากำหนดข้อความยาวเป็นสถานการณ์สามารถเว้นให้เติมได้หลายแห่งเป็นลักษณะโคลเซทส์ (Cloze Test) ไปในตัว แต่แบบทดสอบโคลเซทส์นั้นกำหนดเติมคำที่ 5 หรือ 7 หรืออื่นๆ แล้วแต่ผู้ออกข้อสอบกำหนด นิยมใช้ในข้อสอบภาษาอังกฤษ

3. แบบทดสอบถูกผิด (True-False Test) แบบทดสอบแบบนี้วัดความสามารถในการพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จากความสามารถที่เรียนรู้มาแล้ว โดยทั่วไปจะเป็นการวัดความสามารถด้านความรู้ แต่ถ้าสามารถพลิกแพลงข้อความให้ดูอาจจะสามารถวัดด้านความคิดที่สูงขึ้นได้

4. แบบทดสอบจับคู่ (Matching Test) แบบทดสอบนี้เป็นลักษณะการวางข้อเท็จจริง เงื่อนไขคำ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ ไว้ 2 ด้านขนานกัน เป็นแถวตั้ง ก. กับแถวตั้ง ข. แล้วให้อ่านข้อเท็จจริงในแถวตั้ง ก. ก่อน ต่อจากนั้นพิจารณาดูว่าจะไปเกี่ยวข้องกับ จับคู่กันได้พอดีกับข้อเท็จจริงไหนในแถวตั้ง ข. ที่กำหนดไว้ ตามธรรมดาแล้ว แถวตั้ง ก. มักจะน้อยกว่าแถวตั้ง ข.

เพื่อให้ได้ใช้ความสามารถให้การจับคู่ให้มากขึ้น ถ้ามีจำนวนเท่ากันพอใกล้ ๆ จะหมดจะไม่ได้ใช้ความสามารถในการตอบเลย

ในแถวตั้ง ก. (Column ก.) มักจะถือว่าเป็นสาเหตุหรือหลักฐานในการพิจารณา

ส่วนแถวตั้ง ข. (Column ข.) ถือเป็นคำตอบ ดังนั้นคำตอบจึงมักเขียนไว้เกิดตัวที่เป็นเหตุหรือโจทย์เสมอ

5. แบบทดสอบเลือกตอบ (Multiple Choice) ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่นิยมใช้มากในปัจจุบันทั่วโลก แบบทดสอบมาตรฐานสมัยใหม่ใช้แบบเลือกตอบทั้งสิ้น ทั้งนี้ก็เพราะข้อสอบแบบเลือกตอบสามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ และตรวจให้คะแนนได้แน่นอน ข้อสอบแบบเลือกตอบสามารถใช้แทนข้อสอบรูปแบบอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้วได้ดี

2.8.2 การสร้างตารางวิเคราะห์งานเขียนข้อสอบ

การสร้างตารางวิเคราะห์เขียนข้อสอบ เป็นการวางแผนการออกข้อสอบซึ่งโดยทั่วไปจะต้องวัดให้จุดประสงค์การเรียนการสอนที่กำหนดไว้ ดังนั้นการวางแผนการออกข้อสอบ จึงต้องเริ่มต้นจากการศึกษาหลักสูตร หรือเนื้อหา วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียน การวางแผน และศึกษาหลักสูตรทั้งรายวิชาจะสามารถนำไปใช้วางแผนการเรียนการสอนทั้งรายวิชาได้ด้วย โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ (สุมาลี จันทรชลอ. 2542 : 26 – 28)

1. ศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดเป็นกรอบโครงสร้างเนื้อหาที่จะสอบวัด โครงสร้างนั้นจะต้องมีความครบถ้วนตามที่กำหนดในหลักสูตรหรือคำอธิบายรายวิชา
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ซึ่งควรเป็นจุดประสงค์เดียวกันกับจุดประสงค์ที่จะนำไปสอบวัดจุดประสงค์ที่จะกำหนดเพื่อเป็นเป้าหมายในการเรียนการสอนและประเมินผลนี้ควรเป็นจุดประสงค์ปลายทาง ซึ่งเป็นจุดประสงค์ที่สำคัญและควรเขียนในรูปแบบของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ง่ายต่อการนำไปเขียนข้อสอบ เพื่อการวัดและประเมินผล การกำหนดวัตถุประสงค์นี้ อาจกำหนด โดยอิสระจากเนื้อหาหรือระบุวัตถุประสงค์ภายใต้หัวข้อแต่ละเนื้อหาก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละรายวิชา สิ่งที่ควรคำนึงคือ จุดประสงค์ที่กำหนดควรเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญ ซึ่งมีความหมายครอบคลุมหลักสูตรนั้นๆ
3. ให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ คณะกรรมการซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชานั้นๆ กำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ โดยการให้คะแนนเต็มของแต่ละจุดประสงค์เป็น 10 และให้เกณฑ์การประเมินดังนี้

ถ้าเห็นว่า จุดประสงค์นั้นมีความสำคัญมาก ให้คะแนน 7 – 10 คะแนน

ถ้าเห็นว่า จุดประสงค์นั้นมีความสำคัญปานกลาง ให้คะแนน 4 – 6 คะแนน

ถ้าเห็นว่า จุดประสงค์นั้นมีความสำคัญน้อย ให้คะแนน 1 – 3 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมการแต่ละคน กำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์อย่างอิสระต่อกัน จึงไม่ควรปรึกษาหารือ ผลจากการให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละคน นำมารวมกันและหารด้วยจำนวนคณะกรรมการที่ให้คะแนนจากสูตร ค่าที่ได้เป็นน้ำหนักความสำคัญของจุดประสงค์นั้น การให้คะแนนของกรรมการที่แตกต่างจากกลุ่มหลายๆ อาจให้กรรมการท่านนั้นให้เหตุผลประกอบการให้คะแนนนำผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์มาลำดับ ความสำคัญ การตรวจสอบค่าดังกล่าวอย่างง่าย อาจทำได้โดยการให้กรรมการแต่ละคนลำดับความสำคัญก่อน ถ้าลำดับความสำคัญของกรรมการแต่ละคนไม่แตกต่างจากลำดับความสำคัญที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มมากนัก แสดงว่าความเห็นนั้นสอดคล้องกันการกำหนดน้ำหนักความสำคัญนั้นมีความเชื่อถือได้ แต่ถ้าลำดับความสำคัญของกรรมการแต่ละคนแตกต่างกันมาก อาจต้องพิจารณาแต่ละจุดประสงค์หรือให้อธิบายเหตุผลของกรรมการแต่ละคนเพื่อปรับความเห็นอีกครั้ง

ผลของค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญที่เป็นเศษทศนิยมถ้าเกินครึ่งให้ปัดขึ้น แต่ถ้าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งหรือจุดห้าควรปัดทิ้ง ค่าที่ได้ถือเป็นค่าความสำคัญของจุดประสงค์ข้อนั้นๆ

4. กำหนดประเภทและจำนวนข้อสอบ การกำหนดในขั้นนี้ควรพิจารณาจากจุดประสงค์ที่จะสอบวัด และคำนึงปัจจัยประกอบอื่นๆ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการสอบ ระดับของจุดประสงค์ที่จะวัด เช่น ถ้าเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบซึ่งถามในจุดประสงค์ระดับความรู้ – ความจำ อาจใช้เวลาข้อละ 20 – 30 วินาที แต่ถ้าเป็นข้อสอบประเภทใช้การคิดคำนวณค่าใดค่าหนึ่ง อาจต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็นข้อละ 1 นาทีหรือมากกว่านั้น ถ้าเป็นข้อสอบประเภทเขียนตอบหรือคำนวณให้แสดงวิธีทำ ควรให้เวลาเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปทางทฤษฎีการกำหนดเวลาในการสอบที่เหมาะสมอาจทำได้ โดยการนำไปทดลองใช้ก่อนและกำหนดเวลาโดยการคิดจากจำนวนที่ผู้เข้าสอบ 90% สามารถทำได้เสร็จ ในทางปฏิบัติการกำหนดเวลาในการสอบ อาจพิจารณาเป็นสัดส่วนของคาบเวลาเรียน และหน่วยการเรียนเมื่อได้เวลาที่ใช้ในการสอบแล้ว จึงกำหนดเป็นประเภทและจำนวนข้อสอบรวม

5. กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาหรือจุดประสงค์ การกำหนดในขั้นตอนนี้พิจารณาจากจำนวนข้อสอบรวมและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหาหรือจุดประสงค์ ซึ่งกรรมการได้ให้น้ำหนักความสำคัญไว้ และกำหนดจำนวนข้อโดยเทียบสัดส่วนระหว่างน้ำหนักความสำคัญทั้งหมดจำนวนข้อสอบประเภทเดียวกันที่ต้องการออกข้อสอบ และน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาแต่เรื่องหรือจุดประสงค์แต่ละข้อ

6. ร่างแบบทดสอบตามแบบที่กำหนด

2.8.3 หลักทั่วไปในการเขียนข้อสอบ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 70 - 71) ได้กล่าวถึงหลักในการเขียนข้อสอบหรือแบบทดสอบไว้ดังนี้

1. **ถามให้ครอบคลุม (Comprehensive)** การที่ข้อสอบเป็นเพียงคำถามส่วนที่ใช้สอบวัดข้อสอบจึงควรจะเป็นตัวแทนที่สามารถวัดได้ครบถ้วน (แต่ไม่หมด) ทุกประสบการณ์การเรียนรู้และความสามารถ ข้อสอบที่จะถามได้ครอบคลุม มีลักษณะดังนี้

1.1 ถามทุกเรื่อง ทุกเนื้อหาที่สอนหรือที่มีในหลักสูตร

1.2 ถามทุกพฤติกรรมการเรียนรู้ ครบถ้วนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1.3 ถามแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมอย่างได้สัดส่วน เนื้อหาใดพฤติกรรมใดมีความสำคัญมากเน้นมากก็ควรถามมาก ถ้าสำคัญน้อยก็ควรถามน้อย

วิธีการสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมนั้น สามารถทำได้โดยอาศัยตารางวิเคราะห์หลักสูตรเป็นหลัก คือออกข้อสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่กำหนดไว้ หรือโดยการเขียนข้อสอบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่มีอยู่ในแต่ละเนื้อหาก็ได้

2. **ถามแต่สิ่งที่สำคัญ (Significance)** การถามความสามารถในการเรียนรู้ของเด็กควรเลือกถามสิ่งที่เห็นว่ามีค่าหรือควรแก่การถามหรือควรถามสิ่งที่เป็นแก่นสารเป็นสาระสำคัญของเรื่องราวข้อสอบที่ถือว่าถามสิ่งที่สำคัญควรแก่การถามลักษณะ ดังนี้

2.1 ถามสิ่งที่เป็นประโยชน์ เป็นเรื่องรวมสำคัญที่เรียนรู้และสามารถนำไปใช้เป็นหลักปฏิบัติหรือแก้ปัญหาในชีวิตของเด็กได้

2.2 ถามสิ่งที่มีคุณค่าในวิชานั้น โดยตรง ถือว่าเป็นเรื่องราวที่เด็กควรทราบ ถ้าไม่ทราบสิ่งนั้นถือว่าไม่บรรลุเป้าหมายของการเรียนเรื่องนั้นอย่างแท้จริง

2.3 ถามสิ่งที่บ่งบอกถึงความสามารถของเด็ก เมื่อเด็กตอบคำถามนั้นได้ย่อมแสดงว่าเด็กมีพฤติกรรมความสามารถบางประการ เช่น แสดงว่าเข้าใจสิ่งนั้น หรือวิเคราะห์เรื่องราวนั้นได้

2.4 ถามสิ่งที่มีข้อยุติแน่นอน เป็นคำถามที่มีหลักวิชาหรือวิทยาการรับรองได้ว่าเป็นจริง ไม่มีเงื่อนไขแอบแฝงให้เข้าใจผิดตามความเชื่อ ความคิดที่เลื่อนลอย

3. **ถามให้ลึก (Searching)** ข้อสอบที่ดีไม่ควรถามเพียงรายละเอียดตามตำราซึ่งให้เพียงความจำก็สามารถตอบได้ แต่ควรถามให้เด็กได้ใช้ความคิด หรือต้องอาศัยการพิจารณาไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วนจึงจะตอบได้ ลักษณะการถามที่ถามได้ลึก มีลักษณะดังนี้

3.1 ไม่ถามตรงตามตำรา ซึ่งถือว่าเป็นการถามอย่างผิวเผิน แต่ควรถามให้ต้องใช้ความรู้จากตำราที่เคยเรียนเป็นพื้นฐานเพื่อนำไปพิจารณาเปรียบเทียบแปลความหมายต่ออีกชั้นหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ไม่ถามตามที่ครูปอก ควรจะพลิกเพลงคำถามให้เด็กต้องใช้สิ่งที่ครูปอกนำมาเป็นพื้นฐานของการคิด หรือพิจารณาต่อไป

3.3 ไม่ถามสิ่งที่สังเกตเห็นได้จากสังคม หรือสิ่งแวดล้อมโดยตรง เพราะจะไม่สามารถบอกความสามารถได้เลย

4. ถามสิ่งที่เป็นแบบอย่างในทางดี (Exemplary) คำถามที่คิดจะสร้างแบบแผนที่ดีงามให้เด็กเห็นไม่ควรถามสิ่งที่เป็นตัวอย่างที่ไม่เหมาะสม ไม่ควรปฏิบัติ เพราะในช่วงของเวลาการสอบนั้นเด็กมีโอกาที่จะเรียนรู้จากข้อสอบได้ จึงควรถามสิ่งที่เป็นประโยชน์ สิ่งที่ต้องกระทำเป็นแบบอย่างจึงเหมาะสมกว่า

5. ถามให้จำเพาะเจาะจง (Definite) ใช้คำถามที่ชัดเจน อย่าให้ครอบเครือจนเด็กแต่ละคนเข้าใจคำถามไปคนละทาง คำถามประเภททวน สองแง่สองมุม ควรหลีกเลี่ยงเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ย่อมต้องอาศัยความสามารถในการใช้ภาษาของผู้เขียนข้อสอบเป็นลำดับ

การวัดผลการศึกษาในปัจจุบัน ถ้าจะทำการสอบวัดความสามารถในการเขียน มักนิยมใช้ข้อสอบแบบความเรียง ถ้าจะวัดความสามารถในการปฏิบัติ หรือกระทำจริง ก็ใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติหรือกระทำจริง ก็ใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ นอกเหนือจากคุณลักษณะด้านการเขียน และการปฏิบัติ มักนิยมใช้ข้อเขียนแบบจำกัดคำตอบกันแพร่หลายมาก จนเกิดปัญหาในการเลือกรูปแบบของข้อสอบแบบจำกัดคำตอบ ซึ่งมีแบบถูกผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ ในเชิงปฏิบัตินั้นการที่จะเลือกรูปแบบใด ย่อมแล้วแต่โอกาสและความเหมาะสมเพราะทุกแบบต่างมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียกันแล้ว ข้อสอบแบบเลือกตอบมีความเหมาะสมที่จะใช้มากกว่าแบบอื่นๆ จะด้วยเหตุผลในด้านคุณภาพคำถาม ซึ่งสามารถวัดพฤติกรรมในด้านต่างๆ ได้หลายชนิด ไม่ใช่วัดได้เพียงความจำเหมือนแบบอื่นๆ หรือในด้านความเป็นปรนัยก็มีโอกาสทำให้เป็นได้ง่าย แต่ข้อเสียที่สำคัญที่สุดก็คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบเขียนได้ยากกว่าแบบอื่นๆ

ข้อสอบแบบเลือกตอบ ประกอบด้วยตัวคำถาม หรือตอนนำ (Question, Problem, Lead, Stem) กับตัวเลือก (Choice, Option) โดยตัวเลือกนั้นมีทั้งตัวถูก หรือเหมาะสมที่สุด (Best Answer) และตัวเลือกผิด หรือตัวลวง (Distractor) ข้อสอบแบบเลือกตอบที่นิยมใช้กันเป็นชนิดที่มีตัวถูกเพียงตัวเดียว ส่วนชนิดที่มีคำตอบถูกหลายตัว และในแต่ละข้อก็มีจำนวนตัวถูกไม่เท่ากันด้วยซึ่งเรียกว่าแบบเลือกตอบ ชนิดไม่จำกัดตัวถูก (Unlimited Choice) ไม่เป็นที่นิยมใช้กัน การที่จะเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบให้ดีจำเป็น ต้องเขียนให้ดีทั้งตัวคำถามและตัวเลือก ซึ่งมีหลักในการเขียน (ไพศาล หวังพานิช. 2526 : 71) ดังนี้

1. วิธีตั้งคำถาม ข้อสอบทำหน้าที่เป็นสิ่งที่เร้าเพื่อให้เด็กแสดงความสามารถ หรือพฤติกรรมออกมา ข้อสอบจะมีคุณภาพเสียโดยอ้อมขึ้นกับคำถามที่ใช้ ว่ามีความชัดเจนเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรนัยเพียงใด ถามสิ่งที่น่าจะถามหรือไม่ การตั้งคำถามจึงต้องพิถีพิถัน ซึ่งการตั้งคำถามของข้อสอบมีหลักหรือวิธีการดังต่อไปนี้

- 1.1 ควรใช้ประโยคคำถาม เพราะจะช่วยให้มีความชัดเจน เข้าใจง่ายกว่าการใช้ประโยคบอกเล่า
- 1.2 เน้นจุดที่จะถามให้ชัด เพื่อให้เกิดความเป็นปรนัยหรือช่วยให้เด็กเข้าใจคำถามได้ตรงกันทั้งยังช่วยให้เด็กเห็นแนวทางหรือจุดที่ถูกถาม และรู้ว่าต้องตอบในแง่มุมใด
- 1.3 ถามให้ตรงตามเนื้อหาที่ต้องการเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นตัวแทนที่ดี สามารถวัดเนื้อหาที่ต้องการจะวัดได้อย่างแท้จริง ไม่ใช่ตั้งใจสิ่งหนึ่ง แต่คำถามกลับไปวัดสิ่งอื่น
- 1.4 ถามในสิ่งที่ดีหรือเป็นประโยชน์ เพราะจะช่วยให้เด็กได้เรียนรู้สิ่งที่ดีงามเป็นแบบอย่างในทางดี หรือเกิดคุณค่าในการปลูกฝังสิ่งที่สังคมยอมรับ กล่าวคือ สิ่งที่สังคมปัจจุบันยอมรับว่าดี ก็ควรถามในด้านดี ในทางตรงข้ามสิ่งที่ไม่ดีก็ควรถามในแง่ไม่ดีหรือโทษ
- 1.5 ถามสิ่งที่สามารถหาข้อยุติได้ตามหลักวิชา เพื่อให้เด็กได้ใช้ความคิดที่มีหลักมีข้อเท็จจริงยืนยันได้ ไม่ใช่ตอบโดยใช้ความคิดส่วนตัวหรือตามประสบการณ์ที่ไม่มีหลักวิชาอ้างอิงได้
- 1.6 ถามให้ใช้ความคิด ไม่ควรถามเฉพาะความจำตามตำราหรือการจำรายละเอียดเกินจำเป็นเพราะไม่ใช่สาระสำคัญที่ควรจดจำ แต่ควรถามให้เด็กนำความจำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
- 1.7 อย่าใช้ภาษาฟุ่มเฟือย ได้แก่คำถามที่ยืดยาวกววนควรตัดข้อความที่ไม่จำเป็นหรือไม่ได้ใช้เป็นเงื่อนไขในการคิด เพื่อช่วยให้คำถามรัดกุม แจ่มชัดยิ่งขึ้น
- 1.8 ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับเด็ก เพราะการให้ภาษาหรือถ้อยคำที่ยากเกินระดับความสามารถของเด็กหรือใช้คำที่เด็กไม่รู้จักไม่เคยพบเห็นมาก่อน จะทำให้ข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดความสามารถที่แท้จริงของเด็กได้ หรือทำให้ขาดความเที่ยงตรงไป
- 1.9 หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำถามที่เป็นปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ ทั้งนี้เพราะคำถามประเภทปฏิเสธจะยากกว่าคำถามบอกเล่าเด็กต้องคิดกลับและยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถาม
- 1.10 ควรใช้คำถามที่ขั้วหรือชวนให้คิด ได้แก่คำถามที่ถามเรื่องใกล้ตัว พาดพิงกับชีวิตประจำวันของเด็ก นอกจากนั้นการใช้รูปภาพในการถามจะช่วยเร้าความสนใจของเด็กได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **วิธีเขียนตัวเลือก** สิ่งที่มีมักเป็นปัญหาในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ ประการหนึ่งก็คือ การเขียนตัวเลือกของข้อสอบ ส่วนใหญ่มักจะเกี่ยวกับการเขียนตัวเลือกได้ไม่ครบจำนวนที่ต้องการหรือเขียนตัวเลือกได้ไม่พอดี หรือในบางครั้งเกิดความผิดพลาด ขาดความถี่ถ้วน จนทำให้ข้อสอบข้อนั้นไม่มีตัวถูกหรือมีตัวถูกมากกว่าหนึ่งตัว ปัญหาดังกล่าวข้างต้นแก้ไขได้ โดยผู้เขียนจะต้องรู้แนวทางในการคิดหาตัวเลือก ประกอบกับต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วนถึงความเหมาะสมของบรรดาตัวเลือกที่เขียนขึ้น สำหรับหลักและวิธีการเขียนตัวเลือกของข้อสอบแบบเลือกตอบนั้นสามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 **ตัวเลือกต้องมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) โดยเขียนตัวเลือกให้มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้**

1. เป็นเรื่องราวเดียวกันเป็นพวกเดียวกันหรือประเภทเดียวกัน ถ้ากล่าวถึง เรื่องใดก็ให้เป็นเรื่องทำนองนั้นทุกตัว เช่น ถ้าเป็นชื่อก็เป็นชื่อใช้หมด เป็นประโยชน์ก็ต้องเป็นประโยชน์ทั้งหมด ทั้งนี้ให้ยึดตัวถูกเป็นหลักก่อนแล้วจึงเขียนตัวลวงให้สอดคล้องใกล้เคียงกับตัวถูก

2. มีทิศทางเดียวกัน คำถามที่ถามอย่างมีทิศทาง ได้แก่ คำถามที่ถามเกี่ยวกับประโยชน์ คุณค่า ข้อดี (ทิศทางเป็นบวก) หรือโทษ ข้อเสีย จุดอ่อน (ทิศทางเป็นลบ) ถ้าคำถามถามในทางบวกตัวเลือกทุกตัวก็ต้องเป็นในทางบวก ตรงข้ามถ้าถามโทษหรือทางลบก็ต้องเขียนตัวเลือกให้เป็นโทษให้หมด

3. มีโครงสร้างสอดคล้องกัน หมายถึง ตั้งเลือกที่ใช้ควรสอดคล้องหรือรับกับตัวคำถาม ตั้งเลือกเหล่านั้นยังต้องมีแบบฉบับหรือโครงสร้างในลักษณะเดียวกัน ถ้าเป็นคำหรือวลี ก็ต้องเป็นทุกตัวเลือก ถ้าเป็นประโยคก็ควรเป็นประโยคทุกตัวเลือก

2.2 **ให้ตัวเลือกที่เป็นไปได้ (Possible Choice) ตัวเลือกทุกตัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวลวง ควรเขียนให้มีทางเป็นไปได้จริง ไม่ขัดแย้งกับหลักวิชาหรือความจริงโดยทั่วไป นั่นคือ ต้องไม่ใช่ตัวลวงที่ผิดอย่างชัดเจน**

2.3 **หลีกเลี่ยงตัวเลือกแบบปลายปิดปลายเปิด ไม่ว่าจะเป็นตัวเลือกประเภทปลายเปิดเช่น ไม่มีข้อถูก-ผิดทุกข้อ หรือแบบปลายเปิดเช่น ถูกทุกข้อ - ถูกข้อ ก. กับ ข. ไม่ควรใช้เป็นตัวเลือกของข้อสอบแบบเลือกตอบ เพราะมักจะเป็นข้อสอบที่ขาดความเที่ยงตรง กล่าวคือที่เด็กคิดผิด จำผิดอาจตอบถูกและได้คะแนน หรือเด็กเก่งที่คิดได้เร็วมากจะเสียเปรียบ ตัวเลือกประเภทดังกล่าวมักเกิดจากการถามเรื่องราวหรือข้อเท็จจริงที่เป็นไปได้เพียง 2 หรือ 3 ทาง เช่น ลมบกเกิดในเวลาใด? คำตอบก็จะมีกลางวันและกลางคืนเท่านั้น เป็นต้น**

2.4 **เขียนตัวเลือกให้อิสระจากกันพยายามอย่าให้ตัวเลือกใดตัวหนึ่งเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันและอย่างแท้จริง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ใช้ภาษาที่รัดกุมชัดเจน ไม่ควรใช้ถ้อยคำสำนวนที่ขี้คยาว หรือใช้ข้อความซ้ำ ๆ กันในแต่ละเลือก

2.6 ควรเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข ในกรณีที่ตัวเลือกเป็นตัวเลข โดยเฉพาะในทางคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ หรือที่เกี่ยวกับวันเดือนปี ควรเรียงลำดับตัวเลือกจากเลขน้อยไปหามาก ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เด็กสะดวกในการเปรียบเทียบค่าของตัวเลขเหล่านั้น

2.7 ควรใช้ตัวเลือกที่เด็กรู้จักและเข้าใจ นอกจากตัวคำถามจะถามในสิ่งที่ใกล้ตัวเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแล้ว ตัวเลือกที่ใช้ก็เช่นกัน ต้องใช้สิ่งที่เด็กเข้าใจและรู้จัก

2.8 หลีกเลี่ยงการแนะนำคำตอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบที่เด็กสามารถใช้ไหวพริบ หรือใช้เพียงการสังเกตก็สามารถหาคำตอบได้ ทั้งๆ ที่มีความรู้ไม่มากนักทั้งนี้เพราะตัวข้อสอบนั้นชี้แนะคำตอบถูกให้เด็กสังเกตเห็นได้ การแนะนำคำตอบอาจเกิดขึ้นหลายกรณี ซึ่งจะต้องพึงระวังในเรื่องต่อไปนี้

1. อย่าใช้คำถามข้อแรก ๆ แนะนำคำตอบข้อหลัง ๆ หรือข้อหลัง ๆ แนะนำคำตอบข้อแรก ๆ นั่นคือ ข้อสอบนั้นตอบกันเอง
2. อย่าให้ตัวถูกมีคำซ้ำ กับคำถาม
3. อย่าใช้คำขยายไม่เหมาะสม
4. อย่าถามเรื่องที่เด็กคล่องปาก
5. อย่าใช้ตัวเลือกที่สั้นยาวต่างกันมาก โดยปรกติข้อสอบแบบเลือกตอบถ้าเขียนตัวเลือกโดยไม่พิจารณาให้ถี่ถ้วนแล้ว ตัวถูกมักจะยาวกว่าตัวลวง เด็กก็นิยมเดาโดยเลือกตัวเลือที่ยาว จึงเป็นสิ่งที่ควรระวังและพยายามแก้ไขให้ตัวเลือกมีความสั้นยาวพอๆ กัน โดยการตัดคำบางคำที่ไม่จำเป็นออก หรือเพิ่มคำขยายเพื่อปรับให้ยาวพอๆ กัน
6. ควรกระจายตำแหน่งตัวถูก ข้อสอบบางฉบับอาจมีตัวถูกซ้ำๆ ที่กันหรือเวียนกันเป็นตัวถูกอย่างมีระบบ ทำให้เด็กจับเค้าได้ว่า คำตอบข้อต่อไปควรเป็นตัวเลือกใด วิธีการวางตำแหน่งตัวถูกนั้นให้เริ่มด้วยจัดเรียงตัวเลือกของข้อสอบทุกข้อตามความสั้นยาวและตรวจสอบโยกย้ายสลับเปลี่ยนตำแหน่งตัวถูกของบางข้อเพื่อให้ตัวเลือกแต่ละตัวมีจำนวนครั้งที่เป็นตัวถูกเท่าๆ กันเช่นข้อสอบ 50 ข้อ ควรให้ ตัวเลือก ก ข ค ง และ จ เป็นตัวถูกตัวละ 10 ข้อ และต้องไม่เรียงตำแหน่งตัวถูกของข้อเหล่านั้นให้เป็นระเบียบ เช่น ข้อ 1 ถึง ข้อ 10 ตัวเลือก 10 ตัวเลือก ก. ถูก ข้อ 11-20 ตัวเลือก ข. ถูก หรือเวียนตัวถูกเป็น ก-ข-ค-ง-จ สลับกันไป เป็นต้น ควรวางตำแหน่งอย่างสุ่ม ไม่เป็นระบบที่แน่นอนตายตัว

3. **แบบของข้อสอบเลือกตอบ** การเขียนข้อสอบเลือกตอบ นอกจากจะต้องคำนึงถึงคุณภาพของคำตอบ และตัวเลือกแล้ว ยังควรคำนึงถึงแบบ (Style) ของข้อสอบที่ควรเลือกใช้ด้วย เพื่อช่วยให้ข้อสอบมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยพยายามเลือกใช้แบบที่เห็นว่าเหมาะสมกับเนื้อหาหรือเรื่องราวที่ต้องการถาม แบบของข้อสอบเลือกตอบที่นิยมใช้กันมากมีอยู่ 3 แบบ คือ

1. แบบคำถามเดียว (Single Question) เป็นแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากเป็นแบบที่แต่ละข้อมีคำถามและตัวเลือกสมบูรณ์ในข้อนั้น ๆ เมื่อขึ้นข้อใหม่ก็มีคำถามและตัวเลือกใหม่ และการตอบในแต่ละข้อๆ เป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องกัน

2. แบบตัวเลือกคงที่ (Constant Choice) เป็นแบบที่นิยมใช้กับคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องราวที่มีองค์ประกอบหลายๆ อย่าง หรือสามารถแบ่งแยกออกเป็นประเภทต่างๆ ได้หลายประเภทได้โดยใช้วิธีการกำหนดตัวเลือกขึ้นมาชุดหนึ่งที่เป็นเรื่องราวเดียวกัน หรือเป็นรายละเอียดของสิ่งเดียวกันแล้วให้ใช้ตัวเลือกดังกล่าวสำหรับตอบคำถามหลาย ๆ ข้อ หรือกล่าวได้ว่า ข้อสอบแบบตัวเลือกคงที่เป็นแบบที่ข้อคำถามหลายข้อใช้ตัวเลือกชุดเดียวกันการใช้ข้อสอบแบบนี้ควรมีคำชี้แจงเพื่อบอกให้เด็กรู้ว่าตัวเลือกเหล่านั้นจะใช้ตอบคำถามข้อใดถึงข้อใด

3. แบบสถานการณ์ (Situational Test) เป็นแบบของข้อสอบที่ใช้วิธีการกำหนดข้อความภาพตาราง ให้เด็กอ่านหรือพิจารณาดูก่อน แล้วตั้งคำถามเกี่ยวกับข้อความหรือภาพ หรือตารางที่กำหนดให้ นั้น ข้อสอบประเภทนี้ถือว่าเป็นข้อสอบที่ออกยากกว่าแบบอื่น แต่มักมีคุณภาพดีกว่า

การเขียนข้อสอบให้มีคุณภาพนั้น จะต้องเขียนคำถามให้ชัดเจน จนเกิดความเป็นปรนัย ต้องหาแง่มุมในการถามที่เหมาะสม และถ้าเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบก็จำเป็นต้องเขียนตัวเลือกที่เหมาะสม เช่น มีความสอดคล้องกับคำถาม เป็นตัวเลือกที่เป็นเอกพจน์รู้กัน และมีโอกาสเป็นไปได้ ไม่ขัดแย้งกับความจริงหรือหลักวิชา นอกจากนั้นการเขียนข้อสอบที่ดีนั้น ต้องพยายามเลือกใช้แบบ (Style) ของข้อสอบให้เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาที่จะถามอีกด้วย

จุดประสงค์ทางการศึกษาทั่วไปที่มีผลต่อการเรียนการสอนและการสอบวัดมากที่สุด คือ จุดประสงค์ทางการศึกษา (Taxonomy of Education Objectives) ของกลุ่มบลูมและคณะ ซึ่งแบ่งจุดประสงค์ด้านใหญ่ ๆ ไว้ 3 ด้าน คือ ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ด้านความรู้สึก (Affective Domain) และด้านกลไก (Psychomotor Domain) (อ้างใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 41)

วัตถุประสงค์ด้านสติปัญญาหรือพุทธิพิสัย แบ่งได้เป็น 6 ระดับดังนี้

1. **ความรู้ (Knowledge)** เป็นความสามารถในการระลึกนึกออกสิ่งใดที่ได้เรียนรู้มาแล้ว คือความจำนั่นเอง ยังแบ่งย่อยอีกตามลำดับดังนี้

1.1 **ความรู้ด้านเนื้อหา (Knowledge of Specific)** เป็นความสามารถในการจดจำเนื้อหาของสิ่งที่เรียนหรือประสบพบมา แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนลิขสิทธิ์ของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒราชบุรี หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง และขอสงวนสิทธิ์ในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) ความรู้ความจำด้านนี้เป็นสัญลักษณ์ ศัพท์ นิยาม ที่ตกลงกันไว้เพื่อใช้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อเป็นความหมายที่สะดวก

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับความจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถในการจดจำสิ่งที่เป็นความจริงที่เรารู้มา ความจริงในที่นี้เป็นลักษณะ วันที่ เดือนปี สถานที่ บุคคล เหตุการณ์ ฯลฯ ที่เกิดขึ้นเป็นความจริงมาแล้ว

1.2 ความรู้ที่เกี่ยวกับวิธีดำเนินการในเนื้อหา (Knowledge of Ways and Means of Dealing with Specifics) ความสามารถด้านนี้เป็นความจำในด้านวิธีการจัดระบบ จัดการศึกษาพิจารณาวิพากษ์วิจารณ์ รวมทั้งวิธีแสวงหาความรู้และลำดับขั้นของเวลา แบ่งย่อยออกเป็น ดังนี้

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบประเพณี (Knowledge of Conventions) เป็นความสามารถในการจดจำประเพณี วัฒนธรรม ธรรมเนียม หรือการกระทำที่เป็นนิสัยยึดถือกันในกลุ่ม หรือในเนื้อหาวิชานั้น ๆ

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับ (Knowledge of Trends and Sequences) เป็นความสามารถในการจำเพื่อหาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกทางแนวโน้ม และลำดับขั้นตอนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท (Knowledge of Classification and Categories) เป็นความจำในเรื่องจัดประเภท กลุ่มชุดของความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เรารู้มาแล้ว

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Knowledge of Criteria) หมายถึง ความจำเกณฑ์ต่างๆ ในการเกิดหลักการ มโนภาพ ความคิดเห็น และอื่น ๆ

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of Methodology) เป็นลักษณะการจำวิธีการในการค้นหาความรู้ จำเทคนิค และกระบวนการต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว

1.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Knowledge of the Universals and Abstractions in a Field) ความจำแบบนี้เป็นความจำขั้นสูงขึ้นไป แบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและขยายนัยทั่วไป (Knowledge of Principles and Generalizations) เมื่อสอนหลักวิชาและการขยายนัยทั่วไปในหลักวิชานั้นๆ แล้ว จุดประสงค์นี้ต้องการจะทำสิ่งนั้น ๆ ให้ได้

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Knowledge of Theories and Structures) ระดับนี้จุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจำทฤษฎี และ โครงสร้างของสิ่งที่เรียนมาแล้วให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความจากสื่อความหมายต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นแบ่งส่วนย่อยออก 3 อย่างคือ

2.1 การแปลความ (Translation) เป็นความสามารถในการถ่ายทอดความหมายจากภาษาระดับหนึ่งมาเป็นอีกระดับหนึ่งให้เข้าใจกันง่ายขึ้น

2.2 การตีความ (Interpretation) หมายถึง ความสามารถในการสรุปการแปลความ มองภาพรวมมาเป็นใจความสั้น ๆ อย่างได้ความ

2.3 การขยายความ (Extrapolation) เป็นความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนข้อเท็จจริงล่วงหน้าโดยอาศัยแนวโน้มที่มีมาแล้ว

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องรวมหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 อย่างคือ

4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่เป็นอย่างนั้นอะไรสำคัญ หรือจำเป็น หรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เป็นการหาความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องของส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหานั้น เพื่อนำมาอุปมาอุปไมย

4.3 วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวที่ว่ายึดหลักการใด มีเทคนิค หรือยึดคติใด

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมส่วนย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เป็นสิ่งใหม่อีกรูปหนึ่ง มีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ แปรลกแตกต่างไปจากของเดิมแบ่งย่อยออกเป็น 3 อย่าง

5.1 สังเคราะห์ข้อความ (Production of Unique Communication) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ข้อความโดยสื่อหรือโดยการพูด การเขียน การวิพากษ์วิจารณ์ หาข้อยุติบางประการ

5.2 สังเคราะห์แผนงาน (Production of Plans and Proposed Set of Operations) เป็นความสามารถด้านการวางแผนหรือการจัดกระทำการออกแบบหรือการกระทำในลักษณะเดียวกันนี้

5.3 สังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of a Set of Abstract Relation) เป็นความสามารถในการนำนามธรรมย่อย ๆ มาสัมพันธ์เกิดเป็นทฤษฎี สมมุติฐาน สูตร หรือกฎขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การประเมิน (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินลงสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิด เพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดให้ แบ่งย่อยออกเป็น 2 อย่าง

6.1 ประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน (Judgment in Terms of Internal Criteria) การประเมินแบบนี้พิจารณา ความถูกต้อง สมเหตุสมผล ความสอดคล้อง โดยอาศัยเกณฑ์ภายในของสิ่งนั้นเป็นสำคัญ

6.2 ประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก (Judgment in Terms of External Criteria) การประเมินแบบนี้อาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานจากภายนอกเอาไว้เปรียบเทียบกับเกณฑ์เหล่านี้ อาจเป็นเกณฑ์ที่สังคมหรือระเบียบประเพณีกำหนดไว้ก็ได้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 งานวิจัยในประเทศ

นับตั้งแต่คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาท และเป็นที่ยอมรับกันในวงการศึกษ ในรูปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักการศึกษา นักวิชาการ ตลอดจนนักเทคโนโลยีทางการศึกษา ได้ให้ความสนใจต่อการศึกษาค้นคว้า วิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างกว้างขวาง โดยมุ่งศึกษาค้นคว้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ วิธีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริงดังเช่นงานวิจัยดังต่อไปนี้

ปิยนุช พรหมศิลา (2547 : 47) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏราชนครินทร์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี (หลังอนุปริญญา) โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏราชนครินทร์ จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.0/80.5 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ทิพย์เกสร บุญอ่ำไพ (2540 : 290) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการสอนเสริมทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช พบว่า

1) ระบบการสอนเสริมทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต (DTSI Plan) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 6 องค์ประกอบ ซึ่งจัดเป็น 6 ขั้นตอนได้แก่ (1) การวิเคราะห์สถานการณ์ (2) การออกแบบการเรียนการสอน (3) การผลิตชุดการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต (4) การทดสอบประสิทธิภาพ (5) การดำเนินการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต และ (6) การประเมินและปรับปรุง ระบบการสอนเสริมทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ของเอกสารนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา และทางระบบการศึกษาทางไกล เห็นว่าอยู่ในเกณฑ์ “เหมาะสมมาก”

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนเสริมทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนเสริมโดยวิธีเผชิญหน้าไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05

3) ความคิดเห็นของนักศึกษาที่เรียนจากการสอนเสริมทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต อยู่ในเกณฑ์ “เห็นด้วยมาก”

นฤมล เรืองรัตน์ (2548 : 111) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี เรื่องธรรมชาติของเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจงมา 1 ห้องเรียน แล้วทำการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับสลากจำนวน 30 คน โดยแบบทดสอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีจำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.60 และค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.87 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ 83.43/82.33 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ธนาวุฒิ ประกอบผล (2547 : 58 - 59) การได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน วิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบตัวเลขและโครงสร้างคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับสลาก โดยแบบทดสอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีจำนวน 20 ข้อ มีความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.90 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.06 - 0.46 และค่าความเชื่อมั่น 0.83 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนมีค่าเท่ากับ 81.89/88.75

นวรรณ์ ลิมาภีรักษ์ (2548 : 78) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เรื่องเครือข่ายระยะไกล สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 ปีการศึกษา 2548 สาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์ จำนวน 20 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับสลาก โดยแบบทดสอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีจำนวน 20 ข้อ มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.65 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.1 - 0.6 และค่าความเชื่อมั่น 0.66 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียน มีค่าเท่ากับ 82.21/80.75

ธนันต์ชัย บันเทิงจิตร (2548 : 78) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ต สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์ จำนวน 20 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีการจับสลาก โดยแบบทดสอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีจำนวน 20 ข้อมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.85 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.80 และค่าความเชื่อมั่น 0.81 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียน มีค่าเท่ากับ 83.50/82.25

2.9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Wright (1984 : 1063 A) ได้ทำการวิจัยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม กลุ่มแรกด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมใช้การเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

Mohaiadin (1996 : 180 - A) ศึกษากลุ่มนักศึกษามาเลเซีย ซึ่งศึกษาต่อในประเทศพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้อินเทอร์เน็ตทันที หลังจากได้ลงทะเบียนเรียนในมหาวิทยาลัยที่ตนกำลังศึกษาอยู่ และเห็นพ้องต้องกันว่าควรจัดให้มีการสอนอินเทอร์เน็ตในทุกๆ มหาวิทยาลัยของมาเลเซีย ทั้งนี้ นักศึกษาชายจะมีทักษะและความถี่ในการใช้อินเทอร์เน็ตสูงกว่านักศึกษาหญิง โดยวัตถุประสงค์ในการเข้าไปใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับนักศึกษาที่มีอายุน้อยนั้น เพื่อติดต่อสื่อสารถึงกันมากกว่าจะใช้เพื่อการศึกษาส่วนบริการบนอินเทอร์เน็ตที่นักศึกษาใช้บ่อยและมากที่สุด คือ E-mail นอกจากนี้ยังพบว่าทักษะและประสบการณ์ด้านคอมพิวเตอร์จะมีความสัมพันธ์กับความถี่และความสามารถทางการใช้อินเทอร์เน็ต กล่าวคือ นักศึกษาที่มีทักษะและประสบการณ์ทางคอมพิวเตอร์สูงมีแนวโน้มที่จะสามารถใช้อินเทอร์เน็ตและความถี่ในการใช้สูง ส่วนผลประโยชน์การเข้ากันได้ ความซับซ้อนความสามารถในการทดลอง ความน่าสนใจ และประสิทธิภาพในการโต้ตอบ จะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้อินเทอร์เน็ต

Smith (1996 : 1487 - A) ได้ออกแบบและศึกษาวิธีการจัดหลักสูตรการศึกษาทางไกลเพื่ออินเทอร์เน็ตให้กับผู้เริ่มต้นเรียนอินเทอร์เน็ต โดยสอนพื้นฐานการใช้และครอบคลุมไปถึงบริการหลัก 3 ประเภทอินเทอร์เน็ต คือ E-mail , FTP และ Telnet ใช้ E-mail เป็นสื่อกลางในการจัดการเรียนการสอนให้กับกลุ่มผู้เข้าร่วมโครงการ และใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลางในการจัดประชุมห้องเรียนสำหรับการประเมินผลใช้ข้อมูลที่ได้รับเกี่ยวกับสื่อที่จำเป็นต้องปรับปรุงในหลักสูตร โดยพบว่า การจัดหลักสูตรการศึกษาทางไกลจะต้องคำนึงถึงจำนวนผู้เข้าร่วมโครงการที่มาจากต่างวัฒนธรรมและต่างภูมิประเทศด้วย

Rowland (1986 : 780 - A) ได้ทำการพัฒนารูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและรูปแบบของการเรียนที่มีต่อความเข้าใจในความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัย วิชาเอกประถมศึกษา จำนวน 39 คน ทำการทดลองสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์กับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้สอน จากนั้นจึงทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการนำไปใช้ ผลการเรียนรู้พบว่ากลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสอนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ และพบว่าการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหมาะสำหรับผู้ที่มีแรงจูงใจ

Brown (1998 : 1 – 14) ได้ทำการศึกษาผลของโครงสร้างข้อมูลในเว็ลด์ไวด์เว็บกับการระลึก (Recall) ข้อมูลของผู้เรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าบทเรียนที่มีเส้นทางการสืบค้นแบบเส้นตรง (Linear) ส่งผลที่ดีที่สุดในการระลึกข้อมูลของผู้เรียน

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ทำให้ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนที่สร้างขึ้นมา เป็นสิ่งที่ดี เป็นสื่อทางการศึกษาที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มาก ผู้สร้างและผู้พัฒนาบทเรียนจะต้องออกแบบให้เหมาะกับลักษณะเนื้อหาวิชา วย และธรรมชาติของนักศึกษาสาขาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ในบทเรียนต้องมีสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ โดยการผสมผสานมัลติมีเดีย ภาพ เสียง ให้ตัวอย่างที่เข้าใจง่ายเพราะนักศึกษาต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง นักศึกษาสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้ในหลายลักษณะ ก่อให้เกิดประสบการณ์ สามารถเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยเสนอรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ที่ผ่านการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น จำนวน 100 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ที่ผ่านการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น โดยใช้ผลการสอบวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ กลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 เป็นชั้นภูมิ และทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีรายละเอียดดังนี้

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| คะแนนที่ได้ ตั้งแต่ 70 % ขึ้นไป | เป็นนักศึกษาในกลุ่มเก่ง |
| คะแนนที่ได้ ระหว่าง 50 – 69 % | เป็นนักศึกษาในกลุ่มปานกลาง |
| คะแนนที่ได้ น้อยกว่า 50 % | เป็นนักศึกษาในกลุ่มอ่อน |

นำจำนวนนักศึกษาที่เป็นประชากรที่แบ่งตามชั้นภูมิมาทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling – SRS) โดยวิธีการจับสลากตามสัดส่วนนักศึกษาเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่อง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่อง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

3.2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2.1 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน

ในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ พรเทพ เมืองแมน (2544 : 46) มาเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาบทเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน

ผู้วิจัย ได้ดำเนินการเพื่อการผลิตบทเรียนดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการ รวมทั้งวิธีการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน จากตำรา เอกสาร งานวิจัย และเว็บไซต์ต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน โดยได้ทำการศึกษาในเรื่องต่างๆ คือ

1.1 ศึกษาหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงแผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น และศึกษาคำอธิบายรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 3105 – 2004

1.2 ศึกษาโปรแกรม HTML และ PHP ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนนี้รวมถึงโปรแกรม PHOTOSHOP ที่ช่วยสร้างภาพ ตกแต่งภาพ โปรแกรม FLASH สร้าง Animation โปรแกรม MYSQL ทำงานด้านการจัดการฐานข้อมูล

1.3 ศึกษาระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Operating System) เป็นระบบปฏิบัติการที่ใช้เก็บเว็บและฐานข้อมูลเพื่อใช้แสดงผล

1.4 ศึกษาเนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนจากวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ศึกษาเทคนิคในการเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งนำมาใช้เป็นแนวทางการออกแบบบทเรียน ในเรื่องรูปแบบของขนาดตัวอักษร ผู้วิจัยใช้ตัวอักษรไม่เล็กเกินไป อ่านง่าย เลือกใช้สีที่ชัดเจนระหว่างพื้นหลังกับตัวอักษร เช่น พื้นหลังสีฟ้าตัวอักษรสีขาว

2. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อทบทวนเพื่อให้สอดคล้องกับแผนการเรียน การสอนเนื้อหาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แนะนำให้รู้จักเซนเซอร์

1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของ เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่

1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่ ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่ ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เซนเซอร์ตรวจวัดแรงกระทำทางกล

1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกระทำทางกลได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกระทำทางกลได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และระดับของเหลว

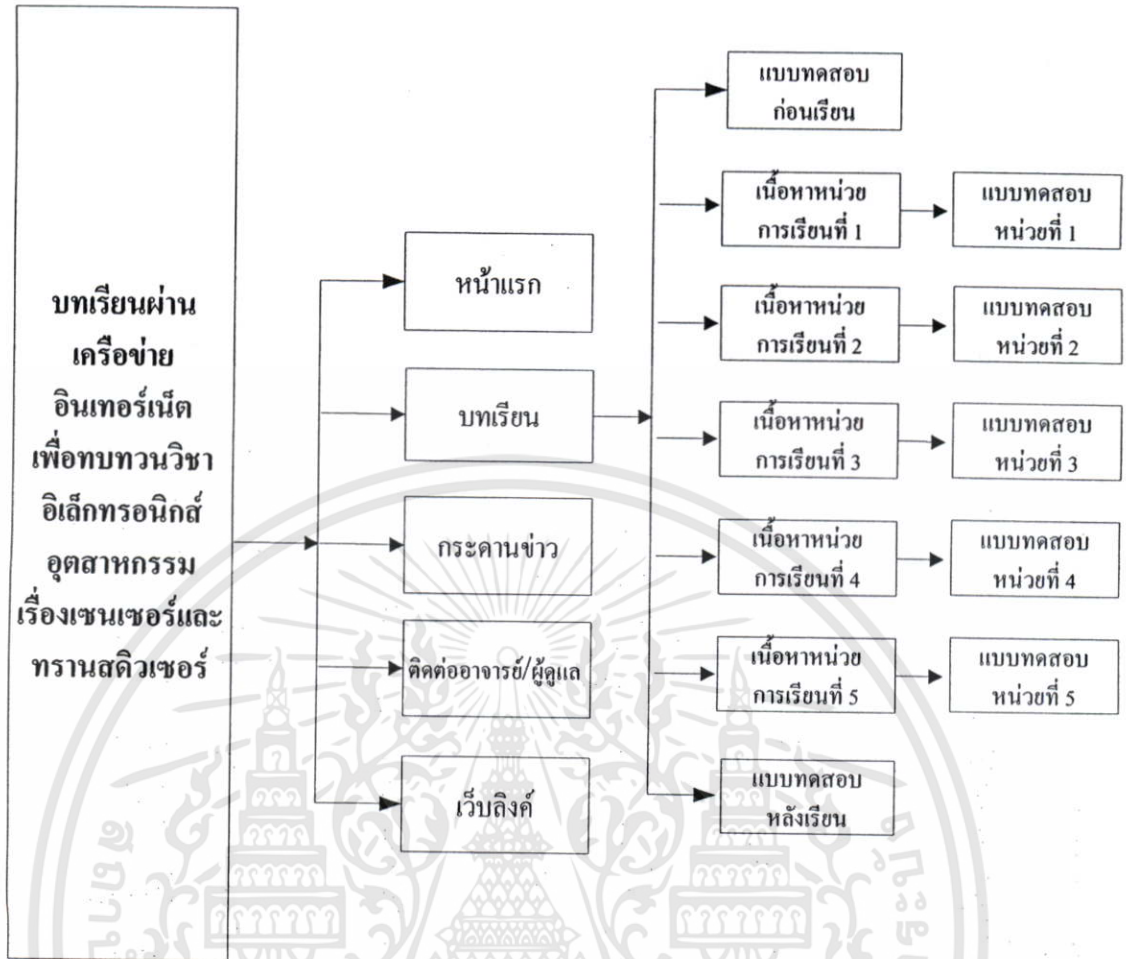
1. อธิบายความหมายของเซนเซอร์ตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และระดับของเหลวได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และระดับของเหลวได้

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบบทเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อทบทวน โดยออกแบบผังงาน (Flowchart) ของบทเรียน

ผู้วิจัยได้วางรูปแบบแผนผังโปรแกรมของเมนู เพื่อให้เห็นรูปแบบการทำงานทั้งหมดของการเข้าถึงบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อทบทวน ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน

การออกแบบผังงาน (Flowchart) ของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ผู้วิจัยได้แบ่งรูปแบบบทเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 หน้าแรก

ในหน้าแรกสามารถเข้าสู่การทำงานได้ทั้งหมด 5 เมนู โดยผู้วิจัยได้เรียงลำดับความสำคัญ ของเมนูไว้ จากบนลงล่างซึ่งประกอบด้วยเมนูดังนี้ เมนู หน้าแรก เมนูบทเรียน เมนูกระดานข่าว เมนูติดต่ออาจารย์/ผู้ดูแล และเมนูเว็บไซต์ ในแต่ละเมนูมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 หน้าแรก เป็นหน้าที่ประกอบด้วยภาพกราฟิกเกี่ยวกับบทเรียนเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

1.1.2 บทเรียน เป็นหน้าที่ประกอบด้วยหน่วยการเรียน 5 หน่วยพร้อมทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายละเอียดในเมนูบทเรียนผู้วิจัยจะกล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.3 กระดานข่าว เป็นหน้าที่รวบรวมการสนทนาของผู้เรียนหรือให้ผู้เรียนสามารถตั้งคำถามเมื่อมีข้อสงสัยในการเรียนการสอนสามารถฝากคำถามไว้เพื่อให้ผู้สอนหรือผู้ที่มีความรู้ความสามารถ เข้ามาตอบคำถามได้ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้เรียนด้วยตนเองได้แสดงรูปที่ 3.4

1.1.4 ติดต่ออาจารย์/ผู้ดูแล เป็นหน้าที่ผู้เรียนสามารถติดต่ออาจารย์ / ผู้ดูแล เป็นกรส่วนตัวด้วยวิธีการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

1.1.5 เว็บลิงค์ เป็นหน้าที่ลิงค์วิชาที่เกี่ยวข้องกับวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

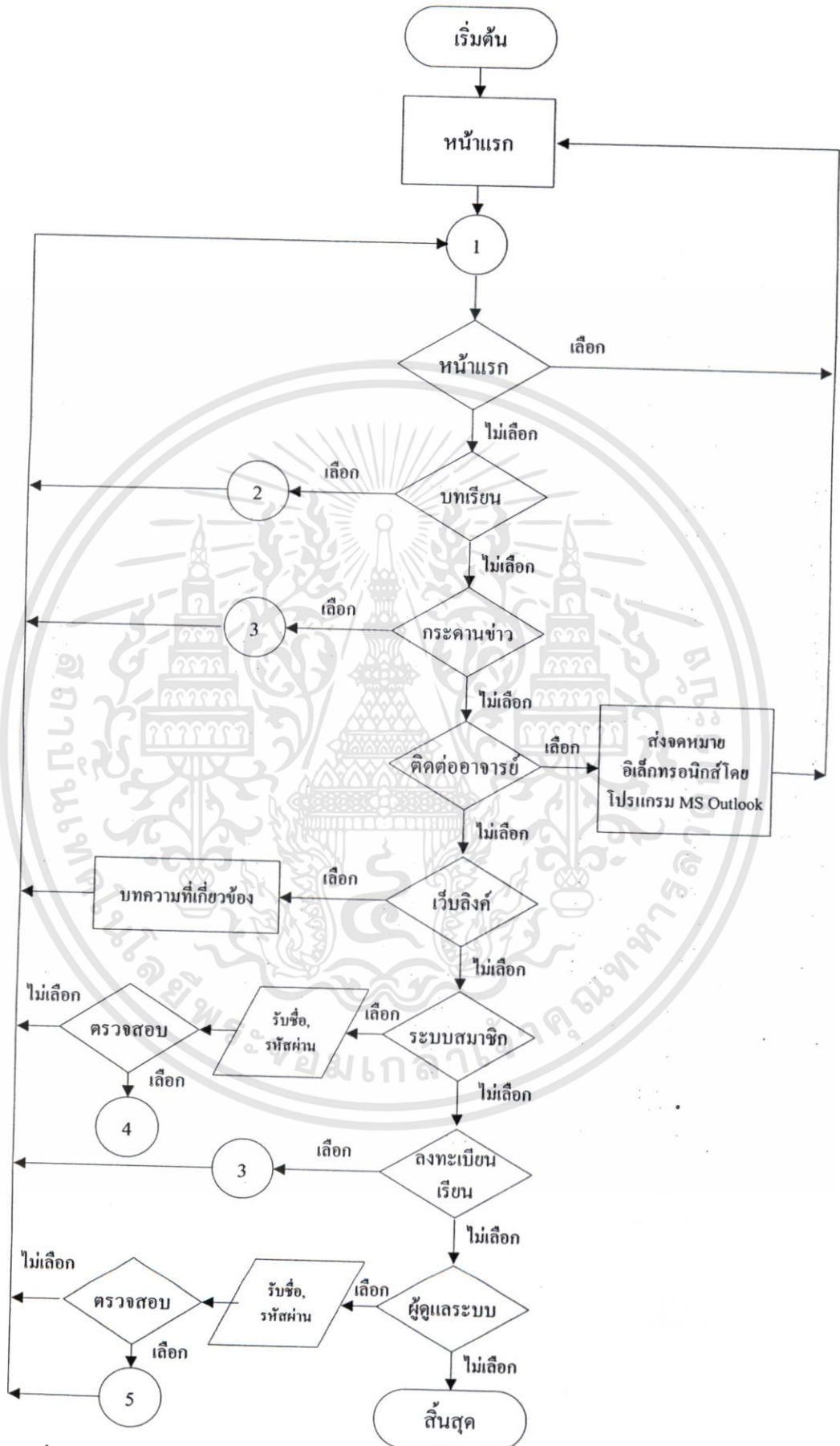
จากเมนูของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถเขียนแผนผังการทำงานได้ในรูปที่ 3.2

1.2 หน้าบทเรียน

เมื่อผู้เรียนกดที่เมนูบทเรียน ผู้เรียนต้องสมัครเป็นสมาชิกรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ก่อน แล้วผู้เรียนจะพบเมนูย่อยและหน้าที่แสดงชื่อหน่วยการเรียนต่างๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาในแต่ละหน่วยการเรียนด้านซ้ายมือ ซึ่งปรากฏเมนูย่อยเป็นชื่อในแต่ละหน่วยการเรียน ซึ่งปรากฏเฉพาะในส่วนที่ผู้เรียนเลือกเมนูบทเรียนเท่านั้นหรือผู้เรียนสามารถเลือกจากหน้าที่มีไว้แสดงเนื้อหาซึ่งขณะนี้ได้กลายเป็นเมนูให้ผู้เรียนมีสิทธิ์เลือกได้เช่นกันในหน่วยการเรียนในแต่ละหน่วยแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อหา และส่วนที่เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

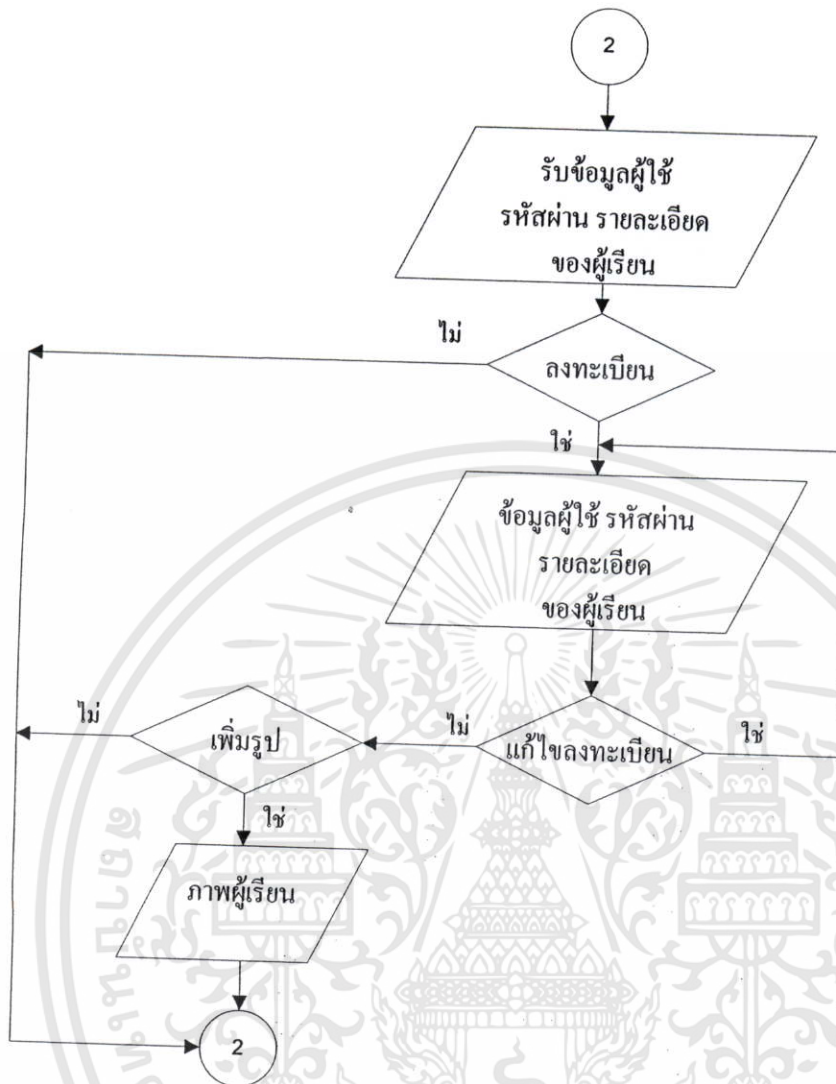
1.2.1 ส่วนเนื้อหาเมื่อผู้เรียนเข้ามาในส่วนที่เป็นเนื้อหาแล้วผู้เรียนจะเห็นเนื้อหาในหน่วยการเรียนที่ผู้เรียนได้เลือกศึกษาซึ่งเป็นเนื้อหาพร้อมภาพประกอบ ผู้เรียนสามารถเลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษาได้จากเมนูย่อยด้านบนของหน้าเนื้อหาในหน่วยเรียนนั้นผู้เรียนสามารถเรียกหัวข้อที่จะศึกษาในหน่วยการเรียนได้ตามความสนใจได้ทุกขณะโดยกดเลือกที่ชื่อหัวข้อนั้น

1.2.2 แบบทดสอบระหว่างเรียน เป็นส่วนแบบทดสอบหลังจากผู้เรียนได้ศึกษาส่วนของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนเรียบร้อยแล้ว เมื่อทำแบบทดสอบการเรียน โปรแกรมจะจัดเก็บคะแนนลงฐานข้อมูลเพื่อเก็บผลคะแนนไว้



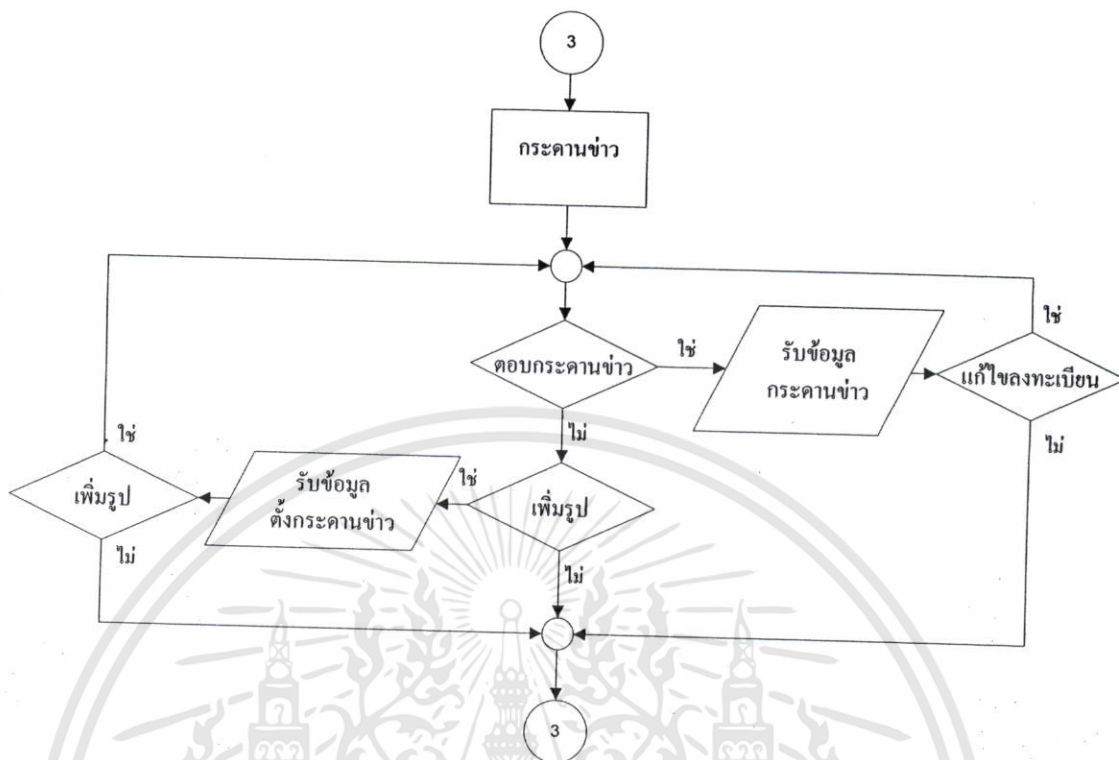
รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังการทำงานของเมนูต่างๆในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ผ่านการคำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



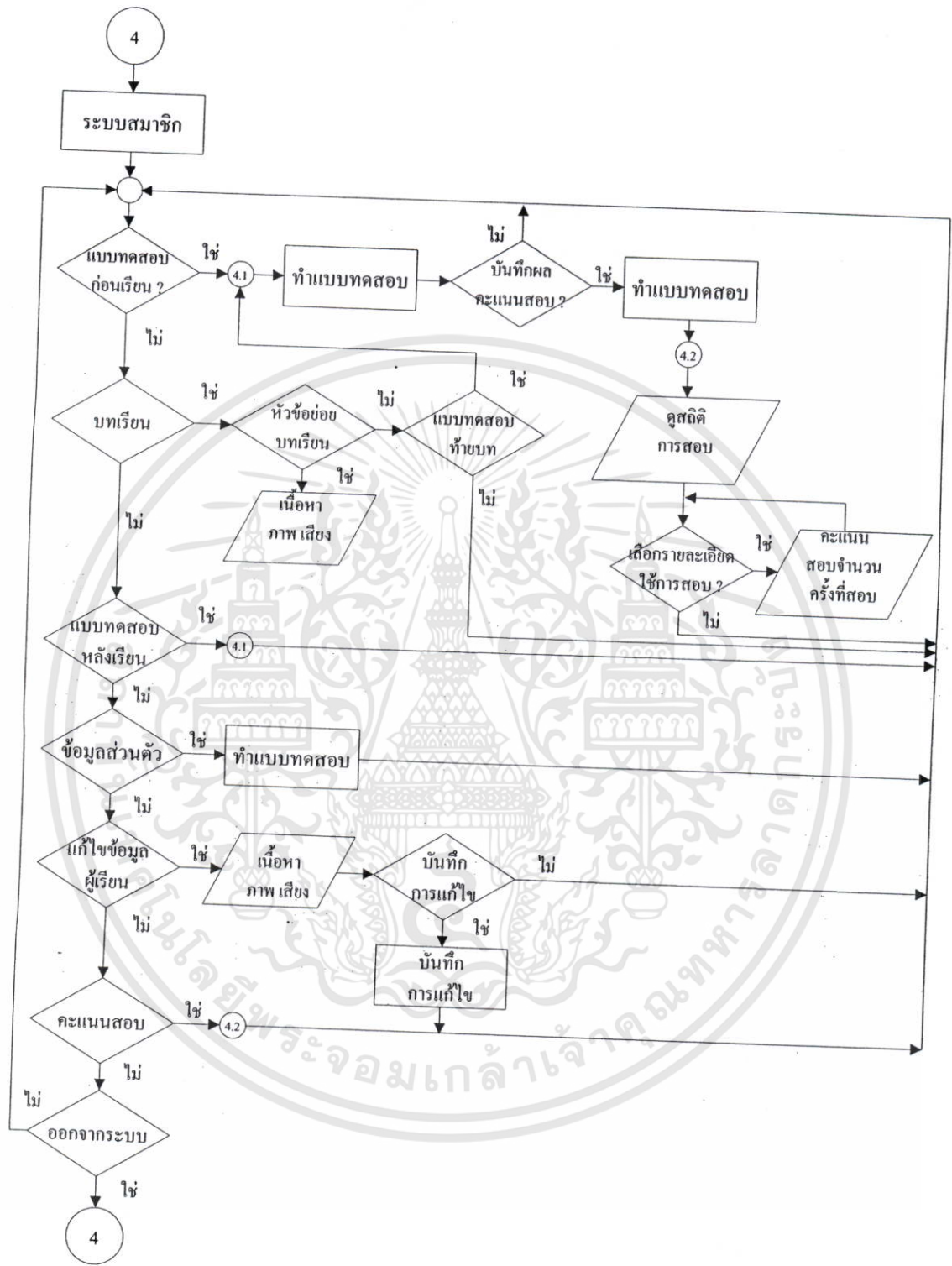
รูปที่ 3.3 แสดงแผนผังการทำงานระบบการลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



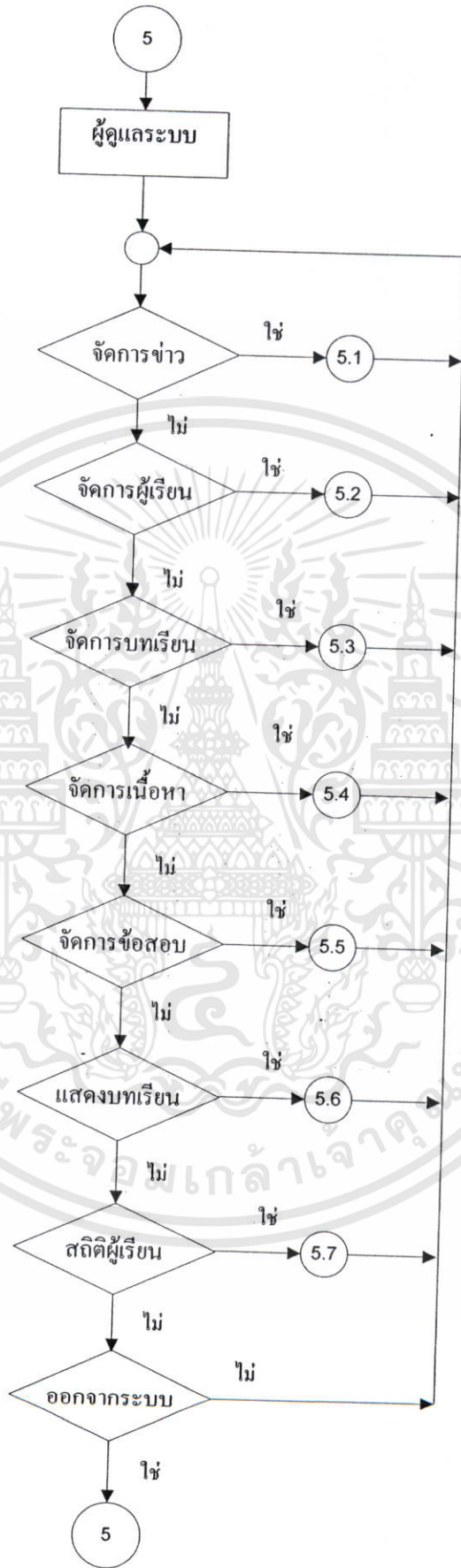
รูปที่ 3.4 แสดงแผนผังการทำงานภายในเมนูกระดานข่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



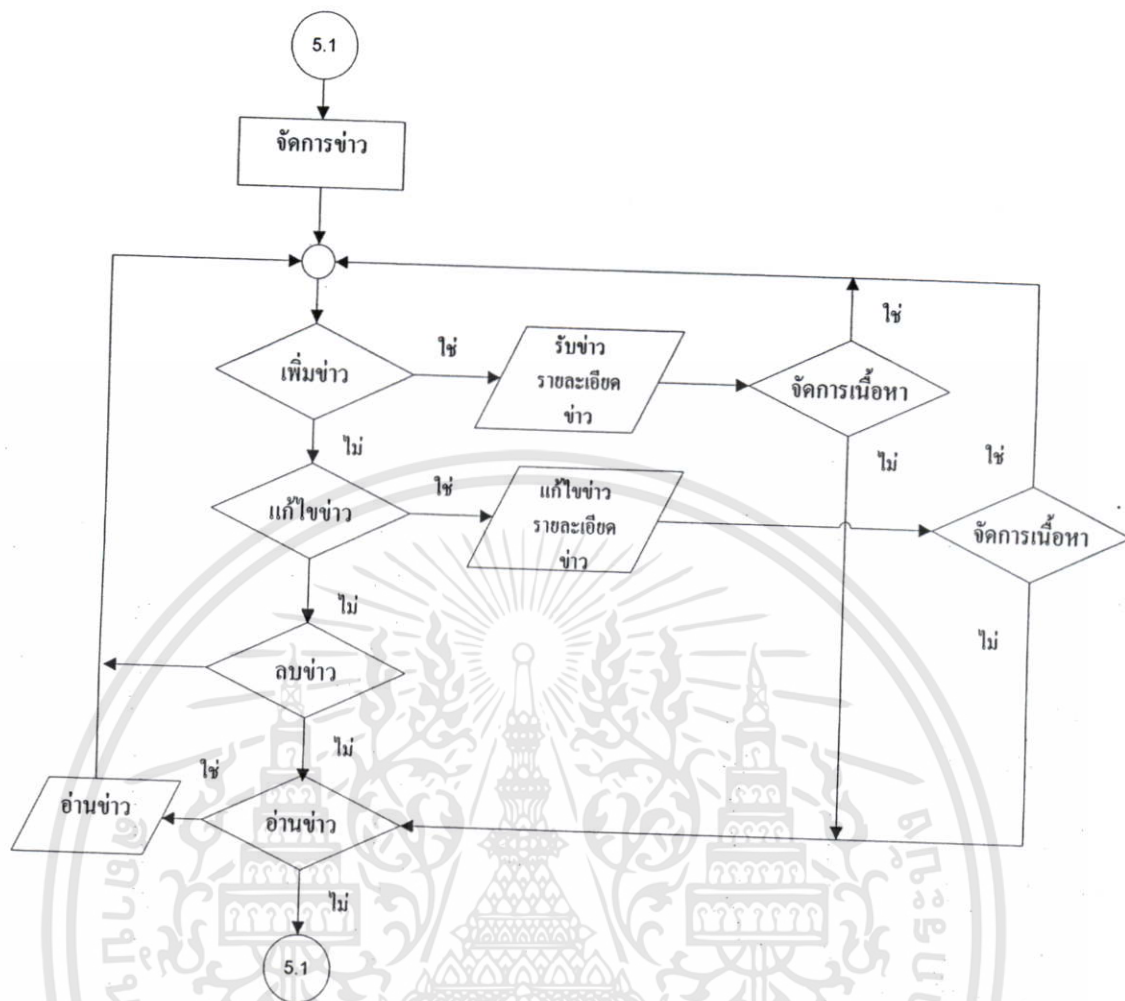
รูปที่ 3.5 แสดงแผนผังการทำงานของระบบสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



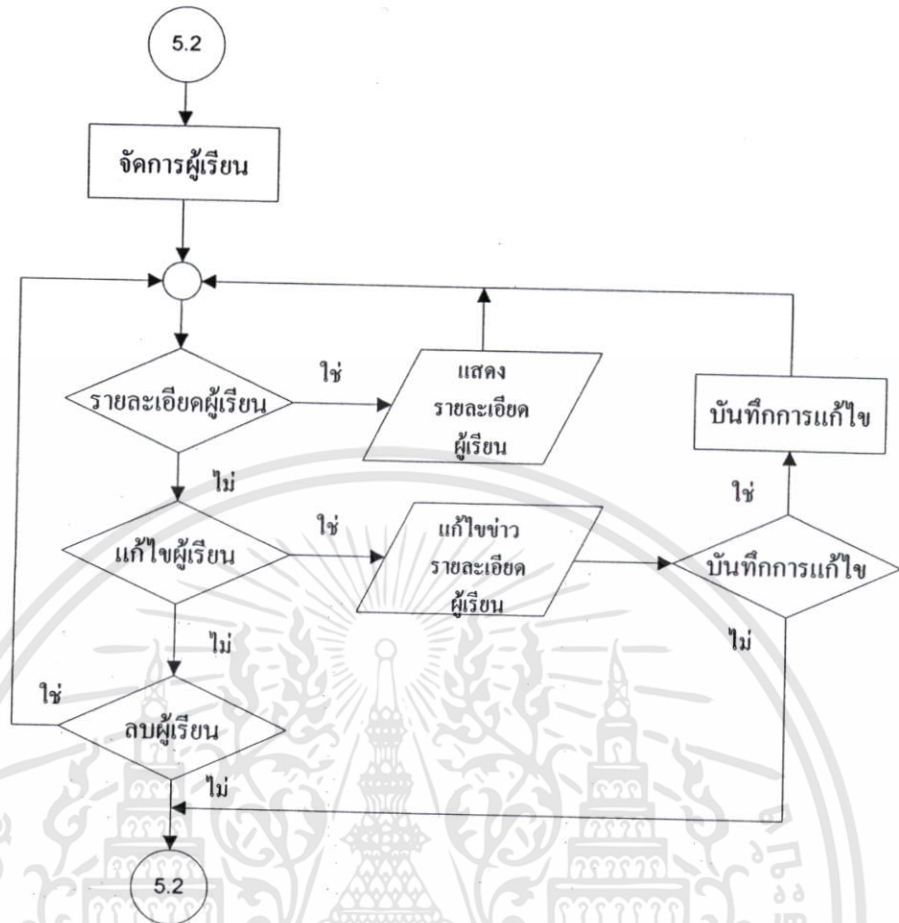
รูปที่ 3.6 แสดงแผนผังการทำงานผู้ดูแลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



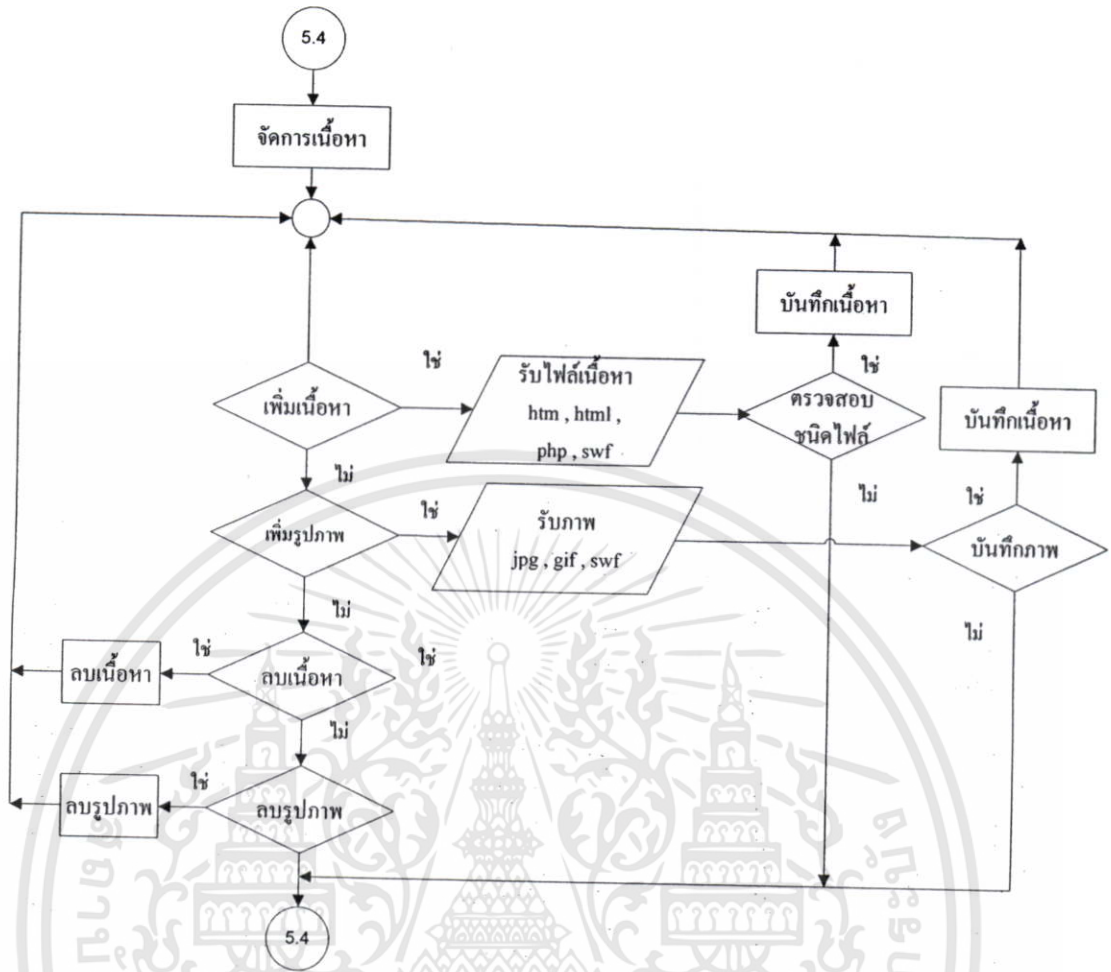
รูปที่ 3.7 แสดงแผนผังการทำงานจัดการข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



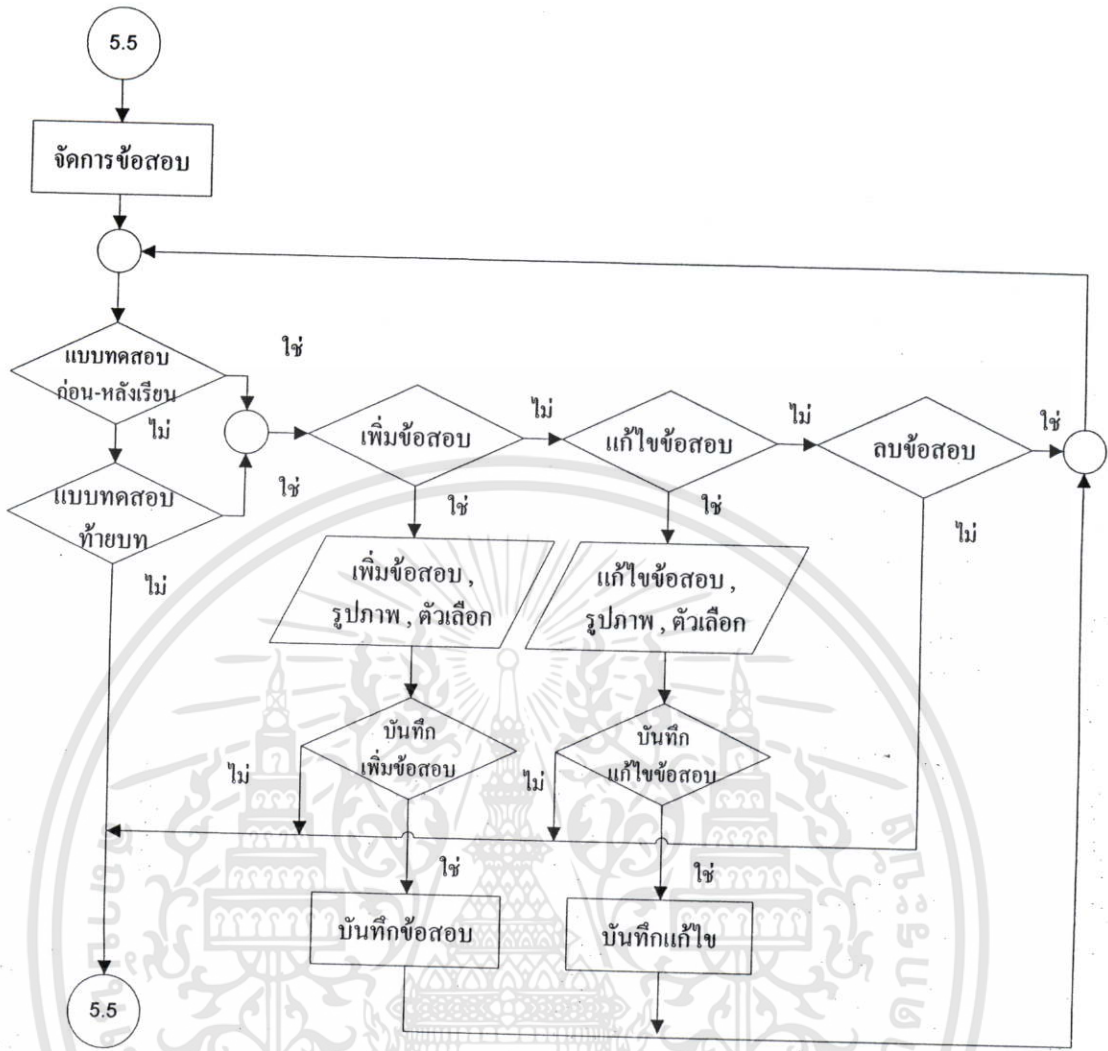
รูปที่ 3.8 แสดงแผนผังการทำงานจัดผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

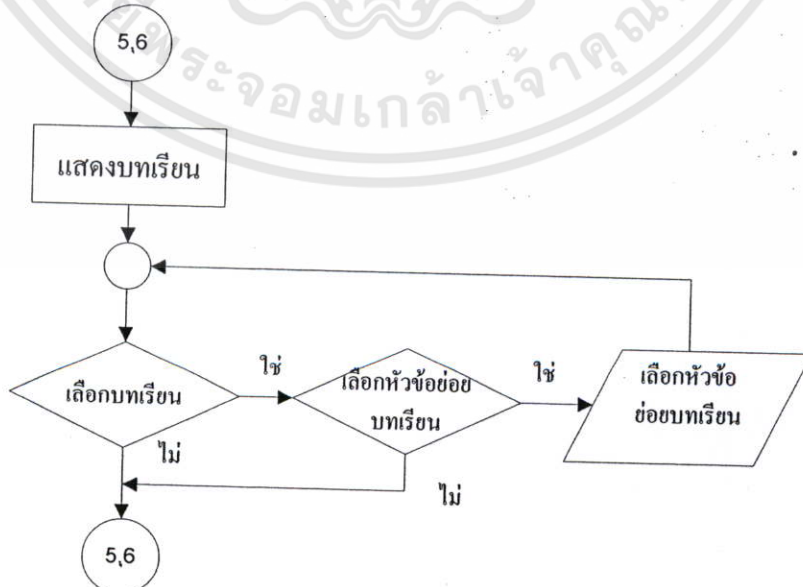


รูปที่ 3.10 แสดงแผนผังการทำงานจัดเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

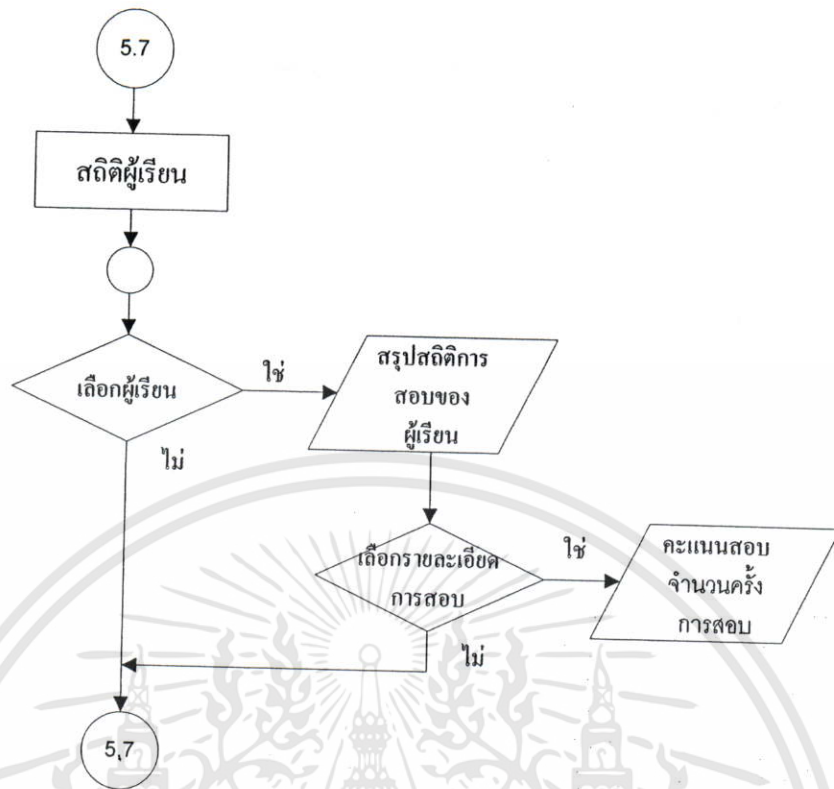


รูปที่ 3.11 แสดงแผนผังการทำงานจัดข้อสอบ



รูปที่ 3.12 แสดงแผนผังการทำงานจัดแสดงบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโครงการเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงแผนผังการทำงานจัดแสดงสถิติผู้เรียน

การตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหา ผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ ด้วยตัวของผู้วิจัยเองหลายครั้ง ประกอบกับได้ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม นำมาปรับปรุงครั้งนี้ มีการตัดประเด็นหัวข้อบางหัวข้อที่ไม่เหมาะสมสำหรับการทำเป็นเนื้อหาเพื่อทบทวน และบางหัวข้อมีเนื้อหารายละเอียดมากจึงไม่เหมาะที่นำมาเป็นเนื้อหาเพื่อทบทวน ผู้วิจัยทำการแก้ไขข้อความและเปลี่ยนแปลงข้อความบางส่วนของเนื้อหาให้กระชับเข้าใจง่าย

หลังจากนั้นมีการแก้ไขการจัดเรียงลำดับความสำคัญของหัวข้อย่อยเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาได้ครบองค์ประกอบของบทเรียน โดยเรียงลำดับความสำคัญจากง่ายไปหายาก เนื่องจากผู้วิจัยได้รวบรวมเนื้อหาประเด็นหัวข้อสำคัญจากหนังสือหลายเล่มเพื่อให้เกิดความถูกต้องที่สุด ดังนั้นจะต้องเรียบเรียงคำพูด ข้อความให้เหมาะสมและเป็นภาษาที่เน้นในทิศทางเดียวกันเพื่อให้ข้อความเป็นรูปแบบเดียวกันทั้งบทเรียน

2. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา โดยการนำต้นร่างเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดวาง หาช้อบกรร่งเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสม โดยรายนามผู้ทรงคุณวุฒิมี่ดังนี้

1. รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์สาคร แถวโนนจิว อาจารย์แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
3. อาจารย์สมชาย คุณสมบัติ อาจารย์แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

เนื้อหาทั้งหมดได้ผ่านการตรวจสอบและประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการประเมินพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ด้านเนื้อหาโดยภาพรวม อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.07$) ในรายช้อมีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.67 - 4.33 ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก และหลังจากผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินและให้คำแนะนำในการปรับปรุงเนื้อหาทั้งหมด ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงเนื้อหาตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในส่วนต่างๆ ดังนี้

1. เพิ่มคำแนะนำการปรับหน้าจอ โดยบอกให้ผู้เรียนทราบว่าหน้าจอที่เหมาะสมเป็นขนาดเท่าใด
2. เพิ่มรูปภาพในเนื้อหาบางส่วน เนื่องจากเนื้อหามีการบรรยายด้วยตัวอักษรมากเกินไป ซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้ และเพิ่มตัวอย่างชิ้นงานเพิ่มสื่อมัลติมีเดีย เพื่อทำให้เนื้อหาที่มีความกระจำและผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
3. แก้ไขขนาดภาพและสื่อมัลติมีเดียให้สามารถแสดงได้ทั้งภาพโดยไม่ต้องลาก scroll bar ลงมา
4. สรุปรูปเนื้อหาเป็นผัง Mind Mapping แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาทั้งหมดของบทเรียนนั้น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ประกอบโดยรวมของบทเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในบางบทเรียนใช้รูปภาพแทนการชี้โยงโดยใช้รูปภาพเป็นสัญลักษณ์หรือลูกศรเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา ซึ่งจะช่วยให้การนำเสนอเนื้อหาดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนโดยนำเนื้อหาหัวข้อที่ได้รับการตรวจสอบและปรับปรุงมาแก้ไขให้สมบูรณ์แล้วนำมาสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน โดยนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมประกอบบทเรียน

การสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ผู้วิจัยได้สร้างโดยใช้โปรแกรมดังนี้

1. โปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX ใช้ในการสร้างเว็บเพจของบทเรียน โดยนำส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง มาประกอบกันเป็นเนื้อหาแต่ละหน้าของบทเรียน

2. โปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 ใช้ในการตกแต่งภาพกราฟิกและตัวอักษรในรูปแบบต่างๆ ให้มีความสวยงามและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3. โปรแกรม Macromedia Flash MX ใช้ในการสร้างภาพพร้อมคำบรรยายและตัวอักษรเคลื่อนไหว

4. โปรแกรมภาษา PHP & MYSQL ใช้เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลเก็บผลคะแนนในการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ก่อนที่จะให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน ผู้วิจัยได้จัดทำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบรูปแบบการนำเสนอของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ผู้วิจัยได้นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนมาทำการปรับปรุงแก้ไข โดยการปรับความสัมพันธ์ของสื่อและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินและแก้ไขบทเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบโดยใช้แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ (ภาคผนวก จ) คะแนนที่ได้จากการตอบแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ และโดยภาพรวมต้องมีค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ซึ่งอยู่ในระดับดี จึงจะผ่านเกณฑ์ถ้าข้อใดมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ ผู้วิจัยจะนำประเด็นในหัวข้อนั้นมาปรับปรุงแก้ไข โดยรายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. นายธนันต์ชัย บันเทิงจิตร | Computer Operation
เอก - ชัย คิษฐิวิวัฒน์ ชิสเทม จำกัด |
| 2. นางสาวนวรรตน์ ลิมาภิกษย์ | IT SUPPORT ANALIZE
เอก - ชัย คิษฐิวิวัฒน์ ชิสเทม จำกัด |
| 3. อาจารย์วิศิษฐ์ ฐฎาศิลป์ | อาจารย์แผนกวิชาโทรคมนาคม
คณะไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น |

สืบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ได้ผ่านกระบวนการ
ตรวจและประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์
ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายเพื่อทบทวน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.97$) โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยในรายชื่อ ตั้งแต่ 3.33 - 4.33 ดังแสดง
ไว้ในภาคผนวก ข และหลังจากผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินและให้คำแนะนำในการปรับปรุงบทเรียน
ทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน มาทำการปรับปรุงแก้ไขดังนี้

1. เปลี่ยนสีและเปลี่ยนเทคนิคการแสดงตัวอักษรให้ชัดเจนมากขึ้น
2. ตรวจสอบอักษรและสัญลักษณ์ต่างๆ ในบทเรียนให้ถูกต้อง
3. ออกแบบสื่อมัลติมีเดียออกให้เต็มพื้นที่หน้าจอ
4. ใช้อักษรรูปแบบอักษรที่อ่านง่าย ชัดเจน
5. แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนี้กำลังอยู่หน้าใดของบทเรียน
6. ปรับ Banner ให้มีขนาดเล็กลงซึ่งจะทำให้หน้า Web page ยาวขึ้น
7. ใช้ปุ่มเชื่อมโยงและพิมพ์เนื้อหาให้ถูกต้อง
8. แก้ไขส่วนประกอบอื่นๆ เช่น การลิงค์เว็บต่างๆ ให้เป็นเว็บที่เกี่ยวข้อง
บทเรียน หรือเป็นเว็บที่นักศึกษาสามารถต่อยอดความรู้จากลิงค์ได้
9. ปรับการใช้อักษรวิ่งให้ช้าลง
10. แก้ไขปุ่มออกจากหน่วยการเรียนรู้ให้สามารถกลับไปยังหน้าหลักได้
11. ในหน้าที่ลงทะเบียน หากผู้เรียนระบุค่าไม่ถูกต้อง ได้จัดทำ Warning
Message ให้ผู้เรียนได้รับรู้
12. ปรับให้ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกอยู่กระจายกัน
13. ปรับรูปแบบการเฉลยของข้อสอบเพื่อไม่ให้นักศึกษาแก้ไขคะแนนสอบ
โดยการออกแบบให้สามารถบันทึกสถิติในการเข้ามาเรียนของนักศึกษาแต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ปรับการใส่ ชื่อเรียก และรหัสผ่าน โดยเพิ่มข้อความตรงกลางเว็บเพจ เพื่อยืนยันการเข้าสู่ระบบ ได้เน้น คำว่า กดปุ่ม หรือ CLICK เพื่อให้ทราบว่าต้องกดปุ่มเท่านั้นจึงจะเข้าระบบได้

15. ปรับส่วนที่เคลื่อนไหวโดยเน้นให้เป็นจุดสนใจของผู้เรียน

16. ออกแบบเว็บเพจให้มีรายละเอียดเฉพาะส่วนที่มีความเกี่ยวข้องและมีความจำเป็นในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ของการสร้าง

2. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาแบบเดี่ยวที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเคยเรียนผ่านวิชานี้ ซึ่งทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีรายละเอียดดังนี้

คะแนนที่ได้ ตั้งแต่ 70 % ขึ้นไป เป็นนักศึกษากลุ่มเก่ง

คะแนนที่ได้ ระหว่าง 50 – 69 % เป็นนักศึกษากลุ่มปานกลาง

คะแนนที่ได้ น้อยกว่า 50 % เป็นนักศึกษากลุ่มอ่อน

ระดับละ 1 คน จำนวน 3 คน เมื่อในวันที่ 17 เมษายน 2551 เวลา 09.00 – 15.00 น. เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนในด้านต่างๆ เช่น ความถูกต้องของเนื้อหา การกำหนดรูปแบบของบทเรียน ความชัดเจนของการนำเสนอเนื้อหา ความน่าสนใจของบทเรียน โดยผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์และได้บันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน

จากการสังเกตพฤติกรรมและการสัมภาษณ์ผู้เรียน พบว่าผู้เรียนเห็นว่ามีรูปแบบข้อความ ขนาด และสีตัวอักษรชัดเจนเหมาะสมกับพื้นหลัง การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการใช้บทเรียน แต่การกำหนดการเชื่อมโยงในบางหัวข้อและบางเนื้อหายังต้องปรับปรุงให้ถูกต้อง รูปภาพบางรูปเป็นภาพเคลื่อนไหวทำให้เกิดปัญหาการรอกการแสดงผล โดยภาพรวมนักศึกษาทั้ง 3 คนพอใจในรูปแบบการออกแบบหน้าเนื้อหาและรูปภาพ

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและคำแนะนำของผู้เรียนมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียน โดยการปรับปรุงภาพให้มีขนาดความละเอียดเหมาะสมในการแสดงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ปรับการเชื่อมโยงให้ถูกต้องกับหัวข้อที่ได้กำหนด

3. หลังจากนั้นทำการทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักศึกษาโดยกลุ่มทดลองแบบเดี่ยว จำนวน 3 คน นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนที่ปรับปรุงแล้ว ทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนวิชานี้ ซึ่งมีผลการเรียนในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 3 คน จำนวน 9 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในวันที่ 18 เมษายน 2551 เวลา 09.00 – 15.00 น. และให้นักศึกษาทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสังเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

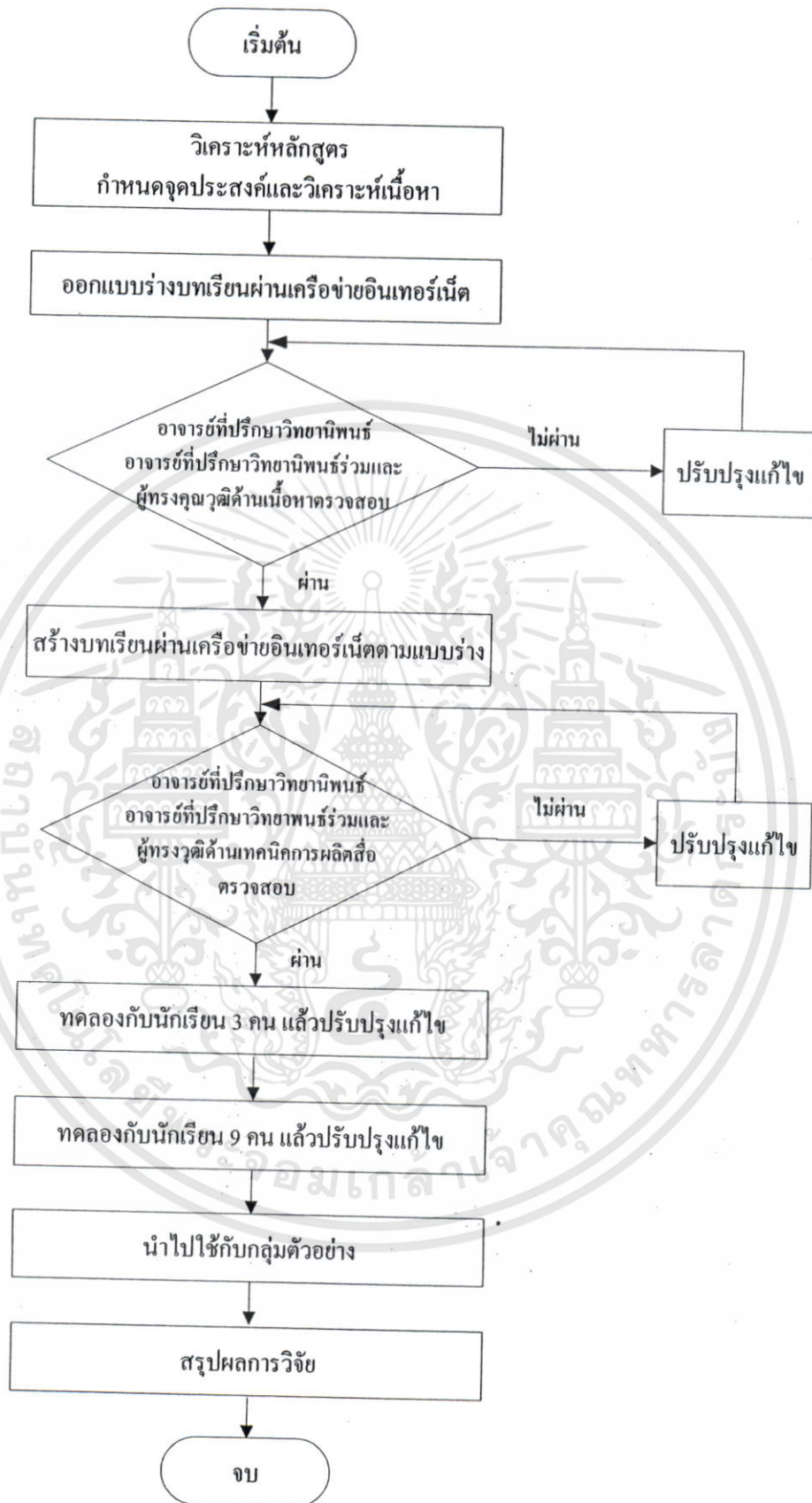
พฤติกรรม สัมภาษณ์ บันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขหรือข้อบกพร่อง แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน

ข้อสังเกตพบว่า นักศึกษาใช้เวลาเรียนตั้งแต่ผู้วิจัยแนะนำการใช้บทเรียนถึงการเรียนทบทวนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ทำแบบทดสอบก่อนเรียนซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 25 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิด เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งใช้เวลา รวมทั้งสิ้น 3 ชั่วโมง ในระหว่างการเรียนทบทวนของนักศึกษามีการข้ามหน้าของบทเรียนในบางหน้า เนื้อหาในบางหัวข้อที่มีลักษณะเป็นข้อความบรรยายเพียงอย่างเดียวผู้เรียนให้ความสนใจในการเรียนน้อยกว่าที่ควรจะเป็น และเนื้อหาในบางหัวข้อมีรายละเอียดมากเกินไปทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนอีกครั้งดังนี้

1. เพิ่มรูปภาพในบางหัวข้อในเนื้อหา เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. เนื้อหาในบางหัวข้อมีรายละเอียดมากเกินไป ผู้วิจัยทำการสรุปย่อเนื้อหาให้มีความกระชับและเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการช่วยประหยัดเวลาในการศึกษาบทเรียน

4. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ที่ปรับปรุงแก้ไขหลังจากการใช้ 2 ครั้ง แล้วนำไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งรายละเอียดจะนำเสนอหัวข้อที่ 3.3

จากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ดังที่กล่าวทั้งหมดสามารถเขียนเป็นแผนผังการทำงานได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวัดตัวแปรในวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 และข้อที่ 2 โดยใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post - test) ซึ่งเป็นชุดเดียวกัน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ นอกจากนี้คะแนนที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่างนำไปหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนด้วย รายละเอียดการดำเนินการสร้างแบบทดสอบมีดังนี้

1. ศึกษาหลักเกณฑ์ และเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์แล้วสร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 60 ข้อ
3. นำข้อสอบที่สร้าง ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง โดยได้รับความรู้และคำแนะนำ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแก้ไขดังนี้
 1. ปรับการใช้ภาษาในข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้อ่านเข้าใจง่ายขึ้นและถูกต้อง
 2. สร้างข้อคำถามของข้อสอบวัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้โดยมีลักษณะเป็นข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหาที่มีอยู่ภายในของบทเรียน
 3. เปลี่ยนสัญลักษณ์ที่แสดงตัวเลือกของคำตอบของข้อสอบแต่ละข้อ จาก ก ข ค ง เป็น 1 2 3 4 เพื่อสะดวกในการนำไปวิเคราะห์ข้อมูล
 4. ข้อสอบบางข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีข้อความที่ซ้ำกันในตัวเลือกทุกตัวเลือก ได้ปรับเปลี่ยนให้นำข้อความนั้นมาเขียนไว้ที่ประโยคคำถามแทน
 5. โจทย์ของข้อสอบบางข้อ เดิมผู้วิจัยสร้างไว้โดยเขียนเป็นประโยคคำถามที่ไม่สมบูรณ์ได้ปรับเปลี่ยนให้เป็นประโยคคำถามให้สมบูรณ์
 6. ตรวจสอบการสะกดคำทั้งในส่วนที่เป็นโจทย์และตัวเลือกให้ถูกต้อง
 7. สัญลักษณ์บางอย่างเช่น เครื่องหมายของศา ได้ปรับเปลี่ยนให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งสัญลักษณ์ที่ใช้บางอย่างที่ใช้ในข้อสอบให้เขียนมีความคงเส้นคงวา
 8. ตรวจสอบการสะกดคำและการตัดคำให้ถูกต้อง
 9. ปรับเปลี่ยนข้อความบางส่วนในข้อสอบให้มีความถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การเว้นวรรคระหว่างข้อสอบ จัดให้ดูเป็นสัดส่วนสวยงาม
นำอ่าน

11. ปรับเปลี่ยนข้อความในตัวเลือกบางข้อที่มีข้อความถูกทุกข้อ ให้เปลี่ยนเป็นเนื้อหาอื่นที่มีความหมาย เพื่อให้เป็นตัวเลือกที่ดี

เมื่อได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะที่ได้มาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งวัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกได้ 0 คะแนน ให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 60 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบหาคุณภาพด้วยการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับที่พิจารณาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อทบทวนด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้สูตร (พร้อมพรรณ อุคมสิน. 2533: 117) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

โดย IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เกณฑ์ในการคัดเลือกคำถาม มีดังนี้

1) ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.0 ถือว่าข้อสอบนั้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถคัดเลือกไว้ใช้ได้

2) ข้อคำถามที่มี IOC ต่ำกว่า 0.5 ถือว่าข้อสอบนั้นไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนข้อสอบที่มีค่า IOC ระดับต่างๆ กับจำนวนข้อสอบที่ใช้ได้

หน่วยที่	จำนวนข้อสอบที่มีค่า IOC ระดับต่างๆ (ข้อ)			จำนวนข้อที่ใช้ได้ (ข้อ)
	1.00	0.67	0.33	
1	8	1	1	9
2	9	1	2	10
3	9	2	3	11
4	6	4	2	10
5	8	2	1	10
รวม	40	10	10	50

ผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำในการแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงแก้ไขดังนี้

1. ออกข้อสอบให้เหมาะสมกับเนื้อหา
2. เขียนคำถามและตัวเลือกให้มีความชัดเจน
3. วาดรูป สัญลักษณ์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ สัญลักษณ์ของสูตร ได้ถูกต้อง
4. หลีกเลี่ยงคำตอบที่มีข้อความแสดงการยกตัวอย่าง
5. เลือกรูปแบบของสมการที่สามารถนำไปใช้งานหรือคำนวณหาค่าผลลัพธ์ได้
6. คำถามที่ถามว่าข้อใดกล่าวผิดหรือถูกต้อง ตัวเลือกที่เป็นคำตอบอธิบายให้ชัดเจน
7. หลีกเลี่ยงคำถามที่มีคำตอบถูกต้องหลายข้อ ทำให้เกิดความสับสนและยากต่อการตอบคำถามของผู้เรียน
8. ใช้คำถามที่ใช้ความรู้ในการคำนวณค่าที่ตรงกับจุดประสงค์ของข้อสอบ
9. ปรับคำถามที่มีการคำนวณที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น
10. ปรับข้อความในตัวเลือกให้กระชับสั้นลง
11. ปรับข้อความในตัวเลือกให้ชัดเจนและถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พิจารณาคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ กับจุดประสงค์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้จำนวน 50 ข้อ นำแบบทดสอบไปใช้กับนักศึกษาแผนก อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ที่ผ่านการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่อง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ในวันที่ 15 มกราคม 2551 เวลา 9.00 – 11.00 นักศึกษาใช้เวลาในการทำแบบทดสอบจำนวน 50 ข้อ เฉลี่ย 2 ชั่วโมง แล้วนำมา วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

สูตรการหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบเพื่อ คัดเลือกข้อสอบเป็นรายชื่อ คำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ (วิไลพร วรจิตตานนท์. 2548: 118)

$$p = \frac{P_H + P_L}{N_H + N_L} \quad (3.2)$$

$$r = \frac{P_H - P_L}{N_H} \quad (3.3)$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ
	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	P_H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	P_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_H	แทน	จำนวนนักศึกษาทั้งหมดในกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนนักศึกษาทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

การวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ คัดเลือกข้อสอบที่มี ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก จากข้อสอบ 50 ข้อ ให้เหลือ 30 ข้อ

รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนข้อสอบที่ใช้จริงกับที่ออกไว้เกินจำนวนตาม หน่วยการเรียนดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนข้อสอบที่ใช้จริงกับที่ออกเกินจำนวนตามหน่วยการเรียนรู้ และระดับพฤติกรรม

หน่วยการเรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	ขอบเขตด้านพฤติกรรม						รวม (ข้อ)	
		ความรู้ ความจำ (ข้อ)		ความเข้าใจ (ข้อ)		การนำไปใช้ (ข้อ)			
		ใช้จริง	ออกเกิน	ใช้จริง	ออกเกิน	ใช้จริง	ออกเกิน	ใช้จริง	ออกเกิน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แนะนำให้รู้จัก เซนเซอร์	20	3	6	3	6	-	-	6	12
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เซนเซอร์ ตรวจวัดอุณหภูมิ	20	2	4	2	4	2	4	6	12
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซนเซอร์ ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่	20	2	4	2	4	2	4	6	12
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เซนเซอร์ ตรวจวัดแรงกระทำทางกล	20	2	4	2	4	2	4	6	12
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เซนเซอร์ ตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และ ระดับของเหลว	20	2	4	2	4	2	4	6	12
รวม	100	11	22	11	22	8	16	30	60

6. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ ทดลองกับนักศึกษาแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ที่ผ่านการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่อง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์เพื่อหาความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการคำนวณ KR-20 ของ Kuder-Richardson (วิลเฟรด วจิตตานนท์. 2548 : 124) ดังนี้

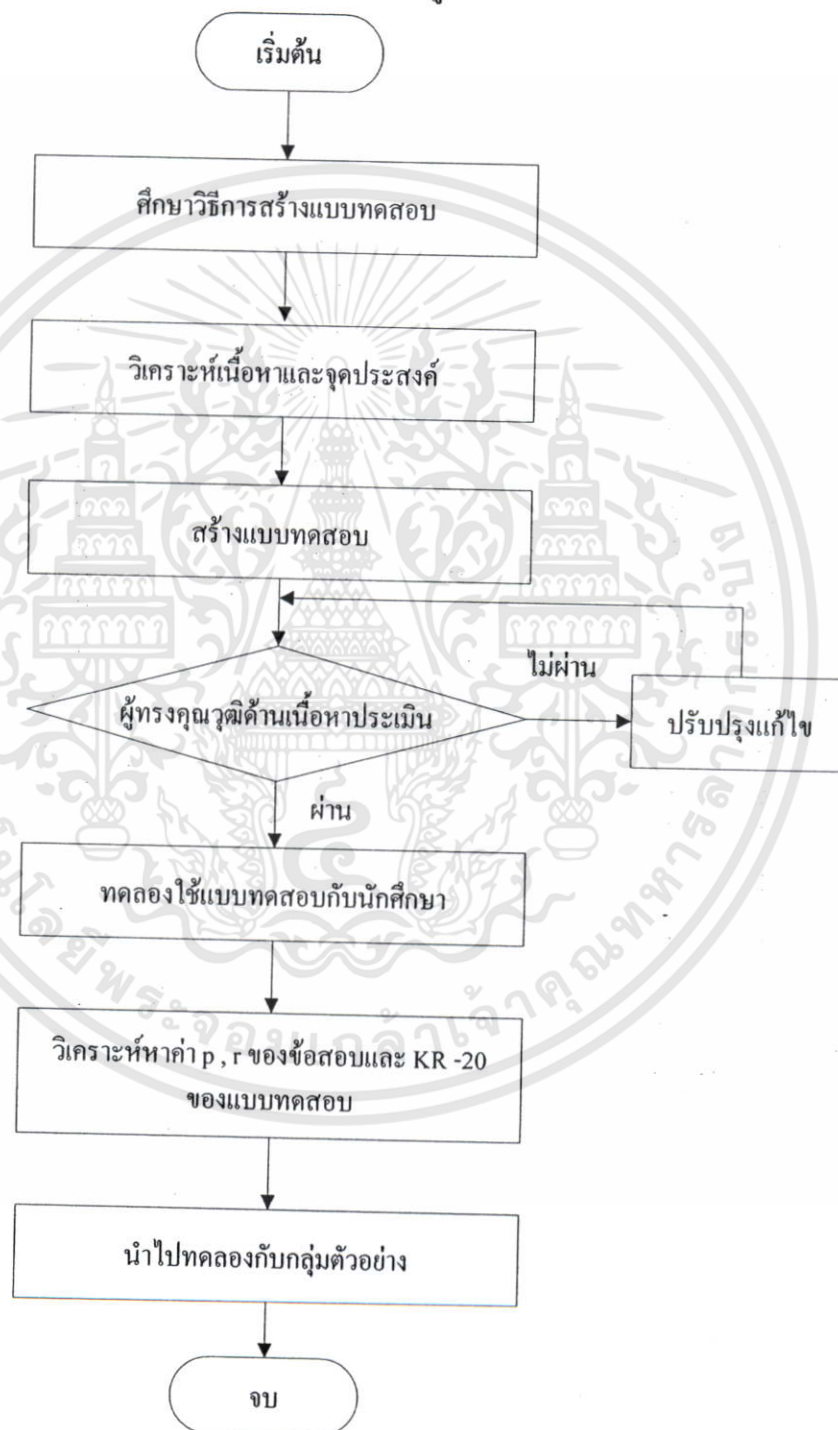
$$KR-20 : r_{tt} = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\} \quad (3.4)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ วิชาอิเล็กทรอนิกส์
อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ มีค่าเท่ากับ 0.56

7. นำแบบทดสอบไปใช้เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทรียน จาก
ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวมาทั้งหมดสามารถเขียนเป็น
แผนผังการทำงานเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ที่วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการทำงานวิจัย จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปยังผู้อำนวยการสถานศึกษาวิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น เพื่อขออนุญาตและขอความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ปฐมนิเทศผู้เรียนแนะแนวทางการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน การใช้งานบทเรียน การเรียนทบทวนของบทเรียน การทดสอบ รวมถึงการโต้ตอบกับผู้เรียนในระหว่างกระบวนการเรียนการสอน การเก็บคะแนน และการประเมินผลเพื่อให้ผู้เรียนมีแนวทางในการปฏิบัติที่ถูกต้องและตรงกัน
3. ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักศึกษาแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน ในวันที่ 21 เมษายน 2551 เวลา 09.00 – 15.00 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 30 ข้อ โดยเก็บข้อมูลผ่านระบบฐานข้อมูล นำผลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ที่ห้องคอมพิวเตอร์ คณะไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ชั้น 5 อาคารตึก 6 ชั้น วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น พร้อมทำแบบทดสอบระหว่างเรียน เก็บข้อมูลผ่านระบบฐานข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1)
4. เมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนทบทวนครบทุกบทเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน เก็บข้อมูลผ่านระบบฐานข้อมูล แล้วนำคะแนนที่ได้นำไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)
5. นำข้อมูลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าทางสถิติต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

นำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 โดยการคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนโดยใช้สูตร
(ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. 2521: 136)

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

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

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ คือ ผลรวมคะแนนของแบบทดสอบระหว่างเรียน
 N คือ จำนวนผู้เรียน
 A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกบทเรียนรวมกัน

2. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_2)

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
 N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาการยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่าย
อินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เพื่อ
ทดสอบสมมุติฐานการวิจัยโดยการนำค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพ
ของผลลัพธ์ (E_2) ไปเทียบกับค่า $80 \pm 2.5 / 80 \pm 2.5$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

นำผลการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ มาวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Science for Windows) ซึ่งมีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

1. ทดสอบการแจกแจงข้อมูลโดยใช้เมนู Analyze เลือก Nonparametric Tests เลือก 1-Sample K-S พิจารณาค่าสถิติ Kolmogorov –Smirnov ปรากฏว่าการแจกแจงเป็นโค้งปกติ
2. เมื่อแจกแจงข้อมูลมีลักษณะเป็นโค้งปกติ จึงใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) ใช้สูตร (วิไลพร วรจิตตานนท์. 2545 : 103)

$$t = \frac{\bar{D}}{S_{\bar{D}}}$$

df = n-1

เมื่อ t คือ สถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

\bar{D} คือ ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของคะแนนจากการวัด 2 ครั้ง

$S_{\bar{D}}$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยความแตกต่างของคะแนนจากการวัด 2 ครั้ง

n คือ จำนวนคู่

df คือ ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลอง ตามลำดับได้ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

คะแนนจากการทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน		การเทียบค่าประสิทธิภาพของบทเรียนกับ $80 \pm 2.5 / 80 \pm 2.5$
				ที่คำนวณได้	ที่กำหนดไว้ในสมมติฐานการวิจัย	
แบบทดสอบระหว่างเรียน	25	20.07	80.27	80.27/79.22	ไม่ต่ำกว่า	เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้
แบบทดสอบหลังเรียน	30	23.77	79.22		80/80	

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ มีประสิทธิภาพ $80.27 / 79.22$ ซึ่งเมื่อนำค่าเฉลี่ยร้อยละที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับค่า $80 \pm 2.5 / 80 \pm 2.5$ สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 1 ที่กำหนดไว้ คือ ไม่ต่ำกว่า $80 / 80$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์ และทรานสดิวเซอร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์

การสอบ	\bar{X}	S.D.	\bar{D}	S_D	t	Sig
ก่อนเรียน	18.80	2.94				
หลังเรียน	23.77	2.96	4.97	0.411	12.08**	0.00

**p < 0.01

จากตารางที่ 4.2 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

ในการดำเนินการวิจัยได้นำเครื่องมือในการวิจัย ไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ที่เคยเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์มาแล้ว จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง เมื่อวันที่ 21 เดือน เมษายน 2551 เวลา 09.00 – 15.00 น. ที่ห้องคอมพิวเตอร์ คณะ ไฟฟ้า – อิเล็กทรอนิกส์ ชั้น 5 อาคารตึก 6 ชั้น โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนที่พัฒนาขึ้น และทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของแต่ละหน่วยการเรียน รวม 25 ข้อ จบครบทุกหน่วยการเรียน จากนั้นผู้วิจัยได้นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ตามเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน โดยใช้สถิติ t- test แบบ Dependent Samples

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่อง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สำหรับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีประสิทธิภาพ 80.27/79.22 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

5.2 การอภิปรายผล

ผลการวิจัยสามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ สรุปได้ว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ 80.27/79.22 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้ อาจเนื่องจากบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ได้ผ่านกระบวนการดำเนินงานอย่างมีหลักการ ในขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการอย่างมีหลักการ ในขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การออกแบบบทเรียน การสร้างบทเรียน และการประเมินและแก้ไขบทเรียน ซึ่งจากกระบวนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.27/79.22 เป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้

ในขั้นตอนการวางแผน ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ จากหนังสือและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ทำให้ผู้วิจัยทราบถึง หลักการออกแบบ และการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวทางดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบและสร้างบทเรียน ทั้งนี้ในขั้นตอนการวางแผนผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หลังจากผู้วิจัยได้รวบรวมเนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนผู้วิจัยได้จากหนังสือ เอกสาร ตำราต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องที่นำมาสร้างบทเรียน โดยนำเนื้อหามาปรับปรุง เรียบเรียงเฉพาะส่วนที่สำคัญและเหมาะสมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้จะเสียเงินค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำมาใช้เพื่อทบทวน ส่วนของเนื้อหาที่เข้าใจยากผู้วิจัยได้เพิ่มภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจกับบทเรียน ได้ดียิ่งขึ้น ประกอบเนื้อหาเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยสามารถออกแบบและพัฒนาบทเรียน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นสื่อ ในการจัดการเรียนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม มากที่สุด

ในขั้นตอนการออกแบบและสร้างบทเรียนนั้น ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาที่ผ่านกระบวนการ วิเคราะห์เนื้อหาโดยพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จนสมบูรณ์แล้วนำมาจัดรูปแบบการ นำเสนอลงในเว็บเพจย่อยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และได้ปรับแก้โดยผู้วิจัยและจากความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิจนสมบูรณ์ซึ่งในการออกแบบผู้วิจัยคำนึงถึงหลักการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถ เรียนรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ บทเรียนที่พัฒนาขึ้นผู้วิจัยพยายามออกแบบให้มีลักษณะที่สามารถ เรียนรู้ได้ง่าย นอกจากนี้ ส่วนประกอบต่างๆของเว็บเพจ เช่น รูปแบบของเมนูการออกแบบปุ่ม ต่างๆ เช่น ปุ่มบทเรียน ปุ่มกระดาน ปุ่มติดต่ออาจารย์/ผู้ดูแล และปุ่มเว็บลิงค์ ผู้วิจัยออกแบบให้มี ความชัดเจน ซึ่งผู้เรียนสามารถสังเกตได้ง่าย การเลือกรูปแบบเมนูของตัวอักษร ขนาดและสีของ ตัวอักษร ผู้วิจัยคำนึงถึงการออกแบบที่เหมาะสมผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จึงทำ ให้ผู้เรียนเรียนด้วยความเข้าใจและสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าการเรียนจากตำรา

ในส่วนขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ผู้วิจัยได้นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม จากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ หลายท่านได้ให้คำแนะนำที่มีความหลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงบทเรียน ตามคำแนะนำของ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกประการ นอกจากนี้การพัฒนาบทเรียนครั้งนี้ยังได้ผ่านกระบวนการหา ประสิทธิภาพของบทเรียนทุกขั้นตอน คือ การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองกับกลุ่มเล็ก และการ ทดลองภาคสนาม ผลที่ได้จากการทดลองแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงบทเรียน ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนด

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่อง เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับ ผลการวิจัยของนฤมล เรืองรัตน์ (2549 : 111) ที่ได้ศึกษาพบว่าผลการเรียนวิชา การออกแบบและ เทคโนโลยี พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. อาจารย์ผู้สอนสามารถนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ไปให้ผู้เรียนทบทวนด้วยตนเอง หลังจากเรียนเนื้อหาในในห้องเรียนตามปกติแล้ว

2. อาจารย์ผู้สอนในรายวิชาอื่น ที่อาศัยความรู้วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ เป็นพื้นฐานในการสอน สามารถนำบทเรียนไปใช้ให้ผู้เรียนทบทวน เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้ที่จะศึกษาในรายวิชาที่ต่อยอดจากวิชานี้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. อาจทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ในเนื้อหาอื่นๆที่มีความยากต่อการทำความเข้าใจ

2. อาจทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ โดยเพิ่มสื่อวีดิทัศน์ เพื่อสร้างสนใจให้กับผู้เรียน

บรรณานุกรม

- กรภัทร์ สุทธิคารา. 2546. **ก้าวสู่โลกอินเทอร์เน็ต ฉบับสมบูรณ์**. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.
 กิดานันท์ มลิทอง. 2531. **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2540. **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
 จตุชัย แพงจันทร์ และอนุโชต วุฒิพรพงษ์. 2546. **เจาะระบบ Network ฉบับสมบูรณ์**.
 กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.
- ต้น ตันต์สุทธีวงศ์ และคณะ. 2539. **รอบรู้ Internet และ World Wide Web**. กรุงเทพฯ :
 โปรวิชั่น.
- ธনীตชัย บันเทิงจิตร. 2548. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทบทวน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เรื่องเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ต สำหรับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงจันทบุรีไทยอนุสรณ์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ธนาวุฒิ ประกอบผล. 2547. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน วิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบตัวเลขและโครงสร้างคอมพิวเตอร์ สำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ธวัชชัย อติเทพสถิต. 2547. “การเรียนการสอนในยุคไร้พรมแดน.” [Online]. เข้าถึงได้จาก :
<http://www.prasarnmitr.com/article04.html>.
- นเรศ เฉษฐผล. 2547. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บเพื่อทบทวน เรื่องเทคโนโลยีสื่อสาร และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

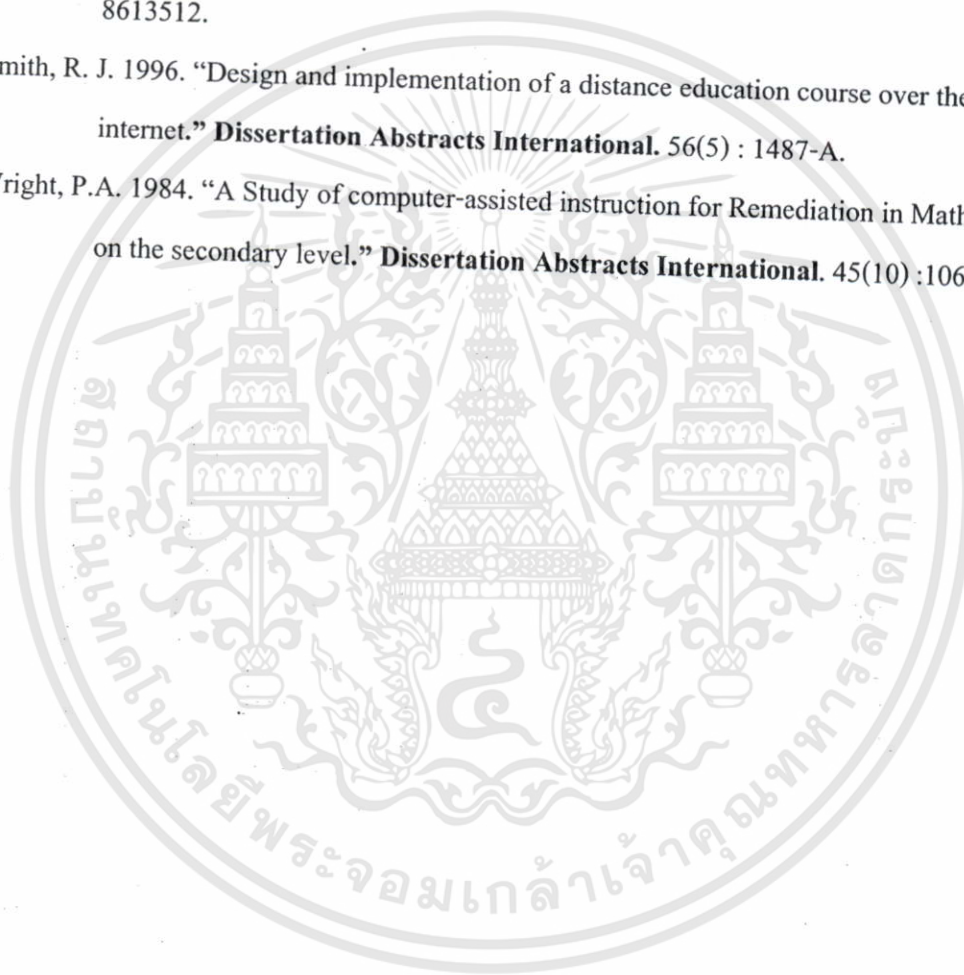
- นฤมล เรืองรัตน์. 2549. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ
 ทบทวน วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี เรื่องธรรมชาติของเทคโนโลยี สำหรับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
 วิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
 ทหารลาดกระบัง.
- นวรรตน์ ลิมาภิรักษ์. 2548. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
 เพื่อทบทวน วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี เรื่องเครือข่ายระยะไกล สำหรับนักศึกษา
 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิค
 ท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
 วิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
 ทหารลาดกระบัง.
- น้ามนต์ เรืองฤทธิ์. 2545. “WBI : Web – Based Instruction (การเรียนการสอนผ่านเว็บ).”
 [Online]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.nectec.or.th/courseware/program/
 access/0001.html](http://www.nectec.or.th/courseware/program/access/0001.html).
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2546. “คุณภาพเครื่องมือวัด.” หน้า 65-152. ในการพัฒนาเครื่องมือ
 สำหรับการประเมินการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
 สุโขทัยธรรมมาธิราช.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2546. เทคโนโลยีสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยนุช พรหมศิลา. 2545. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
 วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษา
 ระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏราชนครินทร์.”
 วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
 บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรเทพ เมืองแมน. 2544. หลักการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม
 Authorware 5. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มงคล ทองสงคราม. อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : วิ.เจ. พรินต์ติ้ง.
- วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. 2548. เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ : ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการ
 วัดและระบบควบคุม. กรุงเทพฯ : ที.เอส.ที. โปรดักส์.
- วิกิพีเดีย สารานุกรม. 2551. HTML. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org>.
- วิกิพีเดีย สารานุกรม. 2551. MySQL. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิกิพีเดีย สารานุกรม. 2551. **PHP**. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org>.
- วิไลพร วจิตตานนท์. 2548. **วิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : แผนกตำราและคำสอน มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 2547. “ความหมายของอินเทอร์เน็ต.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nectec.or.th/courseware/internet/internettech/0001.html>.
- สมชาย นำประเสริฐชัย. 2541. **Inside Internet**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุธี พงศาสกุลชัย. 2547. **คัมภีร์ Flash MX 2004**. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- สุนทร นิสากร และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์. 2548. **ความหมายของอินเทอร์เน็ต**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nectec.or.th/courseware/internet/internet-tech/0001.html>.
- สุนทร นิสากร และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์. 2548. **พัฒนาการของ Internet**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nectec.or.th/courseware/internet/internet-tech/0003.html>.
- สุนทร นิสากร และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์. 2548. **เว็บกราฟิก และ Adobe PhotoShop**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nectec.or.th/courseware/graphics/photoshop/0001.html>.
- สุนทร นิสากร และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์. 2548. **Macromedia Flash**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nectec.or.th/courseware/graphics/flash/0001.html>.
- สุนทร นิสากร และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์. 2548. **Microsoft Access**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.nectec.or.th/courseware/program/access/0001.html>.
- สุรัชย์ สุขสกุลชัย. **วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์**. ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อธิปัตย์ คลี่สุนทร. 2547. “**Internet & SchoolNet** กับการเสริมสร้างคุณภาพการศึกษาไทย.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.moe.go.th/main2/article/article5.htm>.
- อารีย์ มีนุงกิจ. 2541. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Brown, I. 1998. “The effect of WWW document structure on student information retrieval.” **Journal of Interactive Media in Education**. 98(12) : 1-14.
- Clark, G. 1996. **Glossary of CBT/WBT Terms**. [Online]. Available : <http://www.clark.net/pub/nrative/alt5.html>.
- Hannum, W. 1998. **Web Based Instruction Lessons**. [Online]. Available : http://www.so.unc.edu/edci111/8-98/index_wbi2.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Mohaiadin, J. 1996. "Utilization of the Internet by Malasian student who are studing in foreign countries and factors the influence it's adoption." **Dissertation Abstracts International**. 57(7) : 180-A.
- Parson, R. 1997. **Definition of Web-Based Instruction**. [Online]. Available : <http://www.osie.on.ca/~rperson/difinitn.htm>.
- Rowland , E.J. 1986. **Self-Concept and the Education Orientation of Older Adult Learning Participants**. [CDROM]. Abstract from : Proquest file : Dissertation Abstracts Item 8613512.
- Smith, R. J. 1996. "Design and implementation of a distance education course over the internet." **Dissertation Abstracts International**. 56(5) : 1487-A.
- Wright, P.A. 1984. "A Study of computer-assisted instruction for Remediation in Mathematics on the secondary level." **Dissertation Abstracts International**. 45(10) :1063-A.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก เนื้อหาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และ
ทรานดิวเซอร์
- ภาคผนวก ข ตัวอย่างบทเรียนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน
- ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์
อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานดิวเซอร์
- ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน
(ด้านเนื้อหา)
- ภาคผนวก จ แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
- ภาคผนวก ฉ ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ
ทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และ
ทรานดิวเซอร์ (ด้านเนื้อหา)
- ภาคผนวก ช ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ
ทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และ
ทรานดิวเซอร์ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
- ภาคผนวก ซ กระเนนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และ
ทรานดิวเซอร์



ภาคผนวก ก

เนื้อหาวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

แนะนำให้รู้จักเซนเซอร์

เซนเซอร์ คือ อุปกรณ์อะไร

โดยทั่วไปเซนเซอร์ คือ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ แสง เสียง แรงทางกล (force) ความดันบรรยากาศ (pressure) ระยะขจัด (displacement) ความเร็ว (speed) อัตราเร่ง (acceleration) ระดับของของเหลว (liquid level) หรือแม้กระทั่งอัตราการไหล (flow rate) เป็นต้น จากนั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนให้เป็น สัญญาณออก หรือปริมาณเอาต์พุตที่ได้จากการวัดในอีกรูปแบบหนึ่ง (measurable output) ที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้ ในส่วนของการตรวจวัดและตรวจจับปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ นั้น มักถูกกำหนดตามความต้องการของอุตสาหกรรมการผลิตในการที่จะตรวจสอบ ควบคุมค่ากระบวนการ ตลอดจนนำตัวแปรทางฟิสิกส์เหล่านั้นไปใช้งานดังนั้นเงื่อนไขซึ่งเป็นปัจจัยในการเลือกเซนเซอร์ ใช้งานจึงขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปริมาณทางฟิสิกส์ที่จะทำการวัดและควบคุมค่าเป็นสำคัญ รวมไปถึง ราคา ความน่าเชื่อถือ ตลอดจนคุณภาพของข้อมูลที่ทำกรวัด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสำคัญอื่น ๆ ที่ควรพิจารณาอีก อาทิเช่น ความเหมาะสมของเซนเซอร์ที่จะนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ยกตัวอย่าง เช่น เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิที่ถูกออกแบบใช้งานในบ้านพักอาศัยทั่วไปจะมีความแตกต่างและไม่สามารถนำไปใช้แทนเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิที่ใช้งานในโรงงานผลิตสารเคมีได้ ทั้งนี้เนื่องจากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิซึ่งในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ นั้น จำเป็นต้องมีอัตราความสามารถในการทนต่อสภาพการใช้งานในสภาวะที่อุณหภูมิสูง ความดันสูง หรือสามารถทนต่อสภาพการกัดกร่อนได้สูงกว่าเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิที่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานทั่วไป

ทำไมจำเป็นที่จะต้องใช้เซนเซอร์

เซนเซอร์ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจจับปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ และไม่ว่าจะเป็นระบบการวัด หรือระบบการวัดคุมค่าและควบคุมกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ตัวแปรของระบบที่จะทำการวัดค่า หรือสภาพของกระบวนการที่ต้องการควบคุม ส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ในรูปของปริมาณทางฟิสิกส์ ดังนั้นจากเหตุผลในความจำเป็นที่ต้องนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับปริมาณทางฟิสิกส์เหล่านั้นด้วยเซนเซอร์ไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อทำการตรวจสอบหรือแสดงสถานะสภาพกระบวนการของระบบ จึงทำให้กล่าวได้ว่าเซนเซอร์เป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในระบบ ซึ่งโดยทั่วไปพบว่าเทคโนโลยีของเซนเซอร์ได้ถูกนำไปใช้เป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญในลักษณะงาน 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้ตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์เพื่อนำไปแสดงผลการตรวจวัดหรือจัดเก็บบันทึกเป็นข้อมูลในระบบการวัด (measurement system)
2. ใช้ตรวจสอบตรวจสภาพกระบวนการ (process variable) ในระบบควบคุม (control system)

ทำไมจึงจะต้องรู้จักและเรียนรู้เกี่ยวกับเซนเซอร์

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ได้มีการพัฒนาเจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วทำให้เทคโนโลยีดังกล่าวได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนเราเป็นอย่างมาก การใช้คอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์เป็นเทคโนโลยีพื้นฐานของอุปกรณ์เครื่องมือใช้ต่าง ๆ จึงสามารถพบเห็นได้ทั่วไปไม่ว่าจะเป็นภายในบ้านพักอาศัย ที่ทำงาน หรือแม้กระทั่งสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราเองก็ตาม ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้การนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ก็คือ ความสะดวก รวดเร็ว และยังมี ความคล่องตัวในการใช้งานค่อนข้างสูงอีกด้วย

หลักการพื้นฐานของเซนเซอร์

เนื้อหาสำคัญในหัวข้อต่อไปนี้จะกล่าวถึงหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ในการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและระบบควบคุมกระบวนการ ตลอดจนคุณสมบัติที่สำคัญต่าง ๆ ประจำตัวเซนเซอร์ ปัจจุบันเซนเซอร์ได้มีการนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายแทบทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นทางด้านอุตสาหกรรม งานก่อสร้าง งานทางทหาร หรือตามบ้านพักอาศัยทั่วไป ซึ่งโครงสร้างของอุปกรณ์เซนเซอร์และระบบเซนเซอร์อาจจะเป็น โครงสร้างทางกล หรือเป็น โครงสร้างทางไฟฟ้า หรือเป็น โครงสร้างผสมระหว่างทางกลกับทางไฟฟ้าก็ได้ ทำให้อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ จึงมักมีการทำงานของเซนเซอร์เป็นองค์ประกอบสำคัญเสมอ อาทิเช่น การตรวจสอบขนาดและจำนวนของผลิตภัณฑ์ในสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม การควบคุมกำลังไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อย การตรวจระดับของน้ำในถังเครื่องซักผ้า หรือการแสดงความเร็วของรถยนต์ เป็นต้น ดังนั้นจากความสามารถและความหลากหลายในการนำไปประยุกต์ใช้งานของเซนเซอร์ในระบบต่าง ๆ

คำว่า "เซนเซอร์ (Sensor)" กับคำว่า "ทรานสดิวเซอร์ (transducer)" ซึ่งทั้งสองคำนี้ มีความหมายคล้ายคลึงกันมาก บางครั้งถูกนำมาใช้แทนกันได้ แต่โดยความเป็นจริงแล้ว เซนเซอร์กับทรานสดิวเซอร์นั้นมีความหมายและจุดประสงค์ในการใช้งานต่างกัน กล่าวคือ คำว่า ทรานสดิวเซอร์นั้นหมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานรูปแบบหนึ่งไปเป็นพลังงานอีก รูปแบบหนึ่ง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า เซนเซอร์โดยทั่วไปก็คือ ทรานสดิวเซอร์ แต่ในทางกลับกัน ทรานสดิวเซอร์บางชนิดเท่านั้นที่ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์ และเพื่อให้เข้าใจง่าย ๆ จะอธิบายเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเซนเซอร์กับทรานสดิวเซอร์ดังต่อไปนี้ ตัวอย่างเช่น หลอดไฟที่

ใช้ตามบ้านเรือนทั่วไปก็จะเป็นลักษณะของทรานสดิวเซอร์อย่างหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงสว่าง (และพลังงานความร้อน) ในที่นี้จุดประสงค์ในการใช้งานของหลอดไฟก็คือ ทำหน้าที่ให้แสงสว่างภายในห้องเท่านั้น ไม่ใช่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดหรือบ่งชี้ปริมาณไฟฟ้าในขณะนั้น แต่ถ้าหากนำหลอดไฟดวงดังกล่าวไปใช้ในวงจรไฟฟ้าเพื่อทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์บ่งชี้หรือแสดงผล (หลอดไฟสว่างขึ้น) ให้รู้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจร ดังนั้นในกรณีเช่นนี้หลอดไฟที่ใช้ในวงจรจึงจะทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์

ระบบเซนเซอร์ (sensor system)

ระบบกระบวนการ โดยทั่วไปสามารถจะจำแนกชนิดและคุณลักษณะของระบบได้มากมายหลายแบบ แต่เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาของลักษณะการวัดคุณค่าและกระบวนการแล้ว ในที่นี้จะพิจารณาตามลักษณะของระบบเซนเซอร์ที่ให้สัญญาณออกหรือปริมาณเอาต์พุตของระบบมีค่าเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนไปตามปริมาณต่าง ๆ ที่ตรวจวัดทางอินพุต โดยหลักการดำเนินงานพื้นฐานของระบบกระบวนการทั่วไปนั้นสามารถแสดงได้ดังผังสัญญาณ (flow diagram) ซึ่งการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ในกระบวนการสามารถจำแนกการนำไปใช้งานในระบบต่าง ๆ ได้เป็น 3 ระบบดังนี้คือ

1. ระบบการวัด (measurement systems)
2. ระบบควบคุมวงเปิด (open-loop control systems)
3. ระบบควบคุมวงปิด (closed-loop systems)

1. ระบบการวัด (measurement systems)

ระบบการวัด ทำหน้าที่แสดงผลหรือบันทึกข้อมูลของปริมาณเอาต์พุตซึ่งได้จากปริมาณอินพุตที่ได้ทำการวัดผังสัญญาณของระบบการวัด หลักการทำงานสำคัญของระบบการวัดคือ ระบบการวัดจะทำหน้าที่เพียงแต่แสดงผลหรือบันทึกข้อมูลค่าที่ได้จากการวัดปริมาณจากอินพุตเท่านั้น ไม่สามารถควบคุมสภาพการทำงานจากระบบให้เป็นไปตามที่ต้องการได้แต่อย่างใด องค์ประกอบสำคัญในระบบการวัด ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ส่วนตรวจจับสัญญาณ (sensing unit)
2. ส่วนปรับแต่งสัญญาณ (signal conditioning unit)
3. ส่วนแสดงผล หรือส่วนบันทึกข้อมูล (display or recording unit)

2. ระบบควบคุมวงเปิด (open-loop control systems)

ระบบควบคุม (control systems) มีหลักการทำงานพื้นฐานต่างจากระบบการวัด กล่าวคือ ระบบควบคุมพยายามปรับสภาพกระบวนการหรือรักษาสภาพการทำงานของกระบวนการให้มีค่าเป็นไปตามที่ตั้งไว้ทางอินพุต (set point) หรือให้มีเป้าหมายไปตามที่ผู้ควบคุมกระบวนการต้องการ ผังสัญญาณแสดงหลักการทำงานจากระบบควบคุมวงเปิด สัญญาณอินพุต

ซึ่งเป็นค่าที่ตั้งไว้จะถูกส่งให้กับอุปกรณ์ควบคุม (controller) เพื่อสร้างสัญญาณควบคุมไปปรับสภาพการทำงานของระบบภายใต้การควบคุมให้มีสัญญาณออกหรือสภาพกระบวนการของระบบเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ โดยประมาณว่าการควบคุมลักษณะนี้สภาพกระบวนการของระบบสามารถเป็นไปตามค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้จากอินพุตได้ โดยไม่มีการวัดหรือตรวจสอบสภาพกระบวนการที่เอาต์พุตของระบบเลย สังเกตได้ง่าย ๆ จากผังสัญญาณของระบบจะเห็นว่าระบบมีการส่งผ่านสัญญาณอินพุตเป็นลำดับไปยังเอาต์พุต โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบป้อนสัญญาณกลับมายังอินพุตอีกเลย

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าระบบควบคุมวงเปิดเป็นระบบควบคุมพื้นฐานที่มีรูปแบบง่าย การออกแบบระบบไม่ซับซ้อนมีราคาไม่แพงมากนัก แต่ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบค่อนข้างต่ำ ทั้งยังต้องการผู้ควบคุมเข้าไปทำการตรวจสอบหรือปรับแต่งระบบบ่อยครั้ง และเนื่องจากสภาพกระบวนการของระบบมักมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมภายนอกต่าง ๆ ที่มา กระทำกับระบบ จึงทำให้จำเป็นต้องมีการปรับแต่งค่าอินพุตของระบบที่ตั้งไว้อยู่เสมอ และต้องอาศัยประสบการณ์ ความชำนาญในการปรับแต่งค่าเพื่อให้ระบบมีสภาพการทำงานเป็นไปอย่างถูกต้องตามที่ต้องการ นอกจากนี้ระบบควบคุมวงเปิดยังไม่เหมาะสมกับกรณีของกระบวนการที่มีตัวแปรนอกเหนือจากการควบคุมซึ่งหากเกิดขึ้นแล้วก่อให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรง เช่น กรณีเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในการควบคุมระดับสารเคมีเป็นพิษในถังบรรจุ จนทำให้สารเคมีนั้นล้นออกจากถังแล้วก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ควบคุมกระบวนการ ซึ่งกรณีเช่นนี้ไม่ควรที่จะใช้การควบคุมแบบวงเปิดเป็นอย่างยิ่ง

3. ระบบควบคุมวงปิด (closed-loop systems)

สำหรับระบบควบคุมวงปิด (closed-loop systems) ซึ่งมีผังสัญญาณของระบบจะมีส่วนประกอบของระบบต่างจากระบบควบคุมวงเปิด โดยมีการเพิ่มส่วนของระบบการวัดเพื่อทำหน้าที่วัดและตรวจสอบค่าตัวแปรเอาต์พุตหรือสภาพการกระบวนการทางด้านเอาต์พุตของระบบแล้วนำสัญญาณป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้เป็นสัญญาณอ้างอิงทางอินพุตอีก จึงทำให้สภาพกระบวนการของระบบทางด้านเอาต์พุตมีผลโดยตรงกับเงื่อนไขทางด้านอินพุต

คุณสมบัติที่สำคัญประจำตัวเซนเซอร์

การเลือกนำเอาเซนเซอร์ไปประยุกต์ใช้งานในระบบการวัดหรือระบบควบคุมกระบวนการต่าง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย อาทิเช่น ราคา ความเหมาะสม รวมไปถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกต่าง ๆ เป็นต้น แต่ปัจจัยสำคัญที่สุดประการหนึ่งในการเลือกพิจารณา ก็คือคุณสมบัติของสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ควรมีความเหมาะสมสอดคล้องกับสัญญาณหรือรูปแบบที่ต้องการนำไปใช้งานต่อ

ความแม่นยำ (accuracy)

ความแม่นยำเป็นค่าบ่งชี้ถึงความสามารถของเซนเซอร์ในการแสดงค่าเอาต์พุตว่าใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงของปริมาณที่ทำการวัดอยู่มากน้อยแค่ไหน ในทางปฏิบัติแล้วอุปกรณ์การวัดทุกชนิดจะเกิดค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดขึ้นเสมอ แต่จะมีค่ามากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความแม่นยำของอุปกรณ์การวัดนั้น

ความแน่นอน (precision)

ความแน่นอน คือ ค่าบ่งชี้ถึงความสามารถของเซนเซอร์ในการแสดงค่าเอาต์พุตเหมือนค่าเดิมทุกครั้งเมื่อทำการวัดสัญญาณอินพุตค่าเดิมซ้ำกันหลาย ๆ

ความสามารถในการแสดงค่าซ้ำ (repeatability หรือ reproducibility)

ความสามารถในการแสดงค่าซ้ำ เป็นข้อกำหนดของความแน่นอนซึ่งถูกระบุมาประจำตัวเซนเซอร์นั้น ๆ โดยหมายถึงค่าความแน่นอนของเซนเซอร์ภายใต้เงื่อนไขในการวัดแบบเดิมซึ่งบ่งชี้ถึงความสามารถในการแสดงค่าเอาต์พุตให้มีค่าเหมือนเดิม เมื่อนำไปใช้งานในลักษณะการวัดปริมาณฟิสิกส์อินพุตค่าเดิมซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง อาจแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์สูงสุดของการอ่าน

ความคลาดเคลื่อน (error)

ความคลาดเคลื่อน คือ ผลต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ยกตัวอย่างเช่น เมื่อนำไม้บรรทัดอันหนึ่งไปวัดความกว้างของหน้ากระดาษหนังสือ ได้ค่าเท่ากับ 210.5 mm. (มิลลิเมตร) แต่ค่าความกว้างที่แท้จริงของกระดาษหนังสือ ก็คือ 209.0 mm. ดังนั้นในกรณีนี้จะเห็นว่า ค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดมีค่าเท่ากับ $(210.5 - 209.0 \text{ mm.}) = 0.6 \text{ mm}$ เป็นต้น

ความคลาดเคลื่อนสถิต (static error)

ความคลาดเคลื่อนสถิต คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่าคงที่ตลอดย่านการวัดของอุปกรณ์ ดังนั้น หากทราบค่าความคลาดเคลื่อนสถิตของอุปกรณ์นั้นแล้ว สามารถทำการชดเชยให้มีค่าน้อยลงได้เพื่อลดผลกระทบต่อค่าความแม่นยำของอุปกรณ์

การปรับเทียบ (calibration)

การปรับเทียบจะหมายถึง การเปรียบเทียบหน่วยของสเกลในการแสดงผลของเซนเซอร์

บริเวณไร้การตอบสนอง (dead zone หรือ dead band)

บริเวณไร้การตอบสนอง เป็นข้อกำหนดที่แสดงถึงขนาดสูงสุดของปริมาณที่ทำการวัดทางอินพุต โดยไม่ทำให้สัญญาณเอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลง หรือขนาดอินพุตสูงสุดที่ยังทำให้สัญญาณเอาต์พุตมีค่าเป็นศูนย์

ขนาด (dimension)

ขนาดของเซนเซอร์ เป็นขนาดทางกายภาพของเซนเซอร์ หรือ (กว้าง x ยาว x สูง) ที่ระบุมาประจำตัวเซนเซอร์นั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครีฟต์ (drift)

ครีฟต์ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของเซนเซอร์ วงจร หรือระบบ เมื่อเวลาในการใช้งานหรือสิ่งแวดล้อมภายนอกมีการเปลี่ยนแปลง

ฮิสเทอรีซิส (Hysteresis)

ฮิสเทอรีซิส เกิดขึ้นจากผลต่างของสัญญาณเอาต์พุตของเซนเซอร์เมื่อทำการตรวจวัดปริมาณฟิสิกส์ทางอินพุตโดยการปรับค่าจากน้อยไปหามากและปรับค่าลดลงจากมากไปน้อย คุณสมบัติฮิสเทอรีซิสนี้ก่อให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนขึ้นและส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของระบบหรืออุปกรณ์

การหน่วงสัญญาณ (lag)

การหน่วงสัญญาณ คือ การล่าช้าของสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตที่ทำการวัด ทั่วไปมีหน่วยเป็นวินาที (seconds) หรือเศษส่วนของวินาที

ความเป็นเชิงเส้น (linearity)

คุณสมบัติของความเป็นเชิงเส้น คือ ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตของเซนเซอร์ที่มีคุณสมบัติเป็นเชิงเส้น หรือมีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง

อายุการใช้งาน (operating life หรือ reliability)

อายุการใช้งานของเซนเซอร์ เป็นค่าแสดงถึงอายุใช้งานของเซนเซอร์ที่ยังคงให้คุณสมบัติในการทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดประจำตัวต่าง ๆ ที่ระบุมาให้ โดยทั่วไปอาจจะบอกมาในเทอมของ ระยะเวลา หรือจำนวนครั้งในการใช้งาน เป็นต้น

ย่านปฏิบัติงาน (range)

ย่านปฏิบัติงานของอุปกรณ์ใด ๆ ก็ตามแสดงถึงอัตราการทำงานต่อสัญญาณต่าง ๆ ในการทำงานของอุปกรณ์โดยยังคงสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยไม่เสียหาย ส่วนใหญ่ข้อกำหนดของอัตราการทำงานระบุรายละเอียดชนิดของสัญญาณมาด้วย

ผลตอบสนอง (response)

ผลตอบสนองของอุปกรณ์ คือ ช่วงเวลาที่อุปกรณ์นั้นใช้ในการตอบสนองสัญญาณเอาต์พุตให้มีความเท่ากับค่าเอาต์พุตสุดท้าย ทั่วไปมีหน่วยเป็นวินาที หรือเศษส่วนของวินาที หรือบางครั้งอาจบอกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเอาต์พุตสุดท้ายได้ด้วยตัวอย่างเช่น ถ้าข้อกำหนดของอุปกรณ์การวัดตัวหนึ่งระบุมาว่ามีผลตอบสนองทางเวลาเป็น 80% ใช้เวลา 2 วินาที นั้นหมายความว่าอุปกรณ์ตัวนี้จะใช้เวลา 2 วินาที เพื่อตอบสนองให้สัญญาณเอาต์พุตมีค่าประมาณ 80% ของค่าสุดท้าย

ความละเอียด (resolution)

ความละเอียดของเซนเซอร์หรืออุปกรณ์การวัด คือ ขนาดปริมาณอินพุตต่ำสุดที่อุปกรณ์สามารถวัดหรือตรวจสอบได้

ความไว (sensitivity)

ความไว คือ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุตของอุปกรณ์เทียบกับการเปลี่ยนแปลงของอินพุต สำหรับค่าความไวของเซนเซอร์ จะมีค่าเท่ากับผลต่างของสัญญาณเอาต์พุตในย่านการวัดที่กำหนดมาให้หารด้วยผลต่างของสัญญาณอินพุตซึ่งเป็นที่ทำการวัด

เสถียรภาพ (stability)

เสถียรภาพ บ่งชี้ถึงสัญญาณเอาต์พุตของอุปกรณ์หรือระบบว่ามีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยแค่ไหน เมื่อป้องกันสัญญาณอินพุตมีค่าคงที่ในช่วงเวลานาน ๆ ภายเงื่อนไขในการวัดที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากอุปกรณ์หรือระบบมีความเป็นเสถียรภาพแล้วสัญญาณเอาต์พุตควรมีคุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

ค่าเบี่ยงเบน (tolerance)

ค่าเบี่ยงเบน บอกถึงค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นขณะทำการวัด ในบางครั้งค่าเบี่ยงเบนนี้อาจใช้ในการแสดงถึงความแม่นยำของอุปกรณ์ได้อีกด้วย

บทที่ 2

เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิ (temperature) คือ ปริมาณทางฟิสิกส์ซึ่งเป็นหน่วยการวัดในการบ่งชี้ถึงระดับความร้อนหรือเย็นของอุปกรณ์ สารใด ๆ โดยขณะที่เรารู้สึกว่าร้อนหรือเย็นนั้น สาเหตุก็เนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลภายในสารกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า อุณหภูมิ คือ การวัดหรือการบ่งชี้ถึงระดับพลังงานจลน์เฉลี่ย (average kinetic energy) ของโมเลกุลอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลภายในสารนั่นเอง หากระดับพลังงานจลน์ในการเคลื่อนที่มีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของสารนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และในทางกลับกันอุณหภูมิจะมีค่าลดลงเมื่อพลังงานจลน์ในการเคลื่อนที่ลดลง

อุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ รวมทั้งเทคนิคในการนำเอาสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ไปใช้งานต่อหรือประมวลผลสัญญาณต่อไปในระบบการวัดหรือระบบควบคุมค่ากระบวนการ ในที่นี้เซนเซอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิจะเรียกว่า "เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)" แต่บางครั้งหากนำไปใช้วัดอุณหภูมิค่าสูงๆ อาจจะเรียกว่า "ไพโรมิเตอร์ (pyrometer)" ก็ได้

เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ หรือเทอร์โมมิเตอร์ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นมีด้วยกันมากมายหลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลักการในการตรวจสอบอุณหภูมิที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ซึ่งอาศัยคุณสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติการขยายตัวของเหลว (liquid expansion)
2. คุณสมบัติการขยายตัวของโลหะ (metal expansion)
3. คุณสมบัติของค่าความต้านทานทางไฟฟ้า (electrical resistance)
4. คุณสมบัติของการเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (thermoelectricity)
5. คุณสมบัติของสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ (solid - state)

1. คุณสมบัติการขยายตัวของเหลว (liquid expansion)

เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้จะอาศัยคุณสมบัติการขยายตัวในเชิงปริมาตรของเหลวเมื่ออุณหภูมิที่มากกระทำมีค่าเปลี่ยนแปลงไป โดยปริมาตรของเหลวที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นจะถูกปรับเทียบเปลี่ยนสเกลออกมาให้อยู่ในรูปหน่วยของอุณหภูมิที่ทำการวัดนั่นเอง ทั้งนี้หากเปรียบเทียบกับคุณสมบัติการขยายตัวเชิงปริมาตรในโลหะและก๊าซ เมื่ออุณหภูมิมีค่าเปลี่ยนแปลงไปผลว่าของเหลวจะมีคุณสมบัติในการขยายตัวเชิงปริมาตรได้มากกว่า ดังนั้นจึงทำให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงโดยอาศัยหลักการขยายตัวของของเหลว สามารถสังเกตผลและอ่านค่าได้ชัดเจนกว่าการใช้โลหะหรือก๊าซเป็นสารในการตรวจสอบอุณหภูมิ

1.1 เทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-glass

เทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-glass โครงสร้างประกอบด้วยหลอดแก้ว ทำเป็นรูเล็กๆ อยู่ตรงกลางของหลอด ภายในมีของเหลวบรรจุอยู่ และส่วนที่อยู่เหนือของเหลวอาจเป็นสุญญากาศหรือก๊าซก็ได้ ขณะที่ปลายด้านล่างของหลอดแก้วของเทอร์โมมิเตอร์ซึ่งเรียกว่า กระเปาะ (bulb) จะเป็นส่วนสำรองเก็บกักของเหลวไว้ ด้านข้างของหลอดแก้วจะทำเป็นสเกลแสดงผลในการวัดในหน่วยของอุณหภูมิที่กำลังวัดอยู่ ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิในการวัดมีค่าสูงขึ้นทำให้ของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในเทอร์โมมิเตอร์มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตามแนวตั้งภายในรูเล็กๆ ของหลอดแก้ว เป็นการบ่งชี้ถึงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ในขณะนั้น

1.2 เทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-metal

เทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-metal มีหลักการทำงานเหมือนกับเทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-glass แต่จะมีลักษณะโครงสร้างแตกต่างกัน โดยเทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-metal นี้ประกอบด้วยกระเปาะโลหะ (นิยมทำจากเหล็กสแตนเลส) บรรจุของเหลว เช่นปรอทหรือแอลกอฮอล์เอาไว้ภายใน ผลจากการขยายตัวเชิงปริมาตรของของเหลวภายในกระเปาะโลหะ อันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ทำการวัดอยู่ จะส่งผลให้เกิดแรงดันภายในท่ออ่อน (flexible tube) ซึ่งต่ออยู่แก่จวัด ทำให้เข็มชี้บนหน้าปัดของเกจวัดแสดงผลเป็นสัดส่วน โดยตรงกับค่าของอุณหภูมิที่ได้ทำการวัดอยู่

คุณสมบัติหลักซึ่งเป็นข้อดีของเทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-metal ที่เหนือกว่าเทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-glass คือ มีความทนทาน และแข็งแรงกว่า ทั้งที่ยังสามารถนำไปใช้ในงานที่มีการอ่านค่าระยะไกล (remote sensing) ได้อีกด้วย (ทั่วไปสามารถใช้งานได้ไกลถึง 35 เมตรห่างจากจุดตรวจสอบ) อย่างไรก็ตาม เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้จะมีราคาค่อนข้างแพงเมื่อเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-glass ดังนั้น จากข้อดีและคุณสมบัติข้างต้นจึงทำให้เทอร์โมมิเตอร์แบบ liquid-in-metal ถูกนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทางเคมี และในเครื่องยนต์ของยานพาหนะทั่วไป

2.คุณสมบัติการขยายตัวของโลหะ (metal expansion and the bimetallic strip)

ในที่นี้คำว่า "bimetallic strip" หมายถึง อุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยแผ่นโลหะสองชนิดที่มีความหมายเท่ากัน แต่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (coefficient of expansion) ต่างกัน นำมายึดติดเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 เทอร์โมสแตตแบบ bimetallic

จากหลักการทำงานของแผ่น โลหะคู่ bimetallic strip ที่เกิดการโค้งงอขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่มากกระทำมีค่าสูงขึ้นและจะกลับสู่สภาพเดิมเมื่ออุณหภูมิมียุ่ต่ำลงเข้าสู่สภาวะปกติ จึงมีการนำเอา bimetallic strip มาทำหน้าที่เป็นเสมือนสวิตช์ควบคุมทำการเปิดวงจรหรือต่อวงจรให้กับระบบกำเนิดความร้อน หรือวงจรฮีตเตอร์ (heater circuit) ซึ่งเรียกสวิตช์ลักษณะเช่นนี้ว่า "เทอร์โมสแตต"

เทอร์โมสแตต ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์สำคัญส่วนหนึ่งในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย ในครัวเรือน สามารถพบเห็นได้เบะมีความคุ้นเคยในการดำเนินชีวิตประจำวัน เช่น ปุ่มปรับอุณหภูมิในเตารีดไฟฟ้า เตอบไฟฟ้า เครื่องต้มน้ำไฟฟ้า เป็นต้น

2.2 เทอร์โมมิเตอร์แบบ bimetallic

เทอร์โมมิเตอร์ แบบ bimetallic มีโครงสร้างทั่วไปประกอบด้วยแผ่นโลหะแบบ bimetallic ทำเป็นเกลียวโดยมีปลายด้านหนึ่งถูกยึดไว้คงที่ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อยึดอยู่กับแกนหมุนซึ่งเชื่อมโยงไปยังเข็มชี้แสดงผลที่หน้าปัดเกจวัด ดังนั้นอาศัยหลักการทำงานของแผ่นโลหะคู่แบบ bimetallic เมื่ออุณหภูมิในการวัดมีการเปลี่ยนแปลงจึงทำให้เกิดการบิดตัวของแผ่นโลหะเกลียว และส่งผลไปยังแกนหมุนควบคุมให้เข็มชี้เคลื่อนที่แสดงผลเป็นสัดส่วนกับค่าของอุณหภูมิที่ทำการวัด

ด้วยรูปทรงที่กะทัดรัด มีความแข็งแรงทนทาน รวมทั้งมีราคาที่ไม่แพงนัก จึงทำให้เทอร์โมมิเตอร์แบบ bimetallic นิยมนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตต่างๆ สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิในเตาเผาไฟฟ้า ท่อส่งน้ำร้อน หรือหม้อไอน้ำแรงดันสูง โดยมีช่วงอุณหภูมิที่ให้ค่าในการวัดมีความเที่ยงตรงสูงอยู่ที่ประมาณ 238°K ถึง 873°K (หรือประมาณ -35°C ถึง $+600^{\circ}\text{C}$) อย่างไรก็ตาม เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้จะมีผลตอบสนองต่อค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปค่อนข้างช้า ทั้งยังจำเป็นต้องมีการปรับเทียบค่าในการวัดบ่อยครั้งเนื่องจากผลของแผ่นโลหะคู่ bimetallic strip และไม่เหมาะกับงานในลักษณะการอ่านค่าระยะไกลอีกด้วย

3. คุณสมบัติของค่าความต้านทานทางไฟฟ้า (electrical resistance)

3.1 RTD (resistance temperature detector)

RTD เป็นเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิที่นำเอาคุณสมบัติพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัสดุตัวนำกับอุณหภูมิรอบข้างดังกล่าวข้างต้นมาประยุกต์ใช้งาน โดยรูปแบบของ RTD ลักษณะต่างๆ ที่ใช้งาน การประยุกต์ใช้งาน RTD มักนิยมนำไปต่อร่วมกับวงจรบริดจ์แบบวีตสโตน (Wheatstone bridge circuit) เพื่อพัฒนาทำเป็นเทอร์โมมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ electrical resistance RTD ทำจากขดลวดตัวนำพันรอบแกนเซรามิก บรรจุอยู่ในฝาครอบป้องกัน ปลายลวดตัวนำจะถูกต่อกลับไปเป็นแขนข้างหนึ่งของวงจรบริดจ์

3.2 เทอร์มิสเตอร์ (thermistor)

เทอร์มิสเตอร์ (thermistor) นั้นเกิดจากรากศัพท์สองคำ คือ thermal + resistor เป็นเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิอีกประเภทหนึ่งที่น่าสนใจที่อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัสดุกับอุณหภูมิเช่นเดียวกับหลักการของ RTD เทอร์มิสเตอร์ทำมาจากวัสดุประเภทสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) ซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับโลหะออกไซด์ เช่น แมงกานีส นิกเกิล โคบอลต์ หรือ โครเมียม เป็นต้น และด้วยคุณสมบัติของวัสดุดังกล่าวที่มีความไวสูงในการแปรค่าความต้านทานไฟฟ้าต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ดังนั้น ค่าอุณหภูมิเดียวกันแล้วเทอร์มิสเตอร์จึงมีคุณสมบัติของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าได้มากกว่าเมื่อเทียบกับ RTD

4. คุณสมบัติของการเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (thermoelectricity)

คุณสมบัติของการเปลี่ยนอุณหภูมิเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (thermoelectricity) หมายถึง สัญญาณไฟฟ้าซึ่งกำเนิดโดยพลังงานความร้อน ปรากฏการณ์นี้ถูกค้นพบโดย Thomas J. Seebeck ในราวปี ค.ศ. 1821 และต่อมาได้เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Seebeck effect

ปรากฏการณ์ Seebeck effect เกิดจากการนำเอาโลหะตัวนำต่างชนิดกันสองตัว เช่น บิสมัทกับทองแดงนำมาเชื่อมปลายเข้าด้วยกันแล้วให้ความร้อน จะให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า e.m.f นี้ว่า "แรงดันไฟฟ้า Seebeck (Seebeck voltage, v_s)" หลังจากนั้นไม่นานนัก A.C Becquerel ได้นำหลักการของ Seebeck effect ไปประยุกต์ใช้เป็นเซนเซอร์สำหรับการตรวจวัดอุณหภูมิ และตั้งชื่ออุปกรณ์ชนิดนี้ว่า "เทอร์โมคัปเปิล (thermocouple)" กราฟคุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ

4.1 เทอร์โมคัปเปิล (thermocouple)

วงจรเทอร์โมคัปเปิลพื้นฐานและลักษณะของเทอร์โมคัปเปิลในรูปแบบต่างๆ เทอร์โมคัปเปิลซึ่งถูกบรรจุในฝาครอบป้องกันจะทำหน้าที่เป็นโพรบ (probe) นำไปยึดติดกับชิ้นงานหรืออุปกรณ์ที่ต้ององการตรวจสอบอุณหภูมิ ดังนั้นเมื่อเกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่จุดตรวจสอบ (hot junction) กับจุดอ้างอิง (Cold junction) แล้ว คิวณคุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลจึงทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า e.m.f หรือแรงดันไฟฟ้า Seebeck ขึ้น (ปกติมีค่าอยู่ในช่วง mV) เป็นผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลขึ้นในวงจร โดยมีขนาดและทิศทางในการไหลขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะตัวนำของเทอร์โมคัปเปิลและค่าของอุณหภูมิที่จุดตรวจสอบ โวลต์มิเตอร์ที่ต่อทางด้านปลายอีกด้านหนึ่งทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แสดงผลให้กับผู้อ่านค่าซึ่งมีการปรับเทียบให้ค่าที่อ่านออกมาอยู่ในหน่วยอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คุณสมบัติของสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ (Solid-state)

คุณสมบัติในการทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิทั้งสามชนิด คือ เทอร์มิสเตอร์ RTD และเทอร์โมคัปเบิล ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายทั่วไปพอสรุปเปรียบเทียบได้ด้วยกราฟ ผลตอบสนองต่ออุณหภูมิ จะเห็นว่าผลตอบสนองของเทอร์มิสเตอร์มีความไม่เป็นเชิงเส้นสูงและย่านการวัดแคบ ส่วนเทอร์โมคัปเบิล จะให้ผลตอบสนองค่อนข้างไม่เป็นเชิงเส้น มีย่านวัดกว้าง แต่สัญญาณเอาต์พุตที่ได้มีขนาดเล็กมาก ทั้งต้องการจุดอ้างอิงอุณหภูมิในการวัดอีกด้วย ในขณะที่ RTD จะมีผลตอบสนองที่มีความเป็นเชิงเส้นแต่ยังคงมีขนาดของสัญญาณเอาต์พุตเล็กมาเช่นกัน ด้วยปัจจัยสำคัญที่เป็นข้อจำกัดในการใช้งานของเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิทั้งสามชนิดข้างต้น จึงได้มีการพัฒนานำเอาคุณสมบัติของสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำมาทำในรูปแบบของวงจร



บทที่ 3

เซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดและการเคลื่อนที่

เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดระยะขจัด (displacement) ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของวัตถุหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในที่นี้ การเคลื่อนที่ (motion) คือ การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุ หรือ ลักษณะของการหมุนรอบเป็นวงของวัตถุ ซึ่งทำให้เกิดระยะขจัดขึ้น พิจารณาตัวอย่างการเคลื่อนที่ของรถไฟฟ้า จะเห็นว่ามี การเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น (linear motion) ไปในทิศทางจากจุด A ไปยังจุด B แล้วทำให้เกิดระยะขจัดขึ้นเท่ากับ d เมตร ณ ที่เวลาใด ๆ ความเร็ว (velocity) ในการเคลื่อนที่ของรถไฟจะมีค่าเท่ากับ v เมตรต่อวินาที (meters per second, $m.s^{-1}$)

นอกจากการเคลื่อนที่เชิงเส้นแล้วเมื่อพิจารณาไปที่ล้อของรถไฟฟ้า ยังพบว่ามี การเคลื่อนที่แบบเชิงมุม (angular motion) เกิดขึ้นอีกด้วย ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากการหมุนของล้อรถนั่นเอง กล่าวคือ เมื่อล้อรถหมุนไปเป็นมุมเท่ากับ θ เรเดียน (radian) แล้วจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงมุม (angular velocity) เท่ากับ ω เรเดียนต่อวินาที (radian per second, $rad.s^{-1}$) และถ้าอัตราเร่งมีค่าเพิ่มขึ้นตัวรถก็จะมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้นเช่นกันด้วยอัตราเท่ากับ α เรเดียนต่อวินาที² (radian per square per second)

1. ระยะขจัดเชิงเส้น (Linear displacement)

ระยะขจัด หมายถึง ระยะทางในการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุเมื่อวัดเทียบกับจุดอ้างอิง หากการวัดระยะทางมีทิศทางเป็นเส้นตรงจะเรียกระยะขจัดที่เกิดขึ้นแบบนี้ว่า "ระยะขจัดเชิงเส้น" และในอีกลักษณะหนึ่งถ้าหากทำการวัดระยะทางในลักษณะของมุมในการหมุนรอบแกนหมุนจะเรียกระยะขจัดลักษณะนี้ว่า "ระยะขจัดเชิงมุม"

อุปกรณ์ทางกลพื้นฐานที่ใช้สำหรับตรวจวัดระยะขจัดเชิงเส้นที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปนั้นมีมากมาย เช่น ไม้มิครัด ไมโครมิเตอร์ (micrometer) และเวอร์เนีย (venire) เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้นำไปใช้งานได้ง่าย สะดวก แต่ก็มีข้อเสีย คือ ความแม่นยำในการวัดขึ้นอยู่กับทักษะของผู้ทำการวัดเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังไม่สามารถทำการวัดค่าในระยะไกล (remote measurement) ได้อีกด้วย ปัจจุบันอุปกรณ์ทางกลซึ่งมีการนำไปใช้ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดระยะขจัดเชิงเส้นอย่างแพร่หลายก็คือ "DTI (dial test indicator)" ซึ่งอุปกรณ์ DTI นี้จะมีความแม่นยำรวดเร็ว มากกว่าอุปกรณ์ทางกลพื้นฐานที่ได้กล่าวมาข้างต้น โครงสร้างและคุณสมบัติการทำงาน ของ DTI มีรายละเอียดดังจะได้กล่าวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 DTI (dial test indicator)

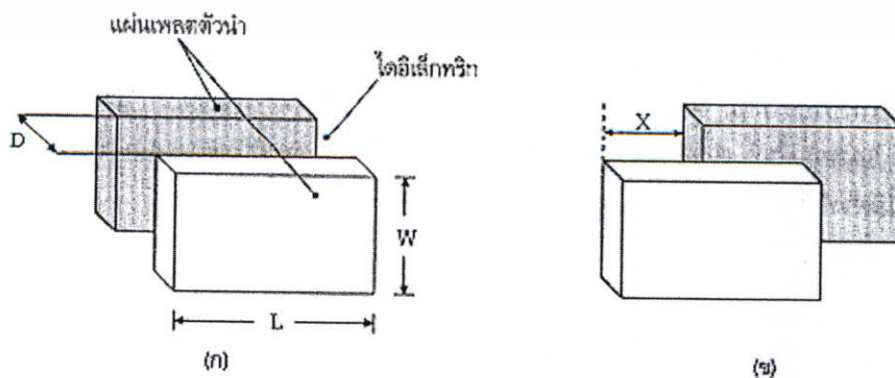
DTI คือ เซนเซอร์ตรวจวัดระยะขจัดเชิงเส้นชนิดหนึ่งที่มีการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ อย่างมากมาย โครงสร้างพื้นฐานของ DTI ตัวถึง DTI จะถูกยึดติดกับวัตถุที่ต้องการตรวจวัดระยะขจัดที่เกิดขึ้น โดยมีแท่งวัด (plunger) และหัวเข็ม (stylus) ทำหน้าที่เป็นส่วนตรวจสอบสัมผัสอยู่กับวัตถุนั้น ระยะขจัดที่เกิดขึ้นและตรวจได้จะถูกขยายได้มากขึ้น โดยอาศัยอัตราเฟืองทดภายในตัว DTI และถูกเข็มชี้แสดงผลบนหน้าปัดสามารถหมุนปรับค่าได้ทั้งนี้ก็เพื่อปรับค่าตำแหน่งอ้างอิงได้นั่นเอง

เนื่องจาก DTI ใช้งานได้ง่าย มีความสะดวกและรวดเร็ว รวมทั้งความแม่นยำอีกด้วย ดังนั้นโดยทั่วไปจึงพบว่า DTI ถูกนำไปประยุกต์ใช้แพร่หลายในการตรวจวัดระยะขจัดในกระบวนการผลิตต่างๆ ตลอดจนในการใช้งานด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม ตัวอย่าง เช่น ใช้ตรวจสอบขนาดของผลิตภัณฑ์ในงานควบคุมคุณภาพ ใช้ในการปรับแต่งเครื่องจักรกลโรงงาน หรือตรวจสอบขนาดผลิตภัณฑ์ที่บรรจุลงหีบห่อ

1.2 โปเทนทีโอมิเตอร์ (Potentiometer)

โพนเทนทีโอมิเตอร์ เป็นตัวต้านทานทางไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีสามขั้วและสามารถปรับค่าได้ โครงสร้างทั่วไปของโพนเทนทีโอมิเตอร์แสดงได้ประกอบด้วย หน้าสัมผัส (sliding contact) ที่สามารถเลื่อนขึ้นหรือลงผ่านตามความยาวของลวดความต้านทานได้ โดยหน้าสัมผัสหรือบางครั้งนิยมเรียกว่า "ไวเปอร์ (wiper)" นี้จะถูกต่อเชื่อมกับแท่งวัดซึ่งต่ออยู่กับวัตถุที่ต้องการตรวจสอบระยะขจัด ทั่วไปแล้วรูปแบบของหน้าสัมผัสของโพนเทนทีโอมิเตอร์มักมีการออกแบบแตกต่างกันออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยและเงื่อนไขในการนำไปประยุกต์ใช้งาน แต่ไม่ว่าจะมีรูปแบบไหน วัสดุที่นำมาใช้ทำหน้าสัมผัสมักนิยมทำมาจากโลหะทองแดงผสมเสียเป็นส่วนมาก ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าโลหะทองแดงผสมมีความยืดหยุ่นตัวสูงจึงทำให้นำไปขึ้นรูปทรงแบบต่างๆ ได้ง่าย รวมทั้งยังมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีอีกด้วย ส่วนลวดความต้านทานของโพนเทนทีโอมิเตอร์นั้นนิยมทำมาจากลวดนิเกิลหรือลวดแพลทินัม นำมาพันรอบแกนที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้า

1.3 กปาซิทีฟเซนเซอร์ (capacitive sensor)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวัดระยะขจัดด้วยหลักการนี้จะอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบปรับค่าได้พิจารณาโครงสร้างของตัวเก็บประจูดังรูป (ก) ซึ่งประกอบด้วยแผ่นเพลตตัวนำ (conductive plate) สองแผ่นวางขนานกันอยู่ โดยมีไดอิเล็กทริก (dielectric) ทำหน้าที่เป็นฉนวนกั้นกลางระหว่างแผ่นเพลตทั้งสอง ไดอิเล็กทริกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า เช่น วัสดุจำพวก ไมกา แก้ว น้ำมันก๊าด หรืออากาศ เป็นต้น

คาปาซิทีฟเซนเซอร์ คือ ตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบปรับค่าได้ที่ใช้อากาศเป็นฉนวน ไดอิเล็กทริก ประกอบด้วยแผ่นเพลตตัวนำสองชุด ชุดหนึ่งเป็นแผ่นเพลตตัวนำอยู่กับที่ (stator) และอีกชุดหนึ่งเป็นแผ่นเพลตตัวนำหมุน (rotor) โดยค่าความจุไฟฟ้าของคาปาซิทีฟเซนเซอร์ที่เกิดขึ้นซึ่งมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามการหมุนของแผ่นเพลตตัวนำหมุน สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

1. ค่าความจุไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าต่ำสุด เมื่อแผ่นเพลตหมุนเนื่องจากพื้นที่ของ A ในที่นี้มีค่าต่ำสุด
2. ค่าความจุไฟฟ้าที่ได้จะมีค่ามากที่สุด เมื่อแผ่นเพลตหมุนทั้งนี้เพราะพื้นที่ A กรณีนี้มีค่ามากที่สุดนั่นเอง

จากคุณสมบัติการทำงานของคาปาซิทีฟเซนเซอร์จะเห็นว่าสัญญาณเอาต์พุตของเซนเซอร์ชนิดนี้อยู่ในรูปของค่าความจุไฟฟ้าที่มีค่าแปรเปลี่ยนเป็นเชิงเส้นไปตามระยะขจัดซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่หรือการหมุนของแผ่นเพลตตัวนำ ดังนั้นการนำคาปาซิทีฟเซนเซอร์ไปใช้งานจึงจำเป็นต้องมีวงจรทำหน้าที่ปรับสภาพสัญญาณเอาต์พุตที่ได้ให้ออกมาอยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าเสียก่อน รวมทั้งนำไปใช้ตรวจวัดระยะขจัดที่มีขนาดเล็ก ทำให้คาปาซิทีฟเซนเซอร์ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานเฉพาะด้านเท่านั้น เช่น ใช้ในระบบการตรวจสอบพื้นที่ผิวของวัตถุ หรือใช้ในระบบการตรวจสอบการเกิดรอยร้าวของโครงสร้าง เป็นต้น

2 ระยะขจัดเชิงมุม (angular displacement)

ระยะขจัดเชิงมุมนั้นเกิดขึ้นได้เสมอในอุปกรณ์หรือเครื่องมือทางกล นอกจากนี้แล้วระยะขจัดเชิงมุมยังเป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการบ่งชี้และการตรวจสอบสมรรถนะของระบบทางกล รวมทั้งยังเป็นตัวแปรสำคัญในระบบควบคุมตำแหน่งวัตถุอีกด้วย ตัวอย่างเช่น ความเร็วเชิงมุม (หรือระยะขจัดเชิงมุมเมื่อพิจารณาเทียบกับเวลา) ของล้อรถยนต์จะมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วยของรถยนต์คันนั้น ดังนั้นเมื่อติดตั้งเซนเซอร์เข้าไปที่ล้อรถเพื่อตรวจสอบวัดความเร็วเชิงมุมของรถขณะนั้น และนำข้อมูลความเร็วเชิงมุมนั้นไปปรับเทียบให้กลายเป็นความเร็วเชิงเส้นและแสดงผลโดยผ่านสปีโดมิเตอร์ (Speedometer) ให้กับผู้ขับขี่รถยนต์ทราบถึงสมรรถนะทางความเร็วของรถยนต์ในขณะนั้น

2.1 ทาโคเจนเนอเรเตอร์ (tachogenerator)

ทาโคเจนเนอเรเตอร์ เกิดจากความหมายของคำสองคำผสมกัน คือ ทาโคมิเตอร์ (tachmeter) กับเจนเนอเรเตอร์ (generator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาโคมิเตอร์ หมายถึง อุปกรณ์วัดสำหรับใช้ในการตรวจวัดการหมุนของเพลลาหมุน โดยคำว่า "ทาโคมิเตอร์ (tachometer)" นี้เป็นคำมาจากภาษากรีกโบราณว่า "takhos" ซึ่งมีความหมายว่า การวัดความเร็ว

เจนเนอเรเตอร์ หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ดังนั้น ความหมายโดยรวมของทาโคเจนเนอเรเตอร์จึงหมายถึง เครื่องจักรกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนการหมุนซึ่งเป็นแรงทางกลให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าแปรผันตรงกับความเร็วในการหมุน ในการใช้งานทาโคเจนเนอเรเตอร์มักต้องต่อกับเพลลาหมุน โดยใช้สายพาน เกียร์ หรือเฟืองทดที่มีอัตราทดกันได้เช่นกัน เป็นต้น ถึงแม้ว่าสัญญาณเอาต์พุตของทาโคเจนเนอเรเตอร์ หนึ่งตัวไปจะมีค่าเป็นแรงดันไฟฟ้าซึ่งแปรผันโดยตรงกับความเร็วเชิงมุมในการหมุน อย่างไรก็ตาม ความเร็วเชิงมุมในการหมุนของเพลลา ก็คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของระยะขจัดเชิงมุมเมื่อเทียบกับเวลา ดังนั้น หากเราทำการอินทิเกรต (integral) ค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากทาโคเจนเนอเรเตอร์เทียบกับเวลาแล้ว ก็จะได้ผลลัพธ์เป็นค่าระยะขจัดเชิงมุมที่กำลังตรวจวัดนั่นเอง

สรุปได้ว่าทั้งเอซีทาโคเจนเนอเรเตอร์และซีดีทาโคเจนเนอเรเตอร์ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวางในระบบการผลิตอัตโนมัติ ในเครื่องจักรทางกล และระบบสอบการทำงานของเครื่องกำหนดพลังงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ เป็นต้น

3. พรอกซีมิตี (proximity)

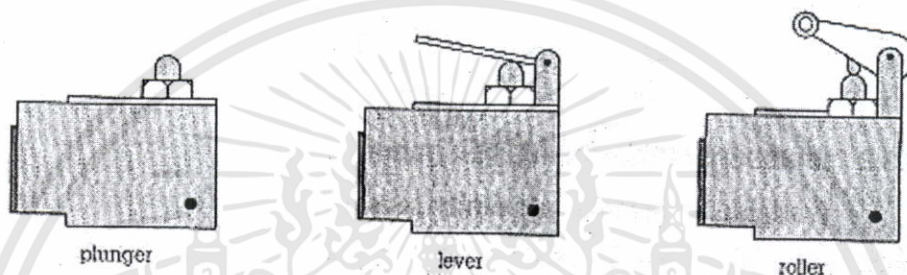
การตรวจวัดแบบพรอกซีมิตี หมายถึง การบ่งชี้หรือแจ้งเตือน เมื่อตำแหน่งปัจจุบันของมนุษย์ สัตว์ หรือวัตถุ เข้ามาอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่กำหนดไว้หรือเข้ามาใกล้บริเวณตำแหน่งที่ได้ทำการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นการตรวจวัดระยะขจัดเชิงเส้น ระยะขจัดเชิงมุม ความเร็ว จึงนับว่าเป็นส่วนหนึ่งของลักษณะการตรวจวัดดังกล่าวได้เช่นกันยกตัวอย่างเช่น เซนเซอร์พรอกซีมิตีนิยมใช้สำหรับตรวจวัดการหมุน โดยจะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แสดงตำแหน่งปัจจุบันของจุดอ้างอิงบนเพลลาหมุน อธิบายได้ว่า เมื่อเพลลาหมุนไปในทิศทางหนึ่ง ๆ จำนวนครั้งที่เซนเซอร์พรอกซีมิตีสามารถตรวจจับจุดอ้างอิงบนเพลลาต้องมิต้องมีค่าเท่ากับจำนวนครั้งในการหมุนของเพลลา นอกจากนี้มีเซนเซอร์พรอกซีมิตีสามารถตรวจวัดระยะขจัดเชิงมุมได้ การตรวจวัดหาค่าความเร็ว อัตราเร่ง ก็สามารถหาค่าได้เช่นกัน โดยพิจารณาเทียบกับเวลา

ลักษณะการตรวจวัดแบบพรอกซีมิตีนี้ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการตรวจสอบและแสดงผลตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ในสายการผลิต ระบบนับจำนวนผลิตภัณฑ์บนสายพานการผลิตเพื่อที่จะนำไปบรรจุหีบห่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ไมโครสวิตช์ (micro switch)

ไมโครสวิตช์ คือ สวิตช์ขนาดเล็ก การทำงานอาศัยการเคลื่อนที่ขนาดเล็กมากๆ ของหน้าสัมผัส ทำให้สวิตช์ประเภทนี้มีความไวในการทำงานมาก และมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานเป็นเซนเซอร์พรอกซิมิตีลักษณะที่ต้องมีการสัมผัสโดยตรง รูปแบบต่างๆ ของไมโครสวิตช์ซึ่งมีรูปแบบของหน้าสัมผัสแตกต่างกันไปตามลักษณะของการนำไปประยุกต์ใช้งาน ปกติหน้าสัมผัสของไมโครสวิตช์เป็นไปทั้งหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (normally close) หรือ แบบปกติเปิด (normally open) ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับจุดประสงค์ของการใช้งานว่าต้องการให้สวิตช์ทำหน้าที่ตัดหรือต่อวงจรทำงาน



ด้วยคุณสมบัติของไมโครสวิตช์ที่มีความทนทานต่อการใช้งาน และทนทานต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ รวมไปถึงนำไปใช้งานได้ง่าย มีราคาถูก จึงทำให้มีการนำเอาไมโครสวิตช์ไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนิยมเอาไปใช้เป็นเซนเซอร์พรอกซิมิตีเพื่อทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์หน้าสัมผัสทำงาน โดยอาศัยแรงกระทำจากวัตถุ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานไมโครสวิตช์ อย่างเช่น ในลักษณะงานของความปลอดภัย มักนำเอาไมโครสวิตช์ไปทำหน้าที่สวิตช์หยุดการทำงานของเครื่องจักร หรือแจ้งเตือนด้วยเสียงให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรทราบ กรณีฝาครอบป้องกันอันตรายยังเปิดอยู่หรือในการควบคุมคุณภาพ ซึ่งจะใช้ไมโครสวิตช์เป็นตัวทดสอบขนาดและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ว่าเป็นไปตามคุณสมบัติที่กำหนดหรือไม่ ทดสอบโดยการเอาน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มาเป็นแรงกระทำกับหน้าสัมผัสของไมโครสวิตช์ ในทางกลับกันหากน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไมโครสวิตช์ก็จะไม่ทำงาน

3.2 เซนเซอร์พรอกซิมิตีแบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (variable reluctance proximity sensor)

เซนเซอร์พรอกซิมิตีแบบแปรค่ารีลักแตนซ์ บางครั้งอาจเรียกอุปกรณ์แบบนี้ว่า "Magnetic pick-up" เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กขนาดเล็ก ใช้สำหรับตรวจวัดระยะขจัดเชิงมุม หลักการทำงานอาศัยการตรวจสอบการแปรค่าของแม่เหล็กไฟฟ้า (ค่ารีลักแตนซ์เปลี่ยนแปลง) เพื่อส่งผลให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นทางเอาต์พุตของเซนเซอร์ โครงสร้างของเซนเซอร์ประเภทนี้จึงประกอบด้วยขดลวดขนาดเล็กทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบรรจุอยู่ในตัวถังที่เป็นฝาครอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกัน และนำไปติดตั้งไว้ใกล้ ๆ กับแกนหรือเพลอาหมุนที่ต้องการวัดระยะจัดเชิงมุม เช่น การตรวจวัดตำแหน่งพื้นเฟืองของเกียร์ที่ทำมาจากวัสดุประเภทเหล็ก

เมื่อล้อเกียร์หมุน ไปจนกระทั่งตำแหน่งพื้นเฟืองที่ทำมาจากเหล็กเข้าไปใกล้กับตำแหน่งหัว pick - up ทำให้ผลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่าเปลี่ยนแปลงไป เป็นผลให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นทางเอาต์พุตของเซนเซอร์แรงดันเอาต์พุตที่เกิดขึ้นนี้จะมีลักษณะเป็นสัญญาณพัลส์สามารถแสดงผลได้ด้วยโวลต์มิเตอร์หรือแอมป์มิเตอร์ ดังนั้นการตรวจวัดระยะจัดเชิงมุมที่เกิดขึ้นจากการหมุนของล้อเกียร์นี้จึงสามารถวัดหรือคำนวณได้จากจำนวนพัลส์ของแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์

3.3 เซนเซอร์พรอกซ์ิมิตีแบบฮอลล์เอฟเฟกต์ (hall-effect proximity sensor)

เซนเซอร์พรอกซ์ิมิตีแบบฮอลล์เอฟเฟกต์ อาศัยหลักการทำงานของสนามแม่เหล็ก เช่นเดียวกับเซนเซอร์พรอกซ์ิมิตีแบบแปรค่าล็กแดนซ์ โดยสามารถตรวจวัดสนามแม่เหล็กที่มีขนาดเล็กมากหรือสามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณเล็กน้อยของความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กได้ หลักการทำงานพื้นฐานของฮอลล์เอฟเฟกต์ กระแสที่ไหลในตัวนำไฟฟ้าหรือในสารกึ่งตัวนำขึ้นกับปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กที่มากระตุ้น และการเปลี่ยนแปลงของกระแสทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (e.m.f) ตกคร่อมตัวนำนั้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นนี้มีค่าเป็นสัดส่วน โดยตรงกับปริมาณเส้นแรงแม่เหล็กที่มากระตุ้น และจากหลักการพื้นฐานดังกล่าวจึงสามารถนำเอาฮอลล์เอฟเฟกต์ไปใช้งานเป็นเซนเซอร์พรอกซ์ิมิตีได้เช่นกัน ส่วนมากฮอลล์เอฟเฟกต์มักทำมาจากสารกึ่งตัวนำเนื่องจากให้ผลการทำงานที่เที่ยงตรงและมีความแม่นยำ ทำให้เซนเซอร์พรอกซ์ิมิตีแบบฮอลล์เอฟเฟกต์นิยมทำมาจากสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำในลักษณะของวงจรรวม (integrated circuit, IC) ขนาดเล็กบรรจุในโพรบเพื่อใช้สำหรับตรวจวัดการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีโลหะจำพวกเหล็กเป็นองค์ประกอบ ลักษณะโดยทั่วไปของเซนเซอร์พรอกซ์ิมิตีแบบฮอลล์เอฟเฟกต์ที่ใช้งานในปัจจุบัน

3.4 ออปติคัลเซนเซอร์ (optical sensor)

ออปติคัลเซนเซอร์เป็นเซนเซอร์ทำงานด้วยหลักการส่งผ่านของแสง มีส่วนประกอบหลักสำคัญ คือแหล่งกำเนิดแสง (light source) และตัวตรวจจับแสง (light detector) หลักการทำงานพื้นฐานของออปติคัลเซนเซอร์ในที่นี้ LED ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง และโฟโตทรานซิสเตอร์ (phototransistor) ซึ่งมีคุณสมบัติในการทำงานเปลี่ยนแปลงตามแสงที่ตกกระทบตัวมัน ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจ้งแสง ลำแสงที่ใช้เป็นตัวกลางในการส่งผ่านสื่อสารข้อมูลระหว่างตัวส่ง คือ แหล่งกำเนิดแสงกับตัวตรวจจ้งหรือตัวรับ นิยมใช้แสงสีแดง (visible red light) หรือแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินฟราเรด (infrared light) โดยแหล่งกำเนิดแสงสีแดงจะทำการติดตั้งและทำการบำรุงรักษาได้ง่าย ในขณะที่แสงอินฟราเรดนั้นมีผลการรบกวนสัญญาณจากแหล่งกำเนิดแสงอื่นน้อยกว่า

3.5 เซนเซอร์แบบรีดสวิทช์ (reed switch)

เซนเซอร์แบบรีดสวิทช์ ประกอบด้วยหน้าสัมผัสแผ่นบางๆ ยึดหุ่ยนตัวได้ ปกติทำมาจากวัสดุจำพวกสารแม่เหล็กผนึกแน่นในหลอดแก้วเนื่องจากหน้าสัมผัสของรีดสวิทช์เป็นวัสดุที่มีองค์ประกอบของสารแม่เหล็กเป็นหลัก ดังนั้นเมื่อนำเอาไปวางใกล้ๆ กับบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กแล้ว ก็จะทำให้สวิทช์ดังกล่าวนี้มีการทำงานหน้าสัมผัสทำการต่อวงจร (on) หรือทำการเปิดวงจร (off) ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะของการใช้งาน

4. อัตราเร่ง (acceleration)

อัตราเร่ง คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วเทียบกับเวลา ในที่นี้เครื่องมือที่ใช้วัดอัตราเร่ง จะเรียกว่า "มิเตอร์วัดอัตราเร่ง หรืออาจจะเรียกทับศัพท์ว่า แอ็กเซเลอโรมิเตอร์ (accelerometer)" โดยสามารถแบ่งลักษณะการตรวจวัดได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การตรวจวัดการช็อก (shock) และการสั่นสะเทือน (vibration) โดยที่การช็อก หมายถึง อัตราเร่งขนาดมหาศาลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ การสั่นสะเทือน หมายถึง อัตราเร่งขนาดเล็กที่เกิดขึ้นซ้ำกันไปเรื่อยๆ
2. การตรวจวัดอัตราเร่งของวัตถุ เช่น การตรวจวัดอัตราเร่งของเรือ

เครื่องบิน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการระบุตำแหน่งความเร็ว และระยะทางที่ได้จากการเคลื่อนที่

อัตราเร่งมีหน่วยการวัดเป็นเมตรต่อวินาที² (meter per square second, $m.s^{-2}$) แต่ในบางครั้งอาจแสดงหน่วยในการวัดออกมาอยู่ในเทอมของอัตราเร่งต่อค่าแรงโน้มถ่วง (gravity, g) ก็ได้ โดยทั่วไปค่าของ g นั้นมีค่าแตกต่างกันไปตามตำแหน่งที่ทำการวัด แต่สำหรับการวัดกรณีปกติซึ่งมีตำแหน่งอยู่ภายในโลกเราแล้วจะมีค่า g เท่ากับ $9.80665 m.s^{-2}$ หรืออาจประมาณได้เป็น $9.81 m.s^{-2}$

เนื่องจากอัตราเร่งของวัตถุใด ๆ มีค่าเท่ากับแรงกระทำทางกลหารด้วยมวล (mass) ของวัตถุนั้น ดังนั้นหลักการพื้นฐานในการตรวจวัดอัตราเร่งของวัตถุ จึงนิยมวัดแรงทางกลที่มากระทำกับวัตถุนั้นเพียงปริมาณเดียว เพราะโดยปกติเรามักจะทราบค่าของมวลอยู่แล้ว

บทที่ 4

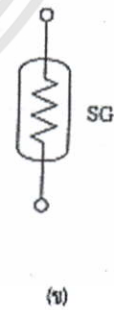
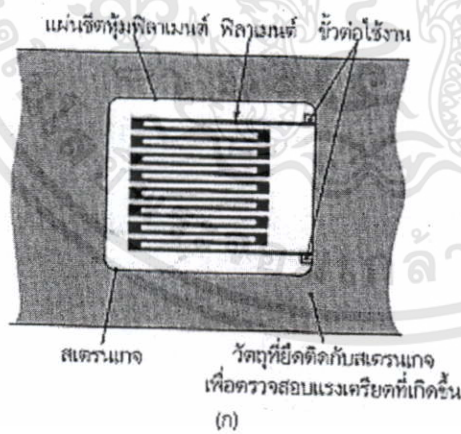
เซนเซอร์ตรวจวัดแรงกระทำทางกล

แรงทางกลที่มากกระทำวัตถุหรือระบบ เป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่มีความสำคัญอย่างมาก ในระบบควบคุมกระบวนการ (Process system) และระบบเซอร์โว (Servo system) เพราะในการทำงานของเครื่องจักร เครื่องยนต์ต่างๆ พบว่ามีแรงบิดเกิดขึ้นในองค์ประกอบหลายส่วนของระบบ แรงทางกลกลับยังเป็นตัวแปรพื้นฐานสำคัญในการนำไปเป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบอีกด้วยหากการตรวจวัดแรงทางกลที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างถูกต้อง แม่นยำแล้ว ย่อมส่งผลให้การออกแบบเครื่องกล เครื่องยนต์ รวมไปถึงรถยนต์ และเครื่องบิน มีสมรรถนะ ในการทำงาน ของระบบดังกล่าวสูงขึ้น เช่น มีประสิทธิภาพสูงขึ้น น้ำหนักเบา ราคาสูงขึ้น หรือมีเสถียรภาพมากขึ้น

1. เพียโซรีซิสทีวิตี (piezoresistivity)

เพียโซรีซิสทีวิตี เป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุตัวนำของวัสดุตัวนำที่แสดงถึงคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานภายในเมื่อความยาวหรือพื้นที่ที่วัสดุตัวนำมีค่าเปลี่ยนไป คุณสมบัติเพียโซรีซิสทีวิตีนี้

2. สเตรนเกจ (Strain gauge)



สเตรนเกจเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดชนิดหนึ่งที่สำคัญคุณสมบัติเพียโซรีซิสทีวิตี ใช้ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดแรงกระทำทางกล โครงสร้างพื้นฐานและสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของสเตรนเกจ ดังรูป (ก) ซึ่งประกอบด้วยฟิลาเมนต์ (filament) ทั่วไปนิยมทำมาจากวัสดุจำพวก ลวดตัวนำ แผ่นโลหะตัวนำบาง (metal foil) สารกึ่งตัวนำหรือโลหะผสม เช่น ทองแดง-นิกเกิล หรือนิกเกิล-โครเมียม เป็นต้น ซึ่งมีค่าความต้านทานสูงทนทานต่อแรงกระทำทางกลสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำสเตรนเกจไปใช้ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงขนาดของรูปทรงของวัตถุ นั่นคือ เรากำลังจะทำการวัดความเครียด (strain) ที่เกิดขึ้นบนวัตถุนี้ (คำว่า strain จึงเป็นที่มาของชื่อที่ใช้เรียกอุปกรณ์ตัวนี้นั่นเอง) ในที่นี้ความเครียด คือ อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงขนาดของวัตถุต่อขนาดเดิมของวัตถุในสภาวะปกติ ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ ความเครียดในทางกล (mechanical strain, ϵ) และความเครียดในทางไฟฟ้า (electrical strain, $G\epsilon$)

3. วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน (wheatstone bridge circuit)

วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน เป็นลักษณะของวงจรบริดจ์แบบหนึ่งที่นิยมไปประยุกต์ในการวัดความต้านทานไฟฟ้า ถูกคิดค้นและนำเสนอโดย ชาลส์ วีตสโตน (charl wheatstone) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ซึ่งในเวลาต่อมาภายหลังได้รับบรรดาศักดิ์เป็น “ท่านเซอร์”

วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน มีรูปแบบวงจรไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการก่อสร้าง และมีประสิทธิภาพในการใช้งาน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้วงจรดังกล่าวถูกนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวางในเครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ

ดังนั้น วงจรบริดจ์แบบวีตสโตนนี้จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการวัดเพื่อหาความต้านทานที่ไม่ทราบค่า และที่นิยมประยุกต์ใช้งานมากที่สุด คือ นำไปต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์จำพวกรีซิสทีฟเซนเซอร์ (resistive sensor) เช่น สเตรนเกจ เพื่อทำการตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์ในระบบเซนเซอร์ วงจรสเตรนเกจพื้นฐานทำได้โดยการต่อสเตรนเกจตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งในวงจร ส่วนตัวต้านทานทั้งสามตัวที่เหลือให้มียค่าเท่ากัน

บทที่ 5

เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาตร น้ำหนัก และระดับของเหลว

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางฟิสิกส์เหล่านี้ คือ ระดับของของเหลว (level) ความสูง (height) ปริมาตร (volume) น้ำหนัก (weight) และแรงกระทำทางกล (force) ให้พิจารณาภาชนะทรงกระบอกพื้นฐานสำหรับบรรจุของเหลว 1 ลิตร ซึ่งส่วนมากมักทำมาจากวัสดุที่มีความโปร่งใส เช่น จำพวกแก้ว หรือพลาสติกใส เป็นต้น คล้ายกับหลอดแก้วทดลองสำหรับการตรวจวัดที่พบเห็นได้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปเมื่อปราศจากของเหลวบรรจุในภาชนะดังกล่าวแล้ว ระดับของเหลวที่อ่านได้จากสเกลข้างภาชนะจะมีค่าเท่ากับศูนย์ในทางกลับกันกรณีที่มีของเหลวจำนวน 1 ลิตร บรรจุอยู่ในภาชนะทรงกระบอกจนเต็ม ระดับของเหลวก็จะมีค่าสอดคล้องบ่งชี้ถึงปริมาตร 1 ลิตรดังสเกลที่ระดับข้างภาชนะซึ่งสามารถอ่านค่าได้อย่างง่ายดาย

สังเกตได้ว่าข้อมูลพื้นฐานที่ทราบจากภาชนะทรงกระบอกที่ใช้ในการตรวจวัดก็คือขนาด และพื้นที่หน้าตัด ดังนั้นในการกำหนดสเกลโดยใช้ภาชนะดังกล่าว จึงสามารถนำขนาดหรือพื้นที่หน้าตัดของภาชนะมาคำนวณและทำการเปรียบเทียบ แปลงเป็นระยะขจัดของสเกลที่ระบุไว้ด้านข้างภาชนะเพื่อให้สอดคล้องเป็นไปตามปริมาณของเหลวที่ต้องการตรวจสอบนั้น เช่น ในกรณีตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นได้ทำการเปรียบเทียบให้หน่วยงานในการวัดอยู่ในหน่วย 1 ลิตร หรือเศษส่วนของ 1 ลิตร เป็นต้น นอกจากนี้การเปรียบเทียบสเกลการวัดอาจทำให้อยู่ในรูปของความลึกหรือความสูงในหน่วยของมิลลิเมตร (mm) หรืออาจอยู่ในหน่วยปริมาตรในหน่วยของลูกบาศก์ลิตร (mm^3) ก็ได้เช่นกัน ทั้งนี้เงื่อนไขในการเปรียบเทียบหน่วยของสเกลที่ได้จากการวัดนั้นมีปัจจัยสำคัญขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ต้องการและจุดประสงค์ในการนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นหลัก

แต่ในทางปฏิบัติแล้วบางครั้งเพื่อความสะดวกอาจจะทำการปรับเทียบสเกลในการตรวจวัดของภาชนะได้โดยการนำเอาปริมาณของเหลวที่ทราบค่าใส่ลงไปในภาชนะแล้วปรับแต่งสเกลการวัดให้สอดคล้องและถูกต้องเป็นไปตามปริมาณของของเหลวที่ทราบค่านั้น โดยที่สเกลการวัดที่ได้จากการปรับเทียบนี้เองจะเป็นปัจจัยหนึ่งในการบ่งชี้ถึงความแม่นยำในการตรวจวัดของอุปกรณ์ประเภทนี้ รวมทั้งทักษะของผู้ทำการอ่านค่าเองก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้การตรวจวัดและบันทึกผลมีความถูกต้องแม่นยำอีกด้วย

ภาชนะทรงกระบอก เป็นตัวอย่างพื้นฐานอย่างง่ายตัวอย่างหนึ่งซึ่งแสดงเทคนิคการตรวจวัดปริมาณของของเหลวในภาชนะ จึงนับได้ว่าภาชนะดังกล่าวทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำไปปรับเทียบเพื่อตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้หลากหลายลักษณะและจากหลักการเดียวกันนี้เองจึงสามารถนำแนวคิดนี้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบภาชนะหรือถังบรรจุของเหลวเพื่อใช้ในการตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ ตามแต่ละวัตถุประสงค์ใช้งานที่แตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้พิมพ์ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันไป กล่าวคือ เราสามารถนำไปตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์ที่เป็นระดับหรือความสูง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการนำไปคำนวณหาปริมาณทางฟิสิกส์อื่น เช่น มวล น้ำหนัก หรือแรงกระทำทางกลได้ต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากว่าปริมาณทางฟิสิกส์เหล่านี้ต่างมีความสัมพันธ์กัน โดยตรงกับปริมาณจำพวกของ วัสดุ ของแข็ง ของเหลว หรือแม้กระทั่ง ก๊าซที่บรรจุอยู่ในถังนั่นเอง ดังนั้นบทนี้จึงได้กล่าวครอบคลุมถึงเซนเซอร์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์เหล่านี้

1. เซนเซอร์ตรวจวัดระดับของของเหลว

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับ ความสูง ปริมาตร น้ำหนัก หรือแรงกระทำทางกล ต่างก็มีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนซึ่งกันและกัน และสามารถทำการตรวจวัดเพียงปริมาณใดปริมาณหนึ่งเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการหาปริมาณอื่นต่อไปได้ ถึงแม้ว่า ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวมุ่งเน้นถึงเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดระดับของของเหลวเพียงชนิดเดียวเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามเราสามารถที่จะนำเอาปริมาณดังกล่าวไปใช้เปรียบเทียบเพื่อแสดงผลการตรวจวัดให้ออกมาอยู่ในรูปของปริมาณทางฟิสิกส์อื่นได้เช่นกัน

1.1 ไซต์กลาสส์ (sight glass)

ลักษณะของไซต์กลาสส์ เซนเซอร์แบบนี้เป็นเทคนิคพื้นฐานง่ายๆ ที่ใช้ในการตรวจวัดระดับของของเหลว ในถังหรือภาชนะบรรจุ ทัวไปมักใช้กับของเหลวที่มีลักษณะขุ่นมัวหรือทึบแสง โดยอาศัยหลักการเหมือนกับการตรวจวัดปริมาณของของเหลว ไซต์กลาสส์นี้จะมี ความแข็งแรงและราคาที่ถูกกว่า

ความเที่ยงตรงและความแม่นยำที่ได้จากการตรวจวัด โดยใช้ไซต์กลาสส์นี้ขึ้นอยู่กับทักษะของผู้ทำการอ่านค่ารวมทั้งระยะของสเกลที่ระบุไว้ด้านข้างของตัวไซต์กลาสส์ด้วย นอกจากนี้แล้วยังขึ้นกับชนิดของของเหลวที่ทำการตรวจวัดและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไซต์กลาสส์อีกด้วย จะเห็นได้ว่าความเที่ยงตรงและความแม่นยำในการตรวจวัดของไซต์กลาสส์นี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการด้วยกัน ดังนั้นจึงพบว่าไซต์กลาสส์มักถูกนำไปใช้ในงานที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงและความแม่นยำมากนัก อย่างเช่น ในถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง หรือในกาดัมน้ำไฟฟ้าที่ใช้กันตามครัวเรือนทั่วไป เป็นต้น

1.2 ดิปสติค (dipstick)

ดิปสติค ทำหน้าที่ตรวจวัดระดับของของเหลว ซึ่งประกอบด้วยแท่งโลหะบางหรือโพรบวัด ที่มีสเกลระบุอยู่ การตรวจวัดสามารถกระทำได้ง่ายโดยการจุ่มแท่งโลหะดังกล่าวลงไปในถังบรรจุจนกระทั่งปลายของโพรบวัดสัมผัสกับก้น จากนั้นเมื่อดึงโพรบวัดออกมาจากถังแล้วของเหลวที่บรรจุภายในถังก็จะเคลือบเป็นฟิล์มติดอยู่กับโพรบวัดและบ่งบอกถึงระดับของเหลวถึงได้จากการอ่านค่าสเกลบนแท่งโพรบวัดนั่นเอง

การเปรียบเทียบสเกล ตลอดจนความเที่ยงตรง และความแม่นยำในการตรวจวัด โดยใช้เซนเซอร์ชนิดนี้ จะอาศัยหลักการและมีปัจจัยสำคัญต่าง ๆ เหมือนกับเทคนิคการตรวจวัดระดับของของเหลวโดยใช้ไจด์กลาสส์หรือถังบรรจุที่มีสเกลระบุอยู่ด้านข้างภาชนะ จะแตกต่างกันตรงโครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดนี้ที่มีสเกลในการวัดระบุอยู่บนแท่งโพรบวัดเท่านั้นเอง ตัวอย่างการใช้งานของดิปสติคที่คุ้นเคยและสามารถพบเห็นได้ทั่วไปก็คือ ดิปสติคที่ใช้ในการตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่นภายในห้องเครื่องยนต์ของรถยนต์ โดยเปรียบเทียบสเกลการวัดให้ออกมาอยู่ในหน่วยปริมาตรเพื่อแสดงปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นในขณะนั้น ทั่วไปมีกระบอกอยู่ 2 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งสูงสุด (max) ซึ่งเป็นระดับสูงสุดของน้ำมันหล่อลื่นที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องยนต์ได้ และตำแหน่งต่ำสุด (min) ซึ่งเป็นระดับต่ำสุดของน้ำมันหล่อลื่นที่น้อยเกินไปซึ่งถึงความเสียหายอันจะเกิดแก่เครื่องยนต์ได้ นั่นคือปริมาณของน้ำมันหล่อลื่นที่ทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างปลอดภัยควรมีระดับอยู่ระหว่างตำแหน่ง max และ min

1.3 เกจตรวจวัดระดับของเหลวโดยใช้ลูกลอย

เกจตรวจวัดระดับของของเหลวซึ่งอาศัยหลักการทำงานโดยใช้ลูกลอย หรือเกจลูกลอย (float gauge) นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้คือ

1.3.1 เกจลูกลอยแบบใช้น้ำหนักถ่วง (counterweight operated float gauge)

1.3.2 เกจลูกลอยแบบใช้วงจรไฟฟ้า (electrically operated float gauge)

1.3.1 เกจลูกลอยแบบใช้น้ำหนักถ่วง

เกจลูกลอยแบบใช้น้ำหนักถ่วงมีโครงสร้างทั่วไป จะเห็นได้ว่าการเคลื่อนที่ของลูกลอยมีเปลี่ยนแปลงแปรผันไปตามระดับของของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในถัง ซึ่งส่งผลให้กับเข็มชี้เบี่ยงเบนแสดงผลบนสเกลหน้าปัด โดยที่สเกลการวัดนี้มักปรับเทียบให้ออกมาในหน่วยของปริมาตรหรือมวล ทั้งนี้ความถูกต้องและแม่นยำในการวัดและการอ่านค่าขึ้นอยู่กับความยาวของสเกลและการระบุพิสัยของสเกลด้วยเช่นกัน

1.3.2 เกจลูกลอยแบบใช้วงจรไฟฟ้า

โครงสร้างพื้นฐานของเกจลูกลอยแบบที่ใช้วงจรไฟฟ้าโดยออกแบบให้ลูกลอยเคลื่อนที่ตามระดับของของเหลวซึ่งถูกบรรจุอยู่ในถัง ดังนั้นเมื่อเกิดการเคลื่อนที่ของลูกลอยขึ้นก็จะส่งผลให้เดือยหมุนทำการเปลี่ยนแปลงระยะขจัดเชิงมุมในตัวโพเทนทิออมิเตอร์ขึ้น เป็นเหตุให้ค่าความต้านทานภายในโพเทนทิออมิเตอร์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเช่นกัน นั่นหมายความว่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านค่าได้จากโวลต์มิเตอร์จะแปรผันไปตามสัดส่วนของระดับของของเหลวภายในถังที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งโดยทั่วไปสเกลในการอ่านค่าวัดของโวลต์มิเตอร์มักจะทำการปรับเทียบให้อยู่ในหน่วยของปริมาตร มวล หรือความสูง นอกจากนี้แล้วเนื่องจากสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์ชนิดนี้อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้า ดังนั้นจึงเป็นการง่ายที่จะนำไปปรับแต่งสภาพสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(signal conditioning) เพื่อให้สามารถแสดงผลหรือบันทึกข้อมูลในระยะไกล (remote) ได้ ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสัญญาณป้อนกลับ (feedback signal) ในระบบควบคุมอัตโนมัติได้อีกด้วย

1.4 คาปาซิแตนซ์โพรบ (capacitance probe)

คาปาซิแตนซ์โพรบ หรือบางครั้งอาจจะเรียกว่า คาปาซิแตนซ์เกจ (capacitance gauge) คือ เซนเซอร์อีกแบบหนึ่งที่น่าเอาหลักการทำงานพื้นฐานของตัวเก็บประจุไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดระดับของของเหลวในถังบรรจุทั่วไปพบว่านิยมนำไปใช้ในการวัดปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องบิน

ค่าความจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากคาปาซิแตนซ์โพรบนั้นมีค่าเปลี่ยนแปลงแปรผันโดยตรงกับระดับของน้ำมันเชื้อเพลิงที่บรรจุลงไปในถัง ผลจากการแปรค่าความจุไฟฟ้านี้เองสามารถนำไปสร้างให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเอาต์พุตของวงจรเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์แสดงผล หรือเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่วนควบคุมระบบได้ เนื่องจากการใช้งานคาปาซิแตนซ์โพรบนี้จำเป็นต้องสัมผัสกับน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรง ข้อควรระมัดระวังและต้องพิจารณาในการออกแบบใช้งานเซนเซอร์แบบนี้ก็คือ สภาพการกัดกร่อน และการรั่วไหลของไฟฟ้า

1.5 เซนเซอร์ตรวจวัดความดัน (pressure sensor)

ในหลายกรณีที่ต้องการทำการตรวจวัดน้ำหนักหรือระดับของเหลว และต้องการสัญญาณการวัดออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้านั้น บางครั้งมักจำเป็นต้องใช้เซนเซอร์ตรวจวัดความดันทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดร่วมด้วยเสมอ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีเซนเซอร์ตรวจวัดความดันมากมายหลายชนิดก็ตาม แต่โดยทั่วไปที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายก็คือ ชนิดที่อาศัยคุณสมบัติของเพียโซรีซิสทีฟ (piezoresistive) กล่าวคือ เซนเซอร์ตรวจวัดความดันจะอาศัยความดันของของเหลวมากระทำกับแผ่นไดอะแฟรม (diaphragm) ภายในตัวเซนเซอร์เองให้เกิดการเบี่ยงเบนไปและผลจากการเบี่ยงเบนของแผ่นไดอะแฟรมนี้จะสร้างสัญญาณไฟฟ้าขึ้นผ่านอุปกรณ์จำพวกสเตรนเกจ โดยสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ก็จะมีค่าเป็นสัดส่วนสอดคล้องกับความดันที่มากระทำ

เซนเซอร์ตรวจวัดความดันมักถูกติดตั้งอยู่ภายในถังหรือภาชนะบรรจุของเหลวที่ต้องการจะตรวจวัดระดับความสูงหรือความลึก ดังนั้นเมื่อเกิดมีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงหรือความลึกของของเหลวภายในถังแล้วก็จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณเอาต์พุตจากเซนเซอร์ด้วย

2 เซนเซอร์ตรวจวัดน้ำหนักหรือแรงกระทำทางกล

น้ำหนักของสสาร คือผลคูณของมวลกับอัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) ดังนั้นเราจึงพบว่าในระบบการตรวจวัดปริมาณทางฟิสิกส์มากมาย มักพยายามที่จะทำการตรวจวัดน้ำหนักของสสารเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาค่าปริมาณฟิสิกส์อื่น ๆ เช่น ปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของของเหลว หรือระดับของของเหลว เป็นต้นซึ่งเซนเซอร์สำหรับการตรวจวัดแรงทางกลก็เช่นเดียวกัน คือ มักจะถูกใช้ตรวจวัดแรงทางกลเพื่อปรับเทียบไปเป็นปริมาณทางฟิสิกส์รูปแบบอื่น

2.1 โหลดเซลล์ (load cell)

โหลดเซลล์เป็นอุปกรณ์ที่นำเอาสเตรนเกจมาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดแรงทางกลที่ไม่ทราบค่า (unknown force) หรือมวล บางครั้งนิยมเรียกแรงทางกลที่ไม่ทราบค่านี้ว่า "โหลด (load)" โครงสร้างทั่วไปของโหลดเซลล์ที่ต่อใช้งานร่วมกับสเตรนเกจ ประกอบด้วยสเตรนเกจจำนวนสี่ตัวยึดติดอยู่กับเพลลาโหลด (load bearing) เมื่อมีแรงทางกลมากระทำกับปุ่มโหลด (load button) แล้วจะส่งผลทำให้เกิดความเครียด (strain) ขึ้นบนเพลลาโหลด เป็นเหตุให้ค่าความต้านทานภายในตัวสเตรนเกจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของแรงที่มากระทำ และในส่วนของ การนำเอาสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากโหลดเซลล์นี้ไปใช้งานในรูปของสัญญาณไฟฟ้า นั้นมักจะต่อร่วมกับวงจรบริดจ์แบบวีตสโตน โดยต่อสเตรนเกจจากโหลดเซลล์เป็นส่วนของแขนทั้งสองของวงจรบริดจ์ ดังนั้นเมื่อค่าความต้านทานของตัวสเตรนเกจในโหลดเซลล์มีค่าเปลี่ยนแปลงไปก็จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต ที่ได้จากวงจรบริดจ์มีค่าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย จึงกล่าวได้ว่าขนาดของแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตมีค่าแปรผันไปตามขนาดของแรงกระทำทางกลที่กำลังตรวจวัด

โหลดเซลล์ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในระบบการตรวจวัดมากมายหลายชนิด อาทิเช่น ใช้ในการตรวจวัดน้ำหนักของวัตถุที่บรรจุอยู่ในภาชนะ ใช้เป็นส่วนหนึ่งในระบบชั่งน้ำหนักของรถบรรทุก ใช้ในการตรวจวัดปริมาตรหรือระดับของของเหลวที่บรรจุในถัง เป็นต้นวิธีการตรวจวัดแรงทางกลหรือน้ำหนักวัตถุโดยใช้โหลดเซลล์นี้พบว่าจะมีค่าการวัดค่อนข้างแม่นยำ มีความแข็งแรงทนทาน ราคาไม่แพงมากนัก รวมทั้งยังสามารถทำการตรวจวัดค่าโหลดได้ในย่านที่กว้างอีกด้วย สามารถสรุปคุณสมบัติที่สำคัญประจำตัวโหลดเซลล์ได้ดังนี้

1. ความแม่นยำ ดีกว่า 0.25%
2. ความเป็นเชิงเส้น มากกว่า 90%
3. ความสามารถในการแสดงค่าซ้ำ ดีกว่า 0.25%
4. ความเสถียรในการกลับสู่สภาพเดิมเมื่อโอเวอร์โหลด มากกว่า 150%

2.2 สมดุลและสเกล (balance and scale)

องค์ประกอบทางกลที่เรียกว่า สมดุลสเกล คือ ระบบสำหรับตรวจวัดแรงกระทำทางกลซึ่งอาศัยหลักการสมดุล (balancing) เพื่อใช้คำนวณหาขนาดของมวล และแรงทางกล (หรือน้ำหนัก) ที่ไม่ทราบค่า พิจารณาหลักการสมดุลง่าย ๆ แรงกระทำที่ไม่ทราบค่า W_x อันเกิดเนื่องจากมวลที่ไม่ทราบค่าจะถูกเปรียบเทียบกับแรง W ซึ่งเกิดจากมวลที่ทราบค่า ความสมดุลก็คือ กาน ซึ่งมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะห่างจากตำแหน่งแรงกระทำที่ทราบค่ากับตำแหน่งแรงกระทำที่ไม่ทราบค่าจนถึงจุดหมุนมีค่าเท่ากัน คือ เท่ากับระยะ d ดังนั้น ในสภาวะสมดุล หรือ $W_x = W$ จะเกิดขึ้นเมื่อทำการเพิ่มมวลที่ทราบค่าลงไปในงานรองทางขวามือ จนกระทั่งคนสามารถทรงตัวอยู่ในแนวระดับได้

สำหรับสมดุลและสเกลที่มีมวลเลื่อนไถล (sliding mass) การปรับความสมดุลอย่างคร่าวๆ สามารถกระทำได้โดยการเพิ่มมวลที่ทราบค่าลงในงานรองทางขวามือ จากนั้นจึงทำการปรับละเอียดโดยการเลื่อนมวลเลื่อนไถล ไปจนกระทั่งคนสามารถทรงตัวให้อยู่ในแนวระดับมากที่สุด

เนื่องจาก $(W_x \times a) = (W \times b) + (W_s \times c)$ โดยที่ W_s คือ แรงที่ทราบค่าซึ่งเป็นค่าคงที่ ซึ่งจะทำให้ระยะห่าง c สามารถทำการปรับได้โดยตรง ดังนั้น บนการทรงตัวทางด้านขวามือที่มีมวลเลื่อนไถลเลื่อนไปมานั้นจึงสามารถกำหนดค่าสเกลที่ปรับเทียบลงไปได้ เพื่อเป็นการบ่งชี้ถึงขนาดของแรงทางกล มวล หรือน้ำหนักที่ต้องการตรวจสอบอยู่ และในส่วนของ การเพิ่มหรือลดย่านในการตรวจวัดก็จะสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าของมวลที่ทราบค่าให้สอดคล้องเป็นไปตามย่านการวัดที่ต้องการ

2.3 สปริงสมดุล (spring balance)

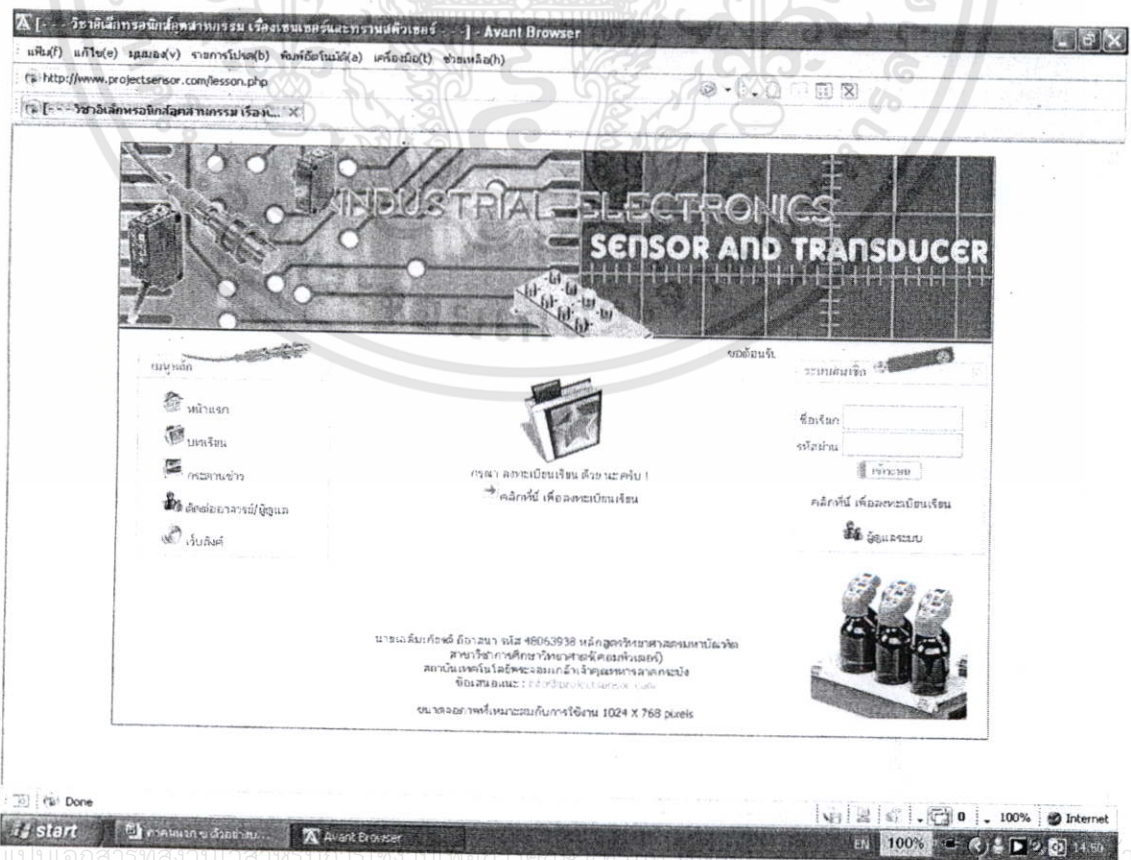
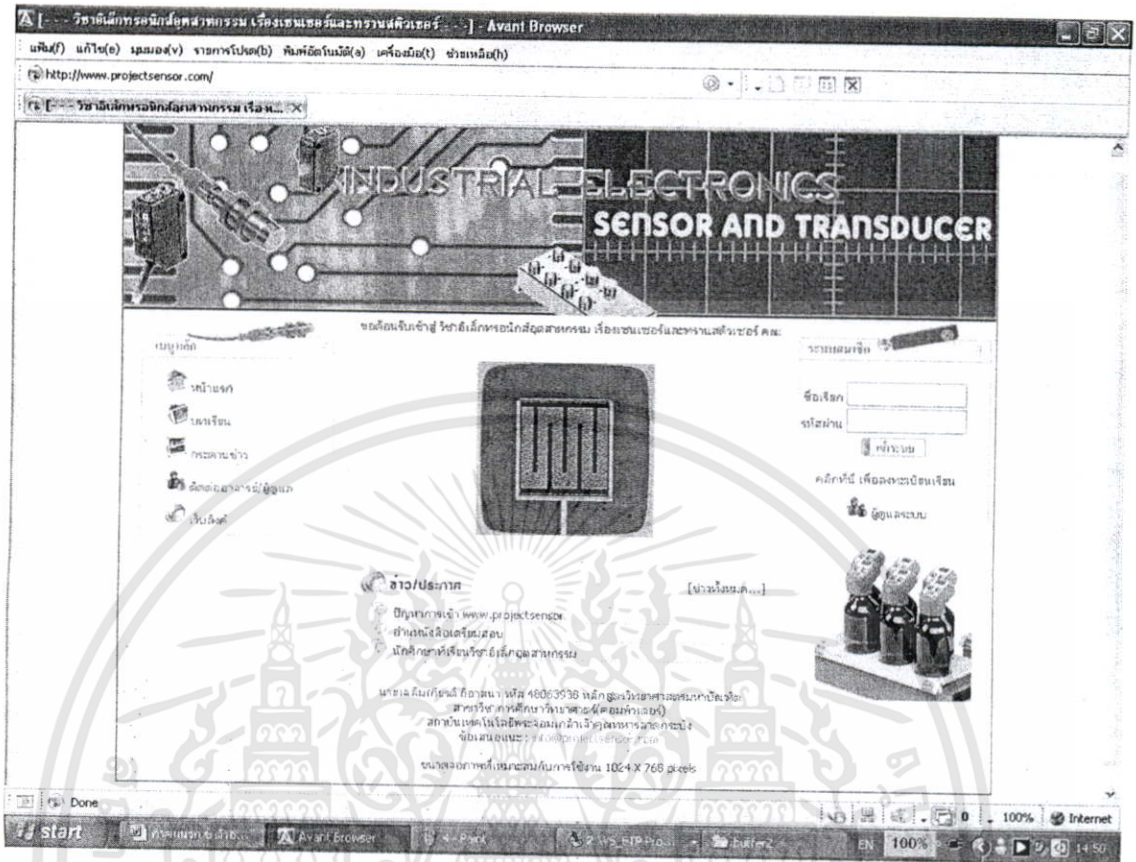
ลักษณะทั่วไปของสปริงสมดุลที่หาได้ตามท้องตลาด โดยตัวสปริงจะถูกยึดติดกับขอเกี่ยวและถูกดึงด้วยแรงกระทำทางกลที่ไม่ทราบค่า W_x จากภายนอก การยืดตัวของสปริงนั้นมีค่าแปรผันตรงกับแรงกระทำทางกล ซึ่งเป็นไปตามกฎของฮุค (Hooke's law) ที่กล่าวไว้ว่า "แรงที่เกิดขึ้นในตัวสปริงนั้นจะมีค่าเป็นสัดส่วน โดยตรงกับระยะขจัดที่เกิดขึ้น" ดังนั้นเมื่อนำเข็มชี้ไปยึดติดกับตัวสปริงในตำแหน่งอ้างอิง แล้วระยะขจัดที่เกิดขึ้นจากการยืดตัวของสปริงเนื่องจากแรงกระทำไม่ทราบค่าภายนอก จึงสามารถทำการปรับเทียบเปลี่ยนเป็นสเกลเพื่อให้แสดงผลออกมาในหน่วยของแรง (นิวตัน) หรือในหน่วยของมวล (กิโลกรัม)

แต่เนื่องจากวิธีการตรวจวัดแรงหรือมวลด้วยสปริงสมดุลนี้ให้ค่าความละเอียดรวมทั้งความแม่นยำค่อนข้างต่ำ ทำให้วิธีการนี้เหมาะกับการตรวจวัดที่ต้องการความรวดเร็วและต้องการหาค่าแรงหรือมวล โดยใช้สปริงสมดุลขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เหล่านี้คือ

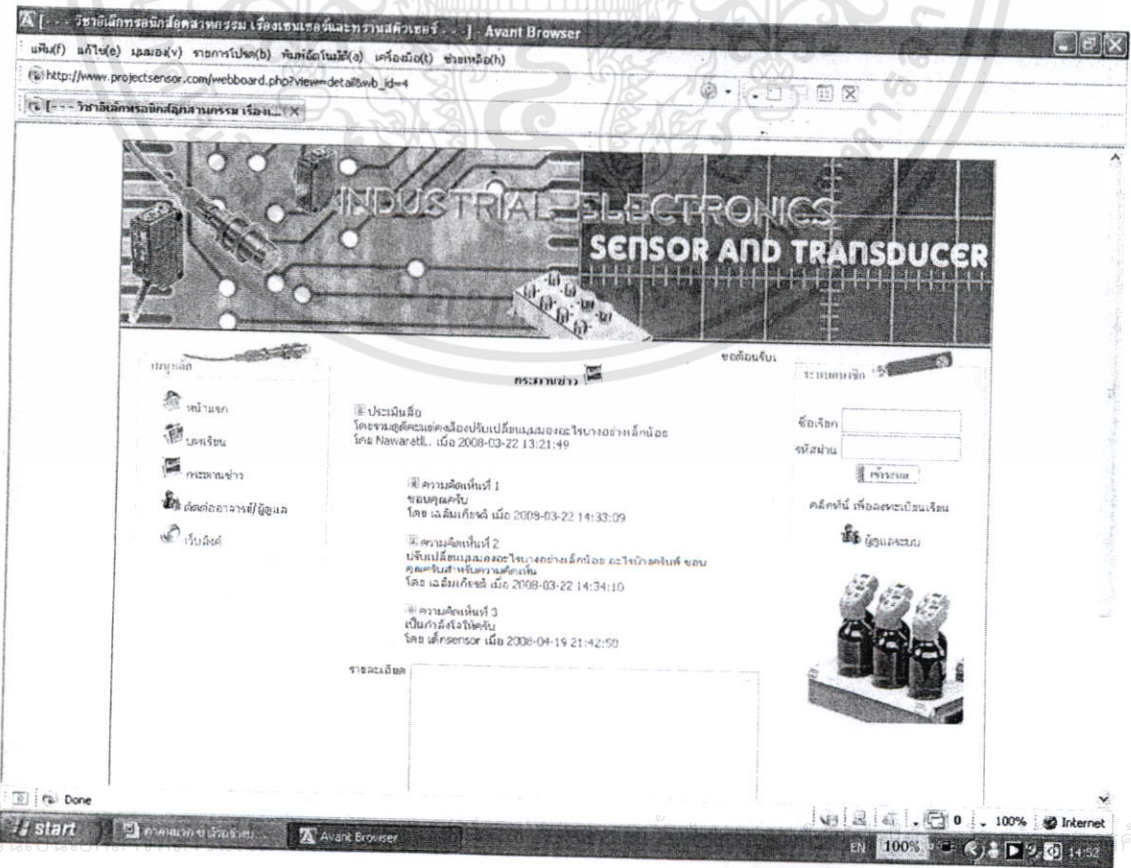
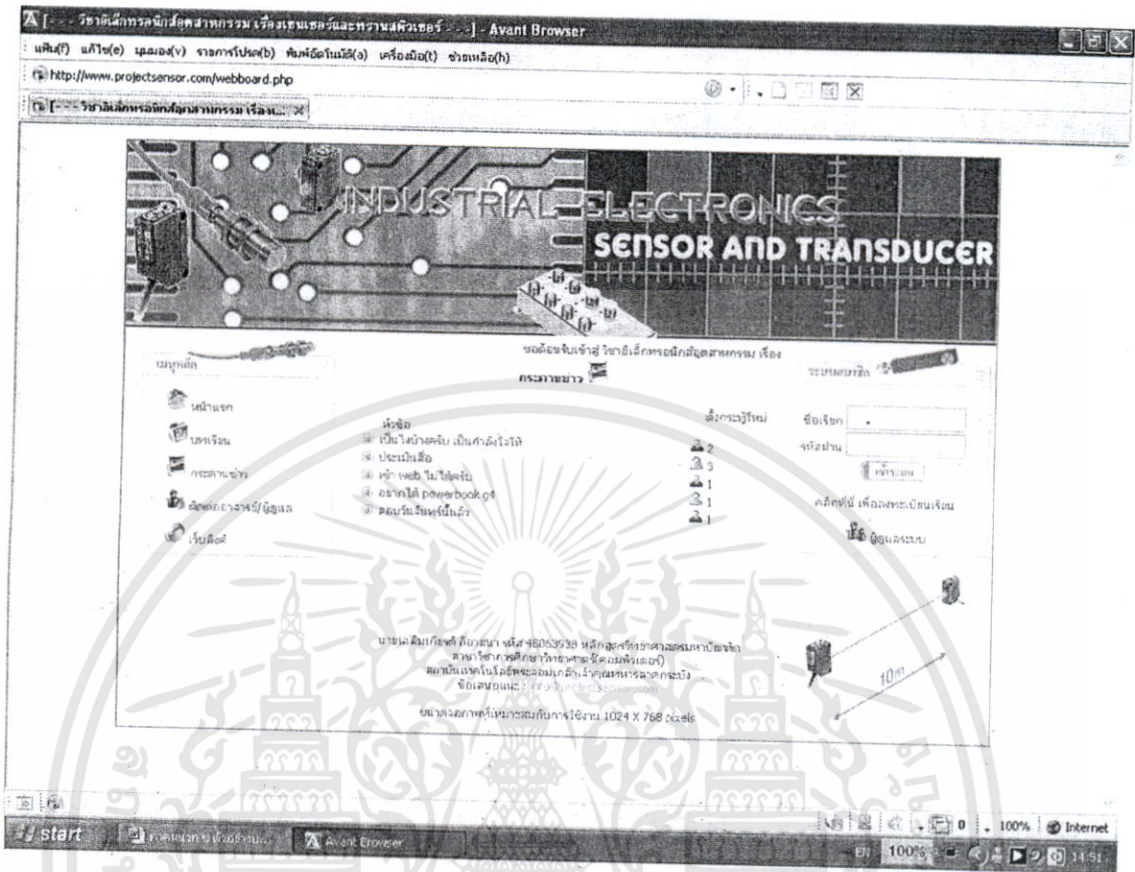
1. ชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ทำสปริง
2. ความหนาของวัสดุที่ใช้ทำสปริง
3. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของตัวสปริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

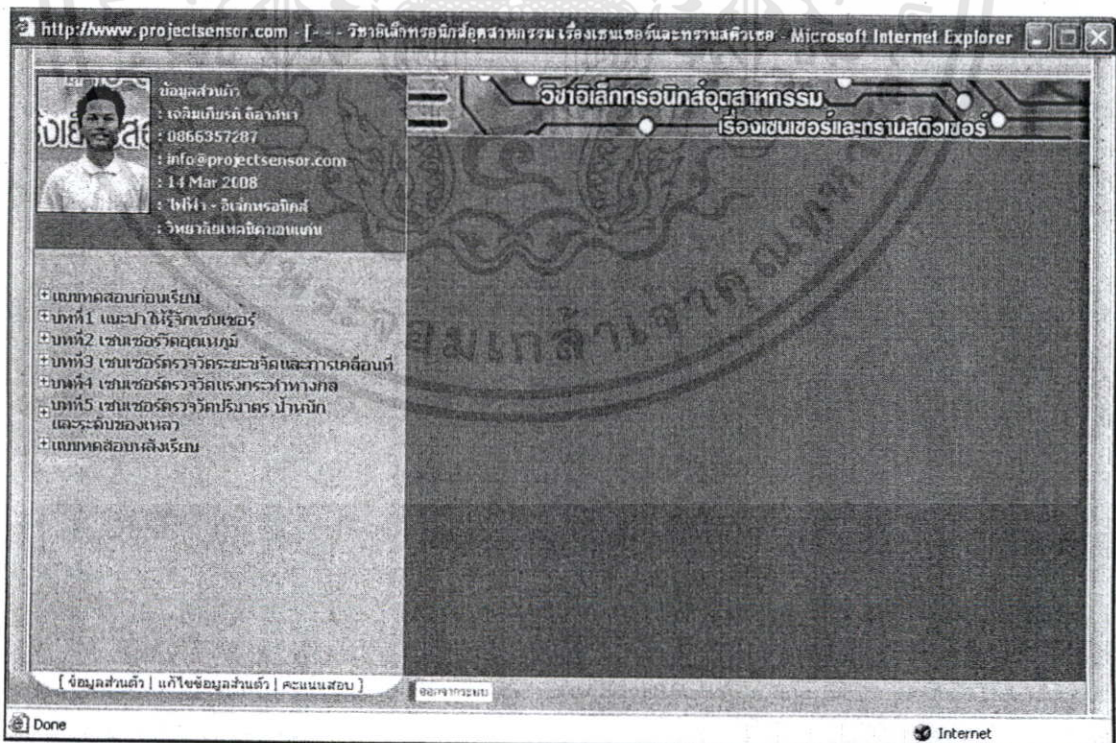
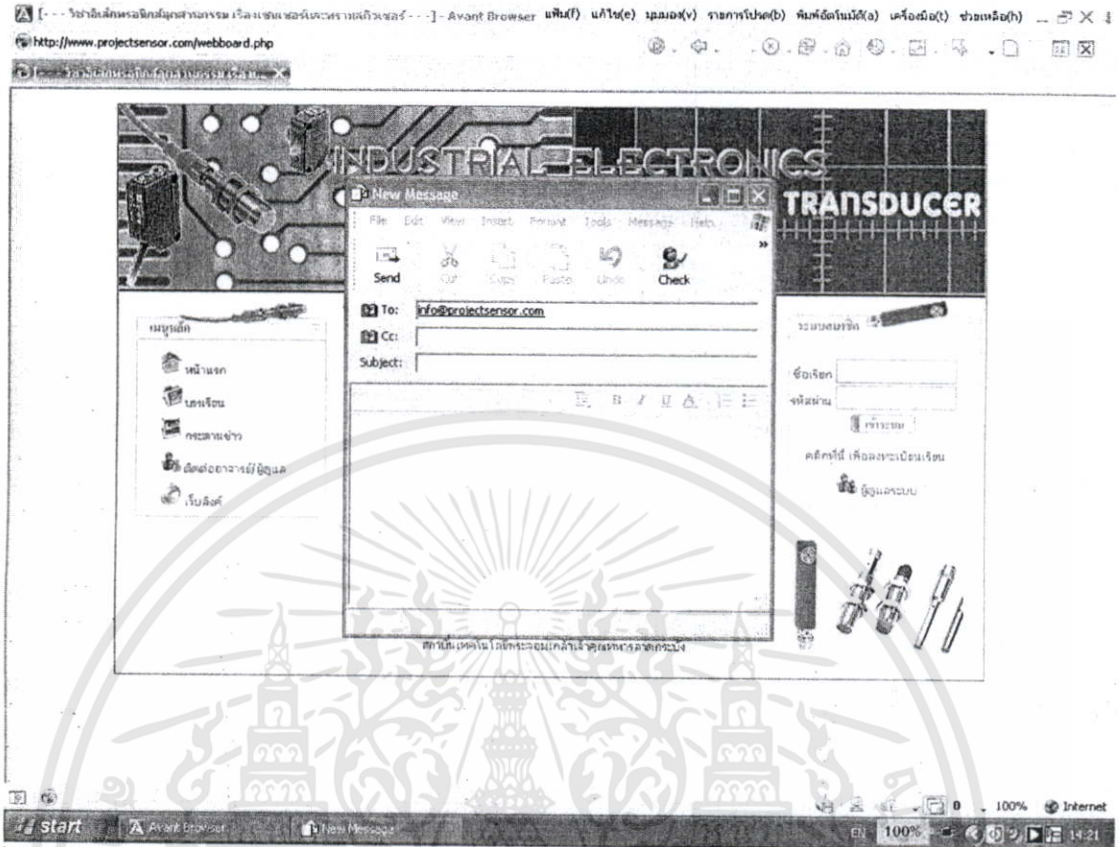


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

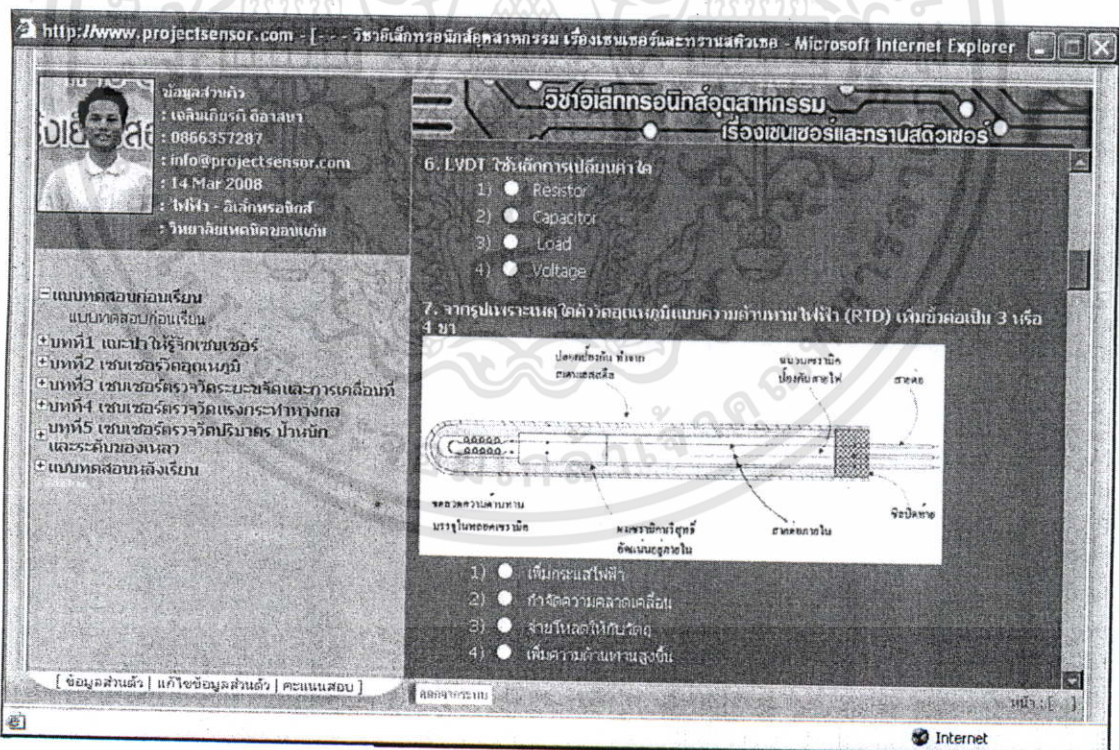


เอกสาค้า

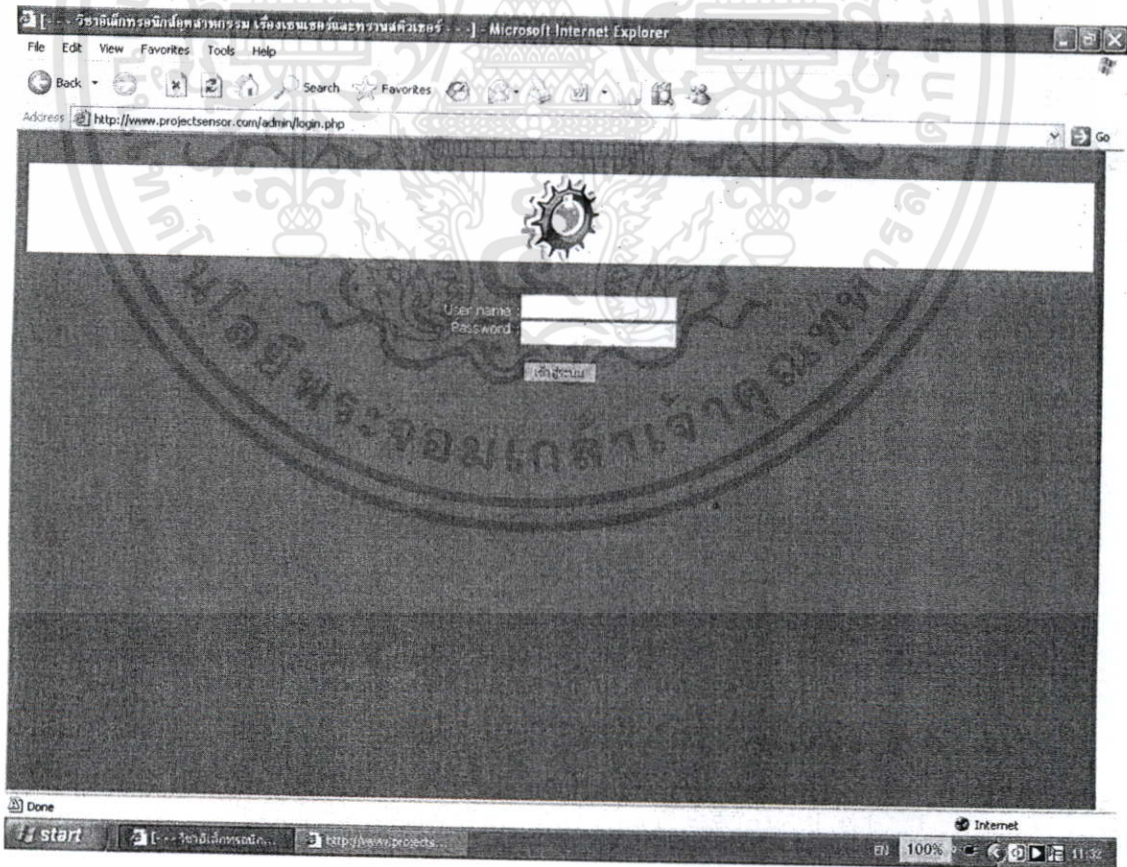
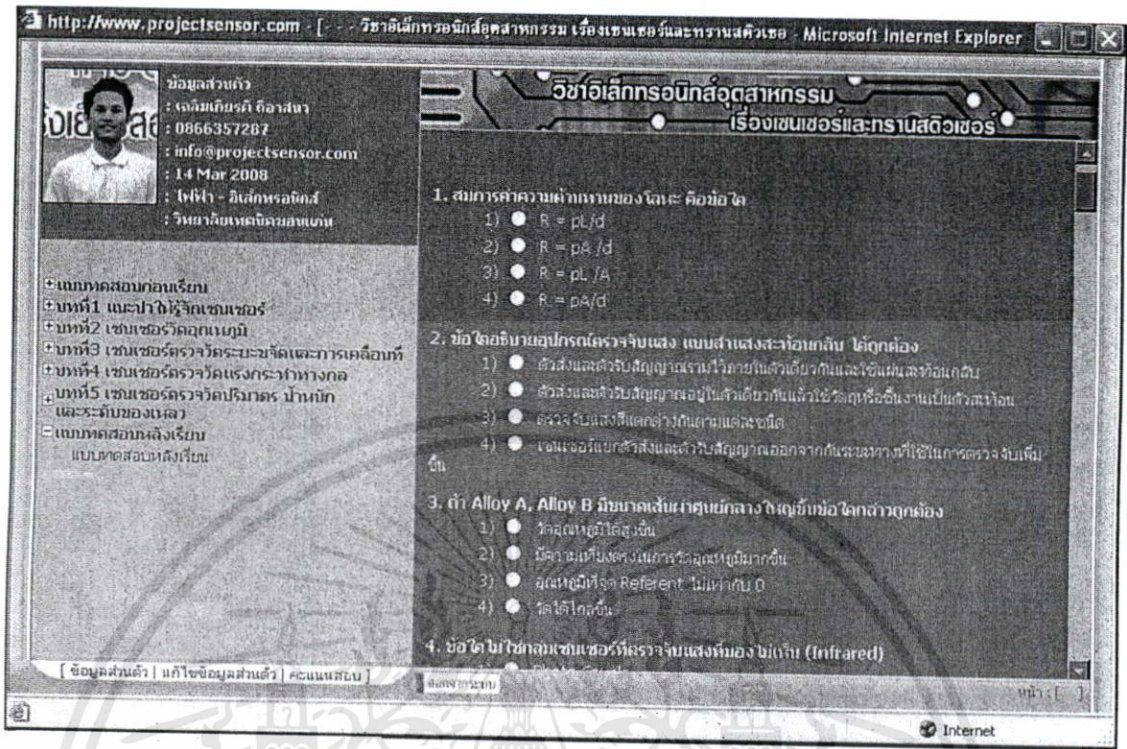
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



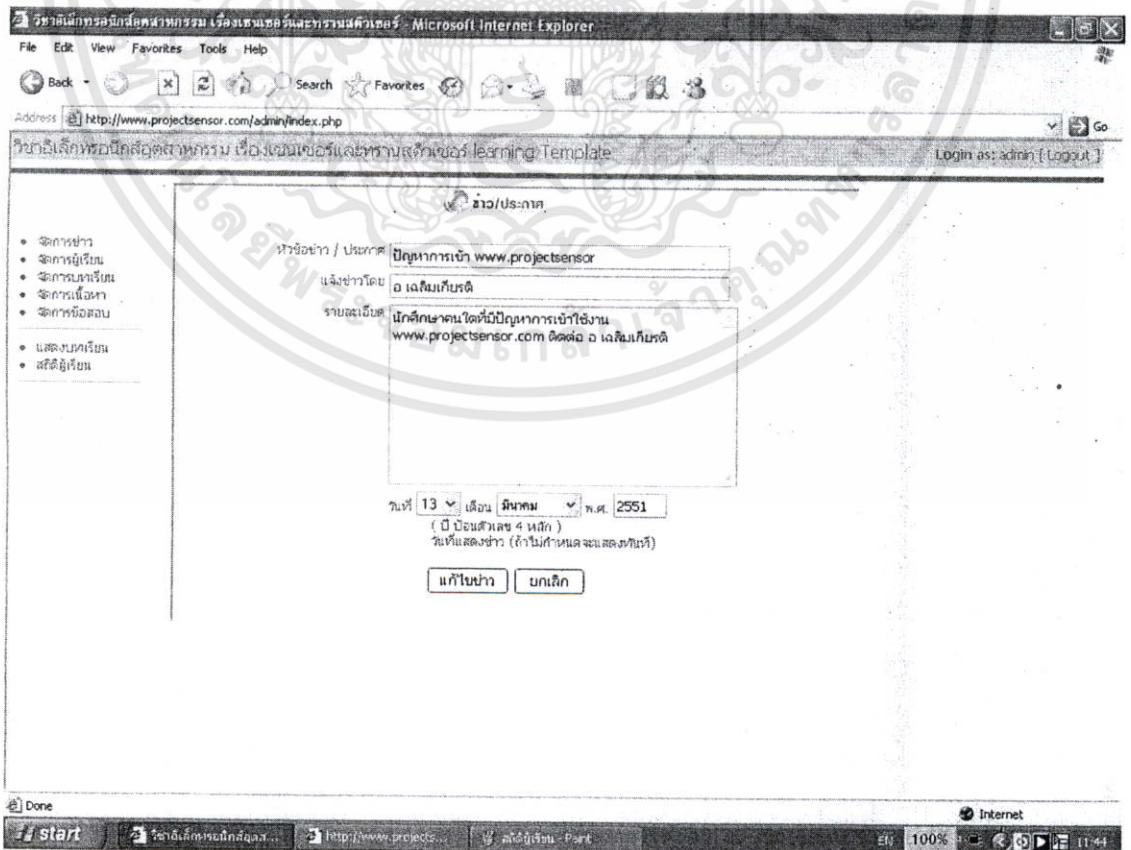
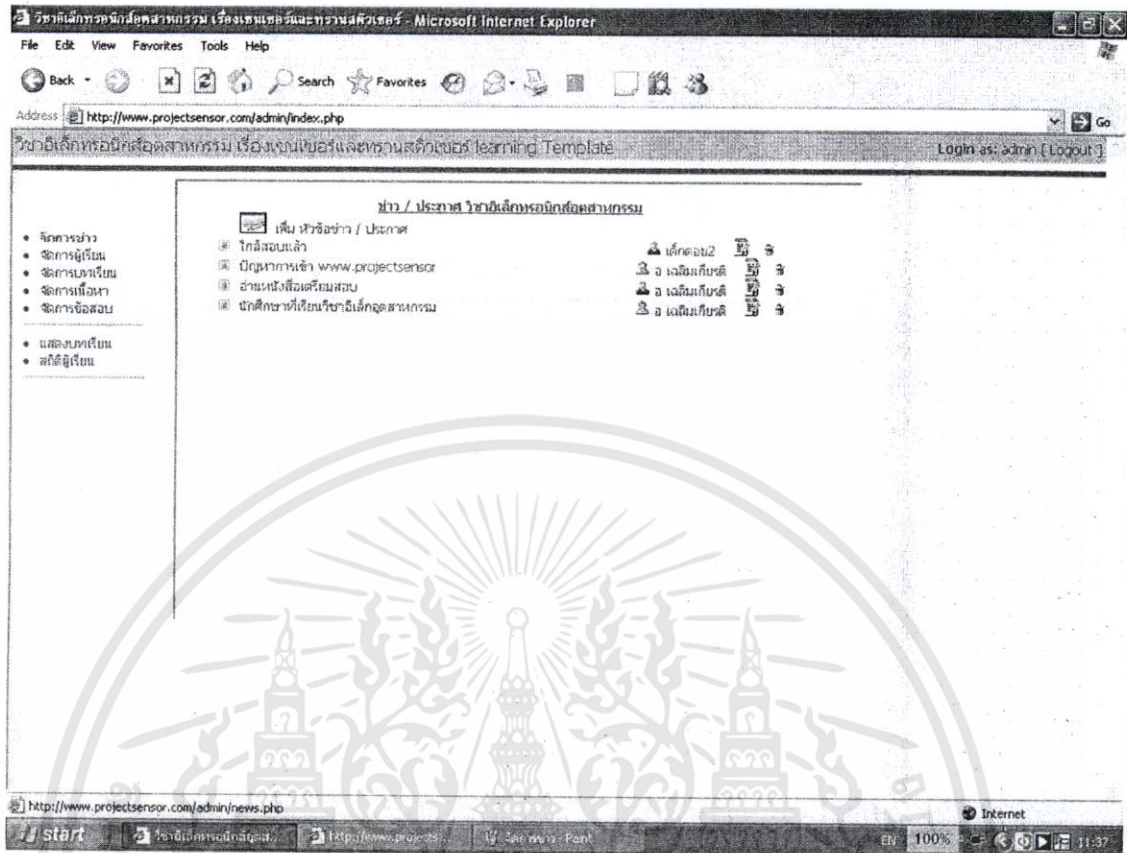
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชาคณิตศาสตร์ ม.ศ.สวท.กรม เรื่อง เซต และทฤษฎีกราฟ - Microsoft Internet Explorer

Address: http://www.projectsensor.com/admin/index.php

หน้าอิเล็กทรอนิกส์สื่อสารสนเทศ เรื่อง เซต และทฤษฎีกราฟ learning Template

Admin: admin [Logout]

ผู้เรียน

ลำดับที่	รหัสนักศึกษา	ชื่อ - นามสกุล	วันที่ลงทะเบียนเรียน	แก้ไข	ลบ
1	4931050727	กรรณิการ์ มลละอิมพันธ์	07 Mar 2008		
2	4931050731	จณิสรา เบื้องฟ้า	07 Mar 2008		
3	4931050733	ศศิธร วิชาเรือง	07 Mar 2008		
4	4931050734	บุญชน ชานเทส	07 Mar 2008		
5	4931050737	วิมลนาถ ศานติญาณ	07 Mar 2008		
6	4931050738	วิเชียร กุระจินท์ตั้ง	07 Mar 2008		
7	4931050739	วิมลนาถ ศักดิ์ใจ	07 Mar 2008		
8	4931050740	วิโรจน์ กิตติสัมพันธ์	07 Mar 2008		
9	4931050741	ศรียุทธ ศรุตผล	07 Mar 2008		
10	4931050742	ศรณัฐ แจงโรส	07 Mar 2008		
11	4931050743	สมชาย ศศิธร	07 Mar 2008		
12	4931050745	ฉัตร ฉางผล	07 Mar 2008		
13	4931050747	เทพมงคล วงษ์ไชย	09 Mar 2008		
14	4931050768	เฉลิมเกียรติ ถิลาสนา	14 Mar 2008		
15	4931050748	วิมลนาถ แสนแสง	07 Mar 2008		

http://www.projectsensor.com/admin/stdlist.php

วิชาคณิตศาสตร์ ม.ศ.สวท.กรม เรื่อง เซต และทฤษฎีกราฟ - Microsoft Internet Explorer

Address: http://www.projectsensor.com/admin/index.php

หน้าอิเล็กทรอนิกส์สื่อสารสนเทศ เรื่อง เซต และทฤษฎีกราฟ learning Template

Admin: admin [Logout]

ป้อนข้อมูลค่า 4 ตัวเลขและไม่เกิน 8 ตัวอักษร

รหัสใหม่:

รหัสใหม่อีกครั้ง:

รหัสนักศึกษา: 4931050768

ชื่อ: เฉลิมเกียรติ

นามสกุล: ถิลาสนา

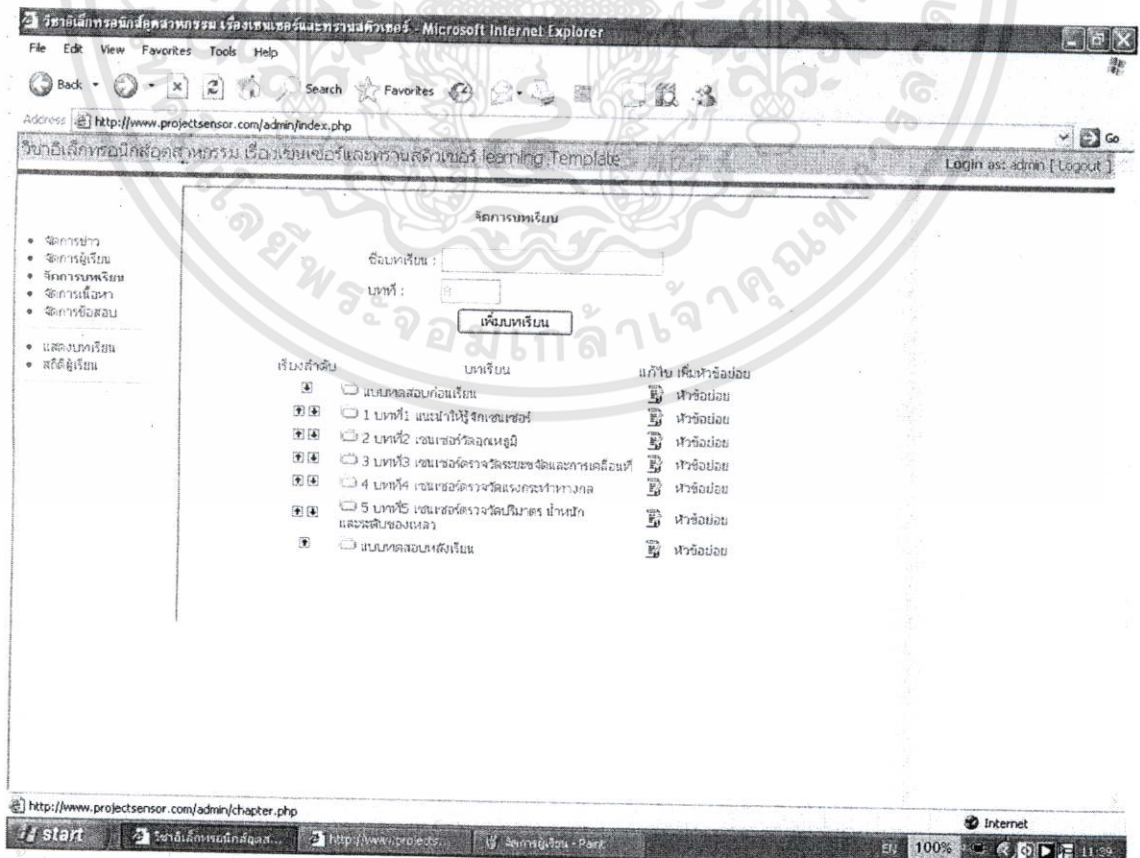
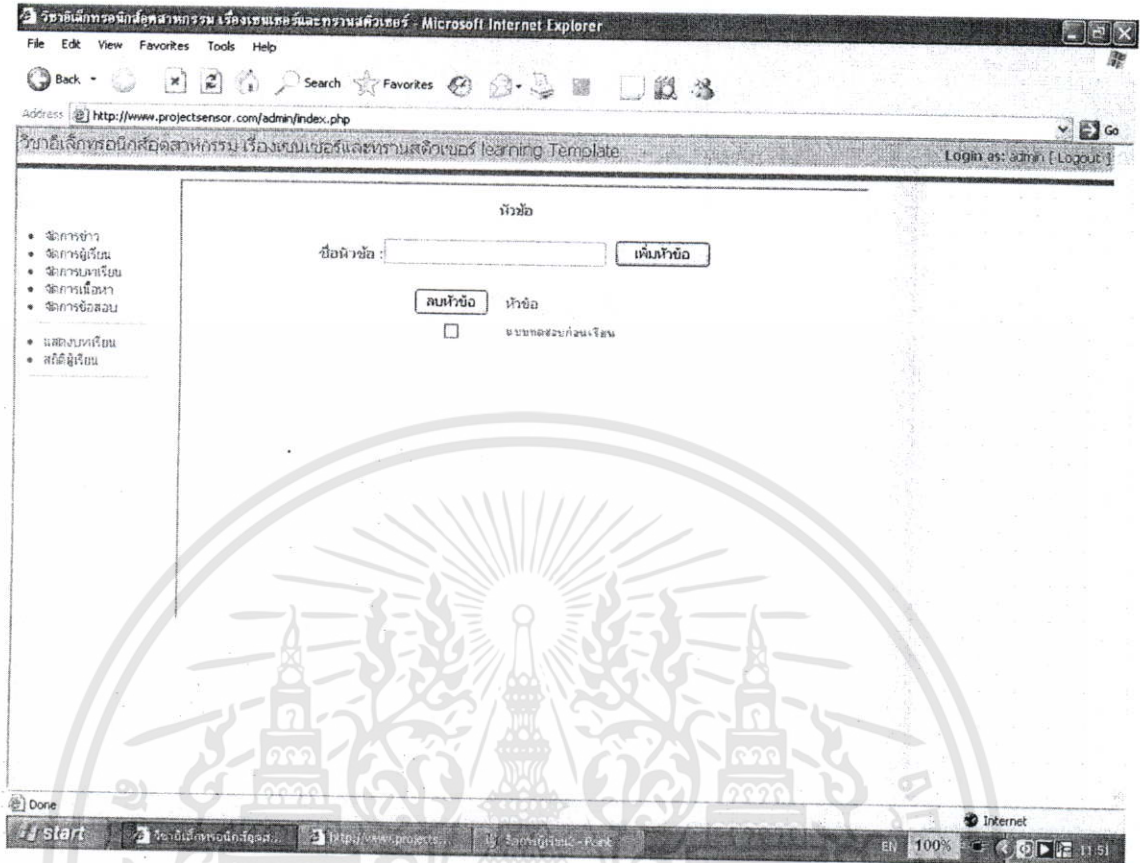
เพศ: ชาย

ชื่อนี้:

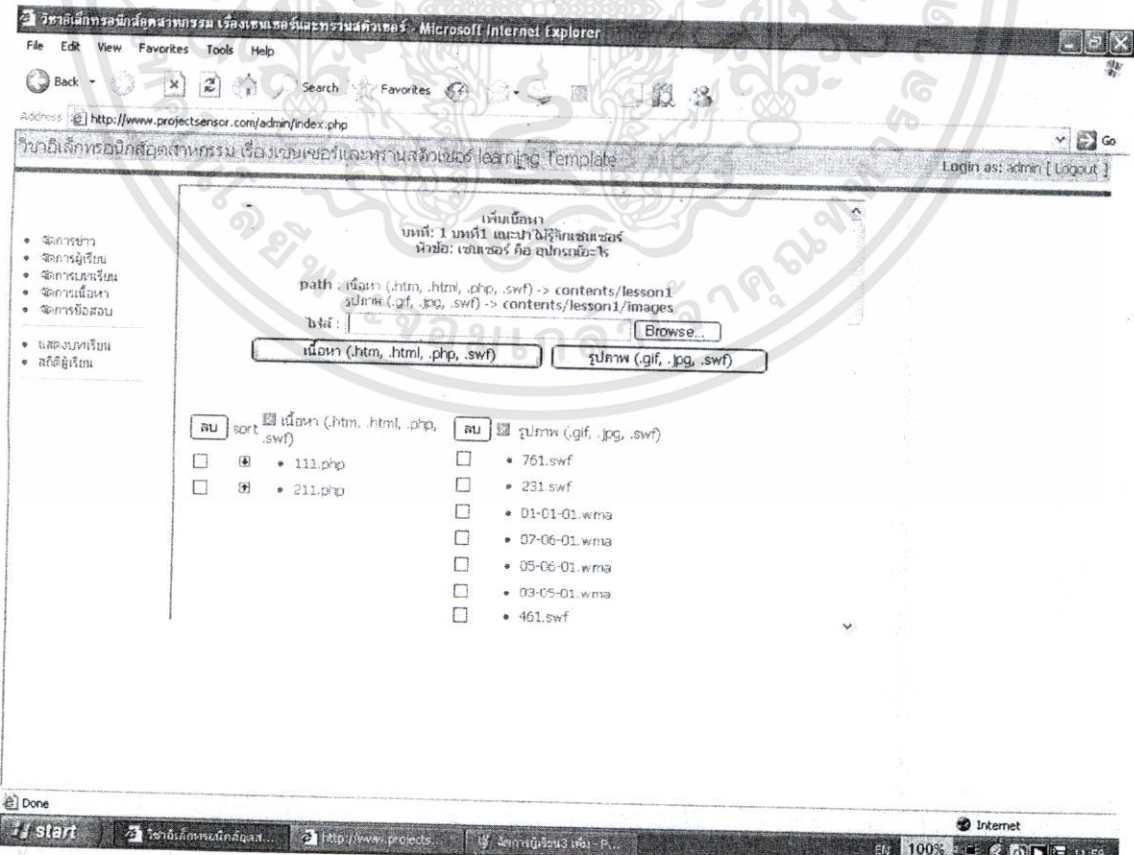
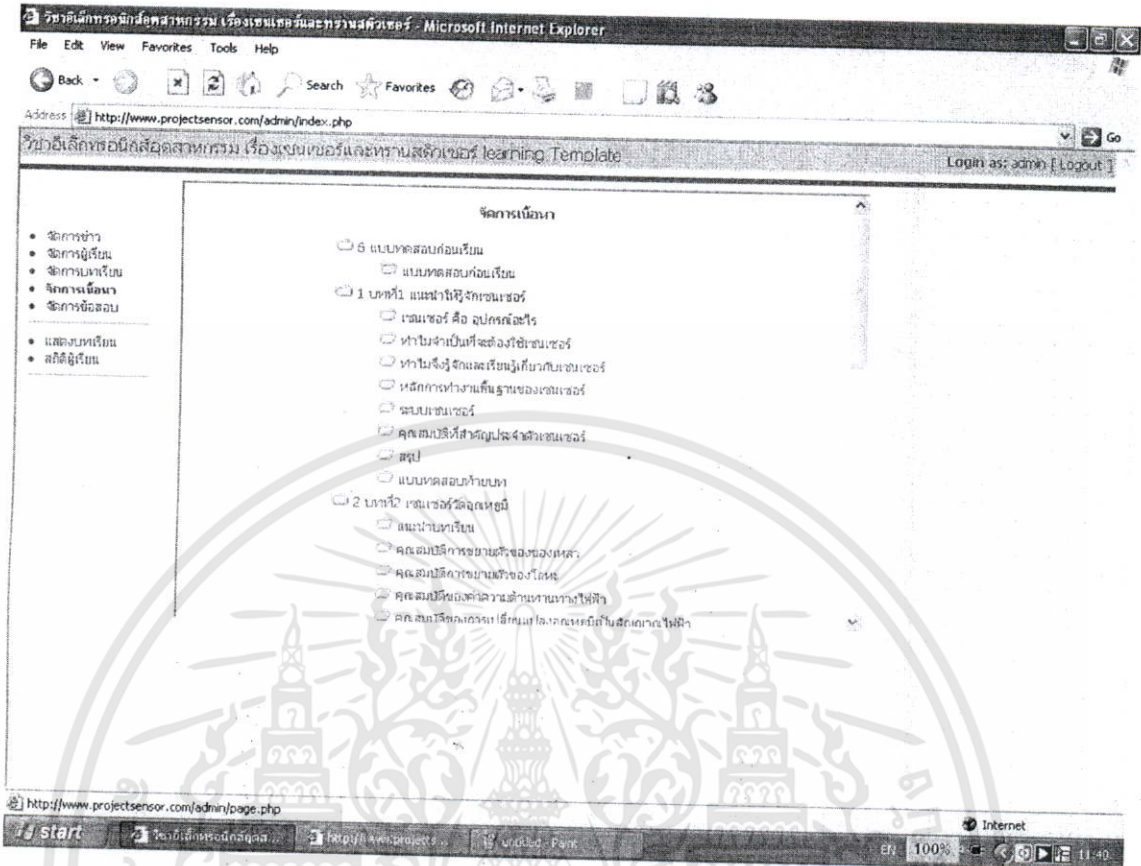
โทรศัพท์: 0866357287

E-mail: info@projectsensor.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ ก็ตาม ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเผยแพร่บนเว็บไซต์โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เมื่อนำมาเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมาย ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชาอิเล็กทรอนิกส์สาขากรม เรืองเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://www.projectsensor.com/admin/index.php

วิชาอิเล็กทรอนิกส์สาขากรม เรืองเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ learning Template Login as: admin [Logout]

- จัดการข่าว
- จัดการผู้เรียน
- จัดการบทเรียน
- จัดการเนื้อหา
- จัดการข้อสอบ

- แสดงบทเรียน
- สถิติผู้เรียน

ข้อสอบ

- แบบทดสอบก่อนเรียน
- 1 บทที่1 และบางข้อฝึกเชิงเสริม
- 2 บทที่2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ
- 3 บทที่3 เซนเซอร์ตรวจจับระยะใกล้และการเคลื่อนที่
- 4 บทที่4 เซนเซอร์ตรวจจับแรงกระทำทางกล
- 5 บทที่5 เซนเซอร์ตรวจจับปริมาณ น้ำหนัก และผลสืบเนื่องเหล่า
- แบบทดสอบหลังเรียน

* แบบทดสอบก่อน - หลัง เรียน เนื้อหาขึ้น เป็นอัตโนมัติ

http://www.projectsensor.com/admin/tem.php

start | วิชาอิเล็กทรอนิกส์สาขา... | http://www.projects... | จัดการเนื้อหา - Part | EN 100% | 11:40

วิชาอิเล็กทรอนิกส์สาขากรม เรืองเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://www.projectsensor.com/admin/index.php

วิชาอิเล็กทรอนิกส์สาขากรม เรืองเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ learning Template Login as: admin [Logout]

- จัดการข่าว
- จัดการผู้เรียน
- จัดการบทเรียน
- จัดการเนื้อหา
- จัดการข้อสอบ

- แสดงบทเรียน
- สถิติผู้เรียน

จัดการข้อสอบ


บทที่ 1 บทที่1 และบางข้อฝึกเชิงเสริม

คำถาม :

ชนิดของไฟล์ : รูปภาพ (.gif, .jpg, .swf) ->

ไฟล์ภาพประกอบคำถาม

ยังไม่ได้ทำการขึ้นผลตามประเภทคำถาม



เลือกคำตอบที่ถูกต้อง

คำตอบที่ 1 :

คำตอบที่ 2 :

คำตอบที่ 3 :

คำตอบที่ 4 :

Done

start | วิชาอิเล็กทรอนิกส์สาขา... | http://www.projects... | จัดการเนื้อหา2 - Part | EN 100% | 12:01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเนาไปเผยแพร่บนดานการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จัดการข่าว
- จัดการผู้เรียน
- จัดการบทเรียน
- จัดการเนื้อหา
- จัดการข้อสอบ

สถิติรวม คะแนนแบบทดสอบท้ายบท

ลำดับที่	รหัสนักศึกษา	ชื่อ - สกุล	ก่อนเรียน	บทที่ 1	บทที่ 2	บทที่ 3	บทที่ 4	บทที่ 5	หลังเรียน
1	4931050727	นางสาวกรรณิการ์ มาลเอันนทร์	17	4	4	4	5	3	21
2	4931050729	นายภคธรา เขื่อนไวยดา	21	3	5	4	5	5	26
3	4931050731	จอมโอร เมืองพิจา	25	3	5	4	4	4	26
4	4931050733	ศันัน วิจาเรือง	17	4	4	4	4	3	21
5	4931050734	บุญถม ชาเขล	15	3	4	3	4	4	19
6	4931050737	ชินทนา ตาเป็นสุวรรณ	18	5	4	4	4	5	21
7	4931050738	วิเชษฐ์ กระจนะพรเพ็ง	18	4	4	4	5	4	25
8	4931050739	วิภาดา ศรีโดย	17	4	5	3	4	5	23
9	4931050740	วิโรจ ภัทรวณิช	22	4	5	5	4	4	26
10	4931050741	ศรัญญู อรรถพร	15	3	4	3	4	4	20
11	4931050742	ศราวุธ แจบโสง	18	3	4	5	4	4	24
12	4931050743	สมชาย ศรีชัย	17	5	3	4	4	4	26
13	4931050745	ฉัตร อภินท	19	4	5	4	3	3	23
14	4931050747	เกิ่งโกะ วงษ์ไชย	19	4	4	5	5	3	27
15	4931050732	นายเจษฎา พงษ์คำ	18	4	4	3	4	4	23
16	4931050748	จักรกฤษ นัสเสก	25	4	3	3	5	5	29
17	4931050749	นายพงษ์ศักดิ์ ทองทุน	17	3	4	4	5	4	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ

เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

- คำชี้แจง 1. ข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
2. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยใช้เมาส์คลิกหน้าข้อตัวเลือก 1. 2. 3. 4. ที่ถูกต้อง

1. เซนเซอร์คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อะไร

1. ตรวจจับสัญญาณ หรือ ปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ แสง เสียง
2. ตรวจคลื่นวัดพลังงานไฟฟ้า เช่น คลื่นสนามแม่เหล็ก คลื่นไฟฟ้า
3. ตรวจวัดสัญญาณวิทยุ เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นวิทยุสมัครเล่น
4. ตรวจจับคลื่น โทรศัพท์มือถือ เช่น คลื่นย่านความถี่มือถือ

2. ทรานสดิวเซอร์คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อะไร

1. ตรวจจับสัญญาณ หรือ ปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ แสง เสียง
2. ตรวจจับรับความรู้สึกร่างกายแปรทางกายภาพตัวใดตัวหนึ่งแล้วเปลี่ยนค่าทางด้านเอาต์พุตให้เป็นตัวแปรทางกายภาพตัวอื่น
3. ตัวสัญญาณจากกระบวนการเรียกว่า “อินพุตทรานสดิวเซอร์”
4. ตรวจจับคลื่น โทรศัพท์มือถือ เช่น คลื่นย่านความถี่มือถือ

3. ข้อใดเป็นหน้าที่ของระบบการวัดเซนเซอร์

1. แสดงผลหรือบันทึกข้อมูลค่าที่ได้จากการวัดปริมาณจากอินพุต
2. รักษาสภาพการทำงาน of กระบวนการให้มีค่าเป็นไปตามค่าที่ตั้งไว้ทางอินพุต
3. ให้สภาพกระบวนการของระบบทางด้านเอาต์พุตมีผลเงื่อนไขโดยตรงกับเงื่อนไขทางด้านเอาต์พุต
4. แสดงผลต่างที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง

4. ประโยชน์การใช้งานของเซนเซอร์ในทางฟิสิกส์ คือข้อใด

1. แสดงผลการตรวจวัดหรือจัดเก็บบันทึกข้อมูลในระบบ
2. แสดงสถานะสภาพของระบบนั้น เช่น เซนเซอร์วัดความเร็วในรถยนต์
3. ทำการประมวลผลและตอบสนองโดยการสร้างสัญญาณควบคุมระบบ
4. รักษาสภาพการทำงาน of กระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ข้อใดเป็นหลักการการทำงานของระบบควบคุมวงเปิด (Open-Loop Control Systems)

1. ทำหน้าที่แสดงผลหรือบันทึกข้อมูลค่าได้จากการวัดปริมาณจากอินพุต
2. รักษาสภาพการทำงานของกระบวนการให้มีค่าเป็นไปตามค่าที่ตั้งไว้ทางอินพุต
3. ทำหน้าที่ให้สภาพกระบวนการของระบบทางด้านเอาต์พุตมีผลเงื่อนไข โดยตรงกับเงื่อนไขทางด้านเอาต์พุต
4. ทำหน้าที่แสดงผลต่างที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง

6. อุปกรณ์ชนิดใดไม่ใช่ทรานสดิวเซอร์

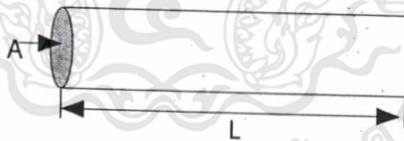
1. Microphone
2. RTD
3. Photo Diode
4. Resistor

7. สมการค่าความต้านทานของโลหะ คือข้อใด

1. $R = \rho L/d$
2. $R = \rho A /d$
3. $R = \rho L /A$
4. $R = \rho A/d$

8. ข้อใดคืออัตราส่วนสูตรความเค้น (Stress)

1. ผลต่างของความยาวกับความยาว
2. แรงกับพื้นที่หน้าตัด
3. แรงกับพื้นที่หน้าตัดหารอัตราส่วนผลต่างของความยาวกับความยาว
4. ความยาวกับพื้นที่หน้าตัด



9. จากรูปกำหนด $R = \rho L/A$ มีความต้านทานจำเพาะ (ρ) = 100 โอห์ม จงหาค่า R เมื่อ $L = 10$ มิลลิเมตร $A = 100$ ตารางเซนติเมตร

1. 10 โอห์ม
2. 20 โอห์ม
3. 30 โอห์ม
4. 40 โอห์ม

10. Thermocouple ชนิดใดให้แรงดันสูงสุด

1. Type E
2. Type R
3. Type K
4. Type T

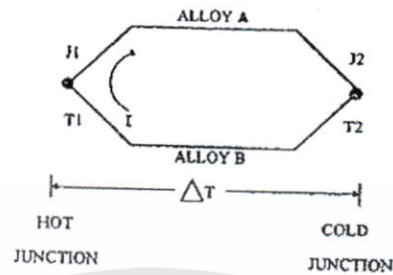
11. เทอร์โมมิเตอร์ตัวต้านทานคือข้อใด

1. โลหะคู่
2. RTD
3. Thermocouple
4. LDR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ในช่วงอุณหภูมิประมาณ $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ถึง $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ อุปกรณ์ใดวัดอุณหภูมิได้แม่นยำที่สุด

1. Thermistor 2. RTD 3. Thermocouple 4. พรอทอินหลอดแก้ว



13. จากรูปกำหนด $T_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. มีกระแสในวงจร 2. ไม่มีกระแสไหล
3. มีความร้อนเกิดขึ้น 4. ไม่มีความร้อนเกิดขึ้น



14. Thermocouple Type K ข้อใดกล่าวผิด

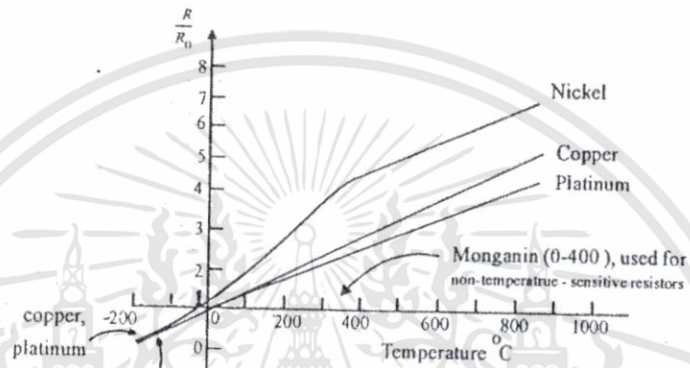
1. เมื่ออุณหภูมิที่ $T_1 = T_2$ จะไม่มีกระแสไหล
2. Alloy A = โครเมิล, Alloy B = อลูเมิล
3. เมื่ออุณหภูมิที่ $T_1 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ Seebeck voltage = 4.095 V
4. จุด Cold junction = $1\text{ }^{\circ}\text{C}$

15. ถ้า Alloy A, Alloy B มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ขึ้นข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. วัดอุณหภูมิได้สูงขึ้น
2. มีความเที่ยงตรงในการวัดอุณหภูมิมากขึ้น
3. อุณหภูมิที่จุด Referent ไม่เท่ากับ 0
4. วัดได้ไกลขึ้น

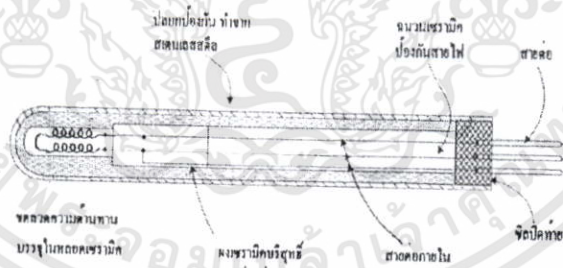
16. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความต้านทานไฟฟ้าของโลหะ

1. เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
2. เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ลดลง
3. ลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
4. ลดลงตามอุณหภูมิลดลง



17. จากกราฟเหตุใด RTD จึงนิยมนำ Platinum มาใช้งานมากที่สุด

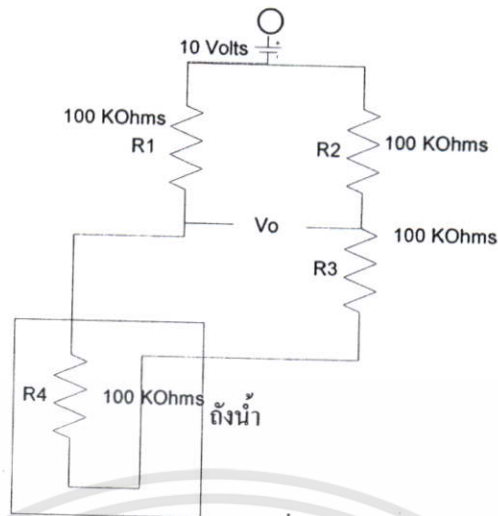
1. ราคาถูก
2. ทนอุณหภูมิ
3. ความเป็นเชิงเส้นสูง
4. ความต้านทานต่ำ



18. จากรูปเพราะเหตุใดตัววัดอุณหภูมิแบบความต้านทานไฟฟ้า (RTD) เพิ่มขั้วต่อเป็น 3 หรือ 4 ขา

1. เพิ่มกระแสไฟฟ้า
2. กำจัดความคลาดเคลื่อน
3. จ่ายโวลต์ให้กับวัตถุ
4. เพิ่มความต้านทานสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



19. จากระบบหาค่า V_o เมื่ออุณหภูมิที่ถึงน้ำเป็น 0°C

1. 0 โวลต์ 2. 1 โวลต์ 3. 2 โวลต์ 4. 3. โวลต์

20. LVDT ใช้หลักการใดเป็นตัวเซนเซอร์

1. การเปลี่ยนค่า R 2. การเปลี่ยนค่า L 3. การเปลี่ยนค่า C 4. การเปลี่ยนค่า V

21. ข้อใดไม่ใช่พรีอิกซิมิตีชนิดเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor)

1. อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ
2. ประกอบด้วย วงจรกำเนิดความถี่ ส่วนของการประมวล และส่วนขยายสัญญาณ
3. อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน
4. ใช้ตรวจจับสารหรือวัตถุที่เป็นโลหะ

22. ข้อใดอธิบายพรีอิกซิมิตีชนิดเซนเซอร์แบบเก็บประจุ (Inductive Sensor) ได้ถูกต้อง

1. ใช้การเปลี่ยนแปลงค่าความจุ
2. ประกอบด้วย วงจรกำเนิดความถี่สูงและส่วนของการขยายสัญญาณ
3. ใช้ตรวจจับได้ทั้งวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะ
4. ใช้ตรวจจับสารหรือวัตถุที่เป็นโลหะเพียงอย่างเดียว

23. ข้อใดบอกลักษณะการทำงานของไมโครสวิตช์ (microswitch) ได้ถูกต้อง

1. อาศัยการเคลื่อนที่ขนาดเล็กรวมๆของหน้าสัมผัส เหมาะสมกับการนำไปใช้งานที่ต้องการหน้าสัมผัสโดยตรง
2. อาศัยการแปรค่าของสนามแม่เหล็ก ใช้สำหรับตรวจวัดระยะขจัดเชิงมุม
3. ทำงานด้วยหลักการส่งผ่านของแสง
4. การทำงานโดยหน้าสัมผัสทำการต่อวงจร (on) หรือ ทำการเปิดวงจร (off) ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะการใช้งาน

24. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับ อินดักทีฟเซนเซอร์ ชนิด LVDT ได้ถูกต้อง

1. อุปกรณ์ใช้สำหรับวัดการเปลี่ยนแปลงระยะการเคลื่อนที่
2. มีขดลวดปฐมภูมิ 1 ชุด และขดลวดทุติยภูมิ 2 ชุดเป็นส่วนประกอบ
3. ใช้ตรวจจับได้ทั้งวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะ
4. เอาท์พุทที่เกิดขึ้นอยู่กับตำแหน่งแกนของหม้อแปลง

25. ข้อใดไม่ใช่กลุ่มเซนเซอร์ที่ตรวจจับแสงที่มองไม่เห็น (Infrared)

1. Photo Couple
2. Photo Transistor
3. LDR
4. Photo Electric

26. LVDT ใช้หลักการเปลี่ยนค่าใด

1. R resistor
2. Capacitor
3. Load
4. Voltage

27. อุปกรณ์เป็นกลุ่มกำเนิดแสงแบบหลอดสูญญากาศ

1. หลอดไฟไส้
2. LED
3. Photo Electric
4. Photo Transistor

28. ข้อใดอธิบายอุปกรณ์ตรวจจับแสง แบบลำแสงสะท้อนกลับ ได้ถูกต้อง

1. ตัวส่งและตัวรับสัญญาณรวมไว้ภายในตัวเดียวกันและใช้แผ่นสะท้อนกลับ
2. ตัวส่งและตัวรับสัญญาณอยู่ในตัวเดียวกันแล้วใช้วัตถุหรือชิ้นงานเป็นตัวสะท้อน
3. ตรวจจับแสงที่แตกต่างกันตามแต่ละชนิด
4. เซนเซอร์แยกตัวส่งและตัวรับสัญญาณออกจากกันระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับเพิ่มขึ้น

29. ข้อใดอธิบายหลักการพื้นฐานอุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ใช้งานอุตสาหกรรม ที่ใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจจับวัตถุ ได้ถูกต้อง

1. ใช้ LED เป็นตัวกำเนิด Photo Transistor เป็นตัวรับแสง
2. ใช้ Photo Transistor เป็นตัวกำเนิด ใช้ LED เป็นตัวรับแสง
3. ใช้ LED Photo และ Transistor เป็นตัวกำเนิดตัวรับแสงพร้อมกัน
4. ใช้ LED Infrared เป็นตัวกำเนิด Photo Transistor เป็นตัวรับแสง

30. ข้อใดเป็นข้อเสียของอุปกรณ์ตรวจจับแสงแบบตรวจจับโดยตรง(Diffuse Sensor)

1. สัมประสิทธิ์ในการสะท้อนแสงต่ำ เช่น วัตถุมีสีดำ
2. มีปัญหาในกรณีที่วัตถุเป็นผิวเรียบ เช่น ผิวราบเรียบ
3. สัมประสิทธิ์ในการสะท้อนแสงใกล้เคียงกับแผ่นสะท้อนแสง
4. มีปัญหากรณีที่วัตถุนั้น โปร่งใส เนื่องจากแสงสามารถผ่านทะลุได้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน
วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเนื้อหา)**

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน

ระดับคะแนนของการประเมิน 5 หมายถึง ดีที่สุด/เหมาะสมมากที่สุด 4 หมายถึง ดี/เหมาะสมมาก
3 หมายถึง ปานกลาง/เหมาะสมปานกลาง 2 หมายถึง พอใช้/เหมาะสมน้อย
1 หมายถึง แย่/เหมาะสมน้อยที่สุด

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	1	1
1. เนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
1.2 การเรียงลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้					
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.4 ความครบถ้วนของเนื้อหา					
1.5 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้					
1.6 ความสอดคล้องของเนื้อหาย่อยในหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้					
2. การจัดวางรูปแบบ					
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย					
2.2 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา					
2.3 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา					
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่างๆเหมาะสม					
3. ภาษาที่ใช้					
3.1 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย					
3.2 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้					
3.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน

วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน

ระดับคะแนนของการประเมิน 5 หมายถึง ดีที่สุด/เหมาะสมมากที่สุด 4 หมายถึง ดี/เหมาะสมมาก

3 หมายถึง ปานกลาง/เหมาะสมปานกลาง 2 หมายถึง พอใช้/เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แย่/เหมาะสมน้อยที่สุด

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. การจัดวางรูปแบบบนอินเทอร์เน็ต					
1.1 การดึงดูดความสนใจ					
1.2 การจัดวางภาพประกอบ					
1.3 การจัดวางตัวอักษร					
1.4 การใช้สีสันทันประกอบ					
1.5 การใช้สื่อประสม					
2. ตัวอักษรที่ใช้บนอินเทอร์เน็ต					
2.1 ความเหมาะสมรูปแบบการนำเสนอ					
2.2 ความเหมาะสมด้านการสื่อความหมาย					
2.3 ความเหมาะสมของแบบอักษร					
2.4 ความเหมาะสมของสีอักษร					
2.5 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
3. การใช้ภาพประกอบและสื่อประสมบนอินเทอร์เน็ต					
3.1 ความน่าสนใจ					
3.2 ความชัดเจน					
4. การเชื่อมโยงข้อความ					
4.1 มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา					
4.2 การเชื่อมโยงกับเนื้อหาเพิ่มเติม					
4.3 การเชื่อมโยงกับ Web page อื่น					

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน
 วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์
 (ด้านเนื้อหา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน
วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเนื้อหา)

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.00	0.00	๑๐
1.2 การเรียงลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้	4.33	0.57	๑๐
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.57	๑๐
1.4 ความครบถ้วนของเนื้อหา	4.00	1.00	๑๐
1.5 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้	3.67	0.57	๑๐
1.6 ความสอดคล้องของเนื้อหาที่อยู่ในหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้	4.33	0.57	๑๐
รวม	4.11	0.38	๑๐
2. การจัดวางรูปแบบ			
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย	3.67	0.57	๑๐
2.2 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	4.00	0.00	๑๐
2.3 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	4.33	0.57	๑๐
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่างๆเหมาะสม	4.00	1.00	๑๐
รวม	4.00	0.43	๑๐
3. ภาษาที่ใช้			
3.1 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.00	0.00	๑๐
3.2 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	4.33	0.57	๑๐
3.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.00	0.00	๑๐
รวม	4.11	0.19	๑๐
รวมทั้งหมด	4.07	0.33	๑๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

เกณฑ์การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต คือ

4.50 - 5.00	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดีมาก
3.50 - 4.49	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดี
2.50 - 3.49	คุณภาพอยู่ในระดับ	ปานกลาง
1.50 - 2.49	คุณภาพอยู่ในระดับ	พอใช้
1.00 - 1.49	คุณภาพอยู่ในระดับ	ควรปรับปรุง

จากตารางที่ ฉ.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเนื้อหา) โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33 ด้านเนื้อหาและการนำเสนอคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.33 มี 3 รายการ คือ (1.2) การเรียงลำดับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (1.3) ความถูกต้องของเนื้อหา (1.6) ความสอดคล้องของเนื้อหาย่อยในหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มี 2 รายการ คือ (1.1) เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และ (1.4) ความครบถ้วนของเนื้อหา รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 คือ (1.5) ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

ด้านการจัดวางรูปแบบ คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.33 คือ (2.3) ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มี 2 รายการ คือ (2.2) ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา (2.4) การจัดวางองค์ประกอบต่างๆเหมาะสม รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 คือ (2.1) ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย

ด้านภาษาที่ใช้ คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.33 คือ (3.2) ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มี 2 รายการ คือ (3.1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย (3.3) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้



ภาคผนวก ช

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน
วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

ตารางที่ ข.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชา
อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเทคนิคการ
ผลิตสื่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. การจัดวางรูปแบบบนอินเทอร์เน็ต			
1.1 การดึงดูดความสนใจ	3.33	0.57	ค1
1.2 การจัดวางภาพประกอบ	3.67	0.57	ค1
1.3 การจัดวางตัวอักษร	4.00	0.00	ค1
1.4 การใช้สีสันประกอบ	4.33	0.57	ค1
1.5 การใช้สื่อประสม	4.33	0.57	ค1
รวม	3.93	0.23	ค1
2. ตัวอักษรที่ใช้บนอินเทอร์เน็ต			
2.1 ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอ	4.33	0.57	ค1
2.2 ความเหมาะสมด้านการสื่อความหมาย	3.33	0.57	ค1
2.3 ความเหมาะสมของแบบอักษร	4.33	0.57	ค1
2.4 ความเหมาะสมของสีอักษร	4.33	0.57	ค1
2.5 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.00	0.00	ค1
รวม	4.06	0.46	ค1
3. การใช้ภาพประกอบและสื่อประสมบนอินเทอร์เน็ต			
3.1 ความน่าสนใจ	4.00	1.00	ค1
3.2 ความชัดเจน	3.67	0.57	ค1
รวม	3.83	0.57	ค1
4. การเชื่อมโยงข้อความ			
4.1 มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.33	0.57	ค1
4.2 การเชื่อมโยงกับเนื้อหาเพิ่มเติม	4.00	1.00	ค1
4.3 การเชื่อมโยงกับ Web page อื่น	3.67	0.57	ค1
รวม	4.00	0.57	ค1
รวมทั้งหมด	3.97	0.42	ค1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

เกณฑ์การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต คือ

4.50 - 5.00	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดีมาก
3.50 - 4.49	คุณภาพอยู่ในระดับ	ดี
2.50 - 3.49	คุณภาพอยู่ในระดับ	ปานกลาง
1.50 - 2.49	คุณภาพอยู่ในระดับ	พอใช้
1.00 - 1.49	คุณภาพอยู่ในระดับ	ควรปรับปรุง

จากตารางที่ ข.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) โดย ภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42

ด้านการจัดวางรูปแบบบนอินเทอร์เน็ต คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ ทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ อยู่ในระดับดี โดยมี ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.33 มี 2 รายการ คือข้อ (1.4) การใช้สี่สันประกอบ และ (1.5) การใช้สี่ประสม รายการที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.00 คือข้อ(1.3) การจัดวางตัวอักษร รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 คือ (1.2) การจัดวาง ภาพประกอบ และรายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.33 คือ (1.1) การดึงดูดความสนใจ

ด้านตัวอักษรที่ใช้บนอินเทอร์เน็ต คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ ทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ อยู่ในระดับดี โดยมี ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 ซึ่ง รายการมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 มี 3 รายการ คือข้อ (2.1) ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอ (2.3) ความเหมาะสมของแบบอักษร (2.4) ความเหมาะสมของสีอักษร รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 คือข้อ (2.5) ความเหมาะสมของ ขนาดตัวอักษร รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.33 คือข้อ (2.2) ความเหมาะสมด้านการสื่อความหมาย

ด้านการใช้ภาพประกอบและสื่อประสมบนอินเทอร์เน็ต คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ อยู่ใน ระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 รายการที่มีค่าเฉลี่ย สูงสุดเท่ากับ 4.00 คือ (3.1) ความน่าสนใจ และรายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 คือ (3.2) ความ ชัดเจน

ด้านการเชื่อมโยงข้อความ คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน วิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.33 คือ (4.1) มี ความสัมพันธ์กับเนื้อหา รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 คือ (4.2) การเชื่อมโยงกับเนื้อหาเพิ่มเติม และรายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 คือ (4.3) การเชื่อมโยงกับ Web page อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่ผู้ดูแลระบบไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 คะแนนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม เรื่องเซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

คนที่	คะแนน ก่อนเรียน	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่						คะแนน หลังเรียน
		1	2	3	4	5	รวม	
1	17	4	4	4	5	3	20	21
2	21	3	5	4	5	5	22	26
3	25	3	5	4	4	4	20	26
4	17	4	4	4	4	3	19	21
5	15	3	4	3	4	4	18	19
6	18	5	4	4	4	5	22	27
7	18	4	4	4	5	4	21	25
8	17	4	5	3	4	5	21	23
9	22	4	5	5	4	4	22	26
10	16	3	4	3	4	4	18	20
11	18	3	4	5	4	4	20	24
12	17	5	4	4	4	4	21	26
13	19	4	5	4	3	3	19	23
14	19	4	4	5	5	3	21	27
15	18	4	4	3	4	4	19	23
16	25	4	3	3	5	5	20	29
17	17	3	4	4	5	4	20	24
18	22	5	4	4	4	5	22	28
19	22	5	4	4	5	4	22	26
20	16	4	4	5	5	4	22	21
21	18	4	4	3	4	4	19	26
22	23	4	3	4	3	5	19	22
23	15	4	3	4	5	4	20	19
24	21	5	4	5	3	4	21	27
25	23	5	4	4	4	4	21	27
26	14	4	3	3	4	3	17	21
27	19	4	4	4	3	4	19	25
28	19	4	5	4	4	3	20	21
29	16	3	3	4	4	5	19	21
30	17	3	4	4	4	3	18	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล นายเฉลิมเกียรติ ถีอาสนา
 วัน เดือน ปี 12 สิงหาคม 2521
 สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
 สถานที่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 131 / 273 หมู่ 4 ซอยชาตะผดุง 9
 ถนนชาตะผดุง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง
 จังหวัดขอนแก่น 40000
 สถานที่ทำงาน วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
 ตำแหน่ง อาจารย์พิเศษสอน แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
 ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษา อุดสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรม
 สารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 พ.ศ. 2551 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
 บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง